

ESTUDIOS SOBRE EL BALNEARIO DE ALICÚN DE LAS TORRES (GRANADA) (Memoria n.º 30)



M.^a C. Francés Causapé, M. López González, M.^a E. Torija Isasa, M.^a T. Orzáez Villanueva, M. García Mata, M.^a D. Tenorio Sanz, M. C. Heras Íñiguez, A. M. Suáñez Fidalgo, C. Gascó Leonarte, B. Romero del Hombrebueno Pozuelo, J. A. Trinidad Ruiz, R. García Sanz, M. A. R. Simón Arauzo, M.^a C. de la Rosa Jorge, C. Pintado García, C. Rodríguez Fernández, M.^a A. Mosso Romeo, F. J. Mantero Sáenz, Y. Galván Ramírez, M. Ladero Álvarez, A. Amor Morales, M. A. Luengo Ugidos, M.^a T. Santos Bobillo, M.^a T. Alonso Beato, M.^a E. Sánchez Rodríguez, F. J. González Iglesias, I. Ladero Santos, F. Valle Tendero, F. Monturiol Rodríguez, R. Jiménez Ballesta, J. San Martín Bacaicoa, A. Valero Castejón y B. Sanz Pérez.

MADRID

2009

**COMISION PARA EL ESTUDIO DE LAS AGUAS MINERALES
Y MINERO-MEDICINALES**

Presidente

Bernabé Sanz Pérez

Secretaria

M^a Carmen de la Rosa Jorge

Editor

M^a Teresa Miras Portugal

Vocales

Miguel Rubio Huertos
Bartolomé Ribas Ozonas
Gaspar González González
M^a Carmen Francés Causapé
Antonio Luis Doadrio Villarejo
Josefina San Martín Bacaicoa
Antonio Ramírez Ortega
Miguel Ladero Álvarez
Juan Ignacio Pinuaga Espejel
Francisco Monturiol Rodríguez
M^a Teresa Grande Herranz
Milagros Pozuelo
Agustín Valero Castejón
Francisco Javier Mantero Saenz
M^a Esperanza Torija Isasa
María Antonia Simón Arauzo
M^a Carmen Heras Íñiguez



2009

ANALES
DE LA
REAL ACADEMIA NACIONAL
DE FARMACIA
PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

| | | |
|-----------|------|------------------------|
| AÑO LXXII | 2009 | Núm. Extraordinario |
|-----------|------|------------------------|

ISSN - 1697-4271

ÓRGANO RECTOR
 LA COMISIÓN DE PUBLICACIONES
 DIRECTORA:
 Dr. ANTONIO LUIS DOADRIO

Coden - **ARAFAY**

SUMARIO

| | |
|---|-----|
| Presentación: B. Sanz | 707 |
| Capítulo I. El Balneario de Alicún de las Torres (Granada). Historia y Generalidades: M. C. Francés Causapé, M. López González | 711 |
| Capítulo II. Análisis físico-químico de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres: M.^a E. Torija Isasa, M.^a T. Orzáez Villanueva, M. García Mata, M.^a D. Tenorio Sanz. | 737 |
| Capítulo III. Análisis de la radiactividad en aguas del Balneario de Alicún de las Torres: M. C. Heras Íñiguez, A. M. Suárez Fidalgo, C. Gascó Leonarte, B. Romero del Hombrebueno Pozuelo, J. A. Trinidad Ruiz, M. A. R. Simón Arauzo | 753 |
| Capítulo IV. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres: M.^a C. de la Rosa Jorge, C. Pintado García, C. Rodríguez Fernández, M.^a A. Mosso Romeo | 763 |
| Capítulo V. Climatología del Balneario de Alicún de las Torres: F. J. Mantero Sáenz, Y. Galván Ramírez | 781 |
| | 705 |

| | |
|--|-----|
| Capítulo VI. Vegetación del entorno del Balneario de Alicún de las Torres (Granada): M. Ladero Álvarez, A. Amor Morales, M. A. Luengo Ugidos, M. T. Santos Bobillo, M.^a T. Alonso Beato, M.^a E. Sánchez Rodríguez, F. J. González Iglesias, I. Ladero Santos, F. Valle Tendero. | 799 |
| Capítulo VII. Los suelos presentes en el Balneario de Alicún de las Torres: F. Monturiol Rodríguez, R. Jiménez | 831 |
| Capítulo VIII. Estudio de la acción terapéutica de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres (Granada): J. San Martín Bacaicoa, A. Valero Castejón | 849 |

PRESENTACIÓN

El Balneario de Alicún de las Torres (Granada)

Bernabé Sanz Pérez

Académico de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia

I Thought... That I, at least, a resting-place had found;
«Here will I olwell», said I, «my whole life long,
Roaming the illimitable waters round...
William Wordsworth (1770-1850) en *Guilt and Sorrow*.

En el NO de la bella y variada provincia de Granada, en el triángulo cuyos vértices forman Guadix, Baza y Villanueva de las Torres, pero casi en el centro del término municipal de la última, se ubica el Balneario de Alicún de las Torres. Situado cerca de la confluencia de los ríos Fardes y Gor, sus aguas fueron conocidas y usadas como agua de bebida y con fines terapéuticos en época romana.

Sus orígenes, vicisitudes históricas e interés artístico monumental y paisajístico los estudian con detalle en el Capítulo I la académica Dra. Francés Causapé y su discípula, la licenciada López Garrido. En este capítulo, titulado *El Balneario de Alicún de las Torres (Granada). Historia y generalidades* describen con meticulosidad analítica, no exenta de cariño, tanto el Balneario como las Comarcas de Guadix y Baza. Su lectura, estoy seguro que llevará a muchos de sus lectores a visitar los baños y al disfrute del goce visual y reposado

del paisaje, monumentos y rincones de gran belleza que salen al encuentro de cualquiera que se aventure por los caminos y senderos del entorno del Balneario. Tanto placer y maravillas, ¿no serán acaso un reflejo o adelanto del Alikon o séptimo cielo de la mitología musulmana? Según los fieles creyentes del Islam allí conduce el ángel Arrael las almas de los buenos creyentes fallecidos.

Los capítulos de esta memoria -la número treinta que publica la Comisión de Aguas Minerales y Mineromedicinales- han sido escritos por especialistas de gran prestigio en el área científica que cultivan y proceden de centros y departamentos universitarios en los que se practica una investigación básica y aplicada que cuenta con un merecido respeto a nivel nacional e internacional. Todos los firmantes de los capítulos han realizado un gran trabajo y pueden sentirse horadamente orgullosos de su labor.

Del Capítulo II, *Análisis físico-químico de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres* se han encargado la profesora Torija Isasa y sus colaboradoras del Departamento de Nutrición y Bromatología II de la Facultad de Farmacia de la UCM que tienen amplia experiencia en trabajos de este tipo. Concluyen que se trata de aguas hipotermales, de mineralización fuerte, muy duras, sulfatadas y cálcico magnésicas.

El *Análisis de la radiactividad en aguas del Balneario de Alicún de las Torres*, llevado a cabo en el Departamento de Medio Ambiente (CIEMAT) por la Dra. Heras Íñiguez y colaboradores, constituye el Capítulo III y se ha realizado, con las garantías de fiabilidad de tan acreditada institución. La escasa radiactividad detectada se debe, según los autores, fundamentalmente a la acumulación de Rn-222 que procede del Ra-226. Los valores de Rn-222 en esta agua, aunque menores que los hallados habitualmente en aguas subterráneas españolas y de otros países.

La profesora de la Rosa Jorge y su equipo del Departamento de Microbiología II de la Facultad de Farmacia de la UCM han estudiado a fondo la microbiota de las aguas de los manantiales de Baños y Baños de Abajo del Balneario de Alicún de las Torres. Ante la ausencia de indicadores fecales y de microorganismos patógenos en ellas y dado el bajo número de bacterias viables en dichos manantiales concluyen que cumple con la normativa de aguas de consumo

humano y que la protección de los mismos es adecuada. También se han preocupado de lo micropoblación autóctona y de la que constituye los biotopos. Todos los aspectos citados los incluyen y estudian en el Capítulo IV que titulan *Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres*.

El Capítulo V, cuyos autores son el Dr. Mantero Sáenz y la Dra. Galván Ramírez, del Servicio de Desarrollos Medioambientales de la Agencia Estatal de Meteorología, es un estudio bioclimático de la zona donde se ubica el Balneario que titulan *Climatología del Balneario de Alicún de las Torres*. Los datos pluviométricos proceden de la estación climatológica de Dehesas de Guadix, los termométricos de la de Freila y los correspondientes a vientos de la de Baza, lugares todos ellos relativamente cercanos al Balneario. Todos los demás (temperatura, humedad, etc.) se determinaron en el propio Balneario.

En el Capítulo VI, *Vegetación del entorno del Balneario de Alicún de las Torres* participan varios miembros de los departamentos de Botánica de las Facultades de Farmacia (Salamanca) y de Biología (Granada) y del Departamento de Geografía de la Facultad de Geografía e Historia de Salamanca, liderados por el profesor Ladero Álvarez. Con el fin de poner de manifiesto el alto y singular valor ecológico y paisajístico que atesora el Balneario, estudian los factores florísticos, biogeográficos y edáficos para identificar y delimitar sus comunidades vegetales clímax y sus etapas seriales más representativas. Todo ello se acompaña de excelentes fotografías en color de los distintos biotopos y plantas medicinales silvestres.

Los profesores Monturiol, del CSIC y Jiménez, Catedrático de Edafología de la UAM tratan en el Capítulo VII *de Los suelos presentes en el Balneario de Alicún de las Torres*. Señalan algunas generalidades del municipio y a continuación se refieren a los factores formadores de estos suelos que relacionan con litologías; después analizan los principales procesos que ocurren durante su formación y describen las propiedades principales siguiendo la normativa de la FAO. Se ocupan también de los cultivos actuales y de su uso potencial. Es una excelente contribución al conocimiento del suelo de Villanueva de las Torres.

El último Capítulo, el VIII, se titula *Estudio de la acción terapéutica de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres (Granada)*. Sus

autores, la profesora San Martín Bacaicoa, catedrática de Hidrología Médica de la UCM y el Dr. Valero Castejón, Médico del Cuerpo de Inspectores de Balnearios, son académicos correspondientes de la Real Academia Nacional de Farmacia. Estudian las vías de administración de las aguas y las técnicas usadas en el Balneario, además de sus acciones, indicaciones y contraindicaciones. Analizan asimismo los datos que les han proporcionado en el Balneario sobre programas que ofrecen, número de usuarios, patologías más frecuentes y técnicas utilizadas en los últimos diez años.

Como saben los autores, la Real Academia Nacional de Farmacia les agradece sus esfuerzos y bien hacer y se siente muy honrada por el tiempo y dedicación que desinteresadamente prestan para dar a conocer en toda España las virtudes de las aguas mineromedicinales. A este reconocimiento me sumo cordialmente y lo extiendo a cuantos han hecho posible este volumen. Gracias muy especiales a Don Jesús Sánchez Nogueiro por su paciencia y entrega para lograr una edición de una impresión óptima y con unas fotografías bien distribuídas que ayudan a su lectura.

Madrid, octubre de 2009

BERNABÉ SANZ PÉREZ.
*Presidente de la Comisión para el Estudio de las
Aguas Minerales y Minero-Medicinales.*

CAPÍTULO I

El Balneario de Alicún de las Torres (Granada). Historia y Generalidades

María del Carmen Francés Causapé¹, María López González²

¹Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia.

²Licenciada en Farmacia, Diplomada en Estudios Avanzados por la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.

RESUMEN

Se hace una reseña de la situación geográfica del Balneario de Alicún de las Torres, de los antecedentes históricos del mismo y situación actual. Se hace una mención particular a los farmacéuticos que realizaron el análisis químico de las aguas mineromedicinales de este balneario así como a los pacientes que le han frecuentado.

Palabras clave: Agua minero-medicinal. Balneario. Alicún de las Torres. Farmacéuticos. Pacientes.

ABSTRACT

Alicún de las Torres Spa (Granada). History and generalities

An account of the geographical position of Alicún de las Torres's Spa is given, including a brief history of it and its situation nowadays. An particularly reference it is made about that the pharmacists who made the chemical analyse of the minero-medicinal waters of the spa and also about the patients frequented the spa.

Key Words: Minero-medicinal water. Alicún de las Torres. Pharmacists. Patients.

El Balneario de Alicún de las Torres, que bien pudiera tratarse del de mayor tradición histórica en la provincia de Granada, se encuentra en el término municipal de Villanueva de las Torres, en la parte nordeste de la provincia de Granada, y es uno de los importantes centros hidroterápicos con que cuenta la Comunidad Autónoma de Andalucía.

El acceso al Balneario se puede realizar por carretera, por la autovía A-92 Baza-Sevilla a 17 Km de la salida 307 entre las localidades de Guadix y Baza; desde la carretera nacional 324 en dirección a Guadix; o bien a través de carreteras locales tomando el desvío en el Km 197,2 con dirección a Iznalloz y Huélago.

Asimismo el desplazamiento al balneario puede hacerse por ferrocarril hasta las estaciones de Guadix, en la línea Linares-Baeza-Almería, y Moreda, en la línea Linares-Baeza-Granada que distan 30 Km del establecimiento balneoterápico. Desde Guadix se puede llegar al Balneario en autobús urbano y con taxi.

En avión los aeropuertos más cercanos son el de Granada y Málaga, que distan del Balneario 90 y 213 Km respectivamente.

1. LA VILLA

La localidad de Villanueva de las Torres está enclavada al norte de la Hoya de Guadix (Figura 1). Tuvo asentamientos humanos desde la Prehistoria como lo atestiguan los numerosos yacimientos arqueo-



Figura 1. Situación del Balneario de Alicún de las Torres.

lógicos hallados entre los que destacan los de Haza del Toril del Neolítico y Edad del Bronce y los de Baños de Alicún del Paleolítico Inferior y Mesolítico donde se han encontrado con ajuares en dólmenes y en una sima llamada Cueva del pastor; también se han hallado varios menhires que ya fueron descritos en la primera mitad del siglo pasado por Siret, Leisner y Ángel Casas (1).

La villa cuenta con una población de 975 habitantes (2) cuya actividad económica se centra en la agricultura con frutales, pastos y olivos, comercializándose un aceite de oliva virgen extra con la denominación de origen «Montes de Granada».

El 3 de febrero se celebra la fiesta en honor de San Blas que es el patrono de la villa y las fiestas patronales se llevan a cabo el 13 de agosto. La Iglesia Parroquial de Santa Ana es de construcción moderna (3).

Los mayores atractivos turísticos de la villa lo constituyen El Toril, que es el único acueducto natural del mundo (4) (Figura 2) y el Balneario de Alicún de las Torres que dista 8 Km del casco urbano.

2. EL ENTORNO

El entorno del Balneario ofrece un paisaje de gran variedad y de distinta belleza así como un patrimonio arqueológico de gran interés.

2.1. La Montaña

La estación termal está enclavada en la depresión intrabética de Sierra Nevada-Baza, situada cerca del cerro Mencal (Figura 3), una elevación montañosa que pertenece a los Montes Orientales en la que se encuentran numerosas cuevas que han sido ocupadas a lo largo de la historia por distintas culturas y una vasta necrópolis compuesta de numerosos dólmenes que datan del Neolítico. Asimismo existen en el corazón de los montes próximos cuevas de belleza salvaje en las que las estalactitas y estalagmitas componen un maravilloso decorado natural (5).



Figura 2. Detalle de «El Toril».



Figura 3. El Cerro Mencal.

2.2. Los Ríos

El Balneario está situado en las inmediaciones de la confluencia de los ríos Fardes y Gor, afluentes del Guadiana menor que es el principal afluente del Guadalquivir. El paisaje viene marcado por una abundante vegetación, dentro de un entorno agreste y árido que viene configurado en la Hoya de Guadix. Los sedimentos de estos ríos, junto a los del río Guadix, han hecho de la Hoya de Guadix una fértil zona de regadío donde se cultivan frutales, cereales, leguminosas y hortalizas, amén de la explotación de madera de las choperas.

El río Fardes constituye un auténtico oasis fluvial que destaca por ser un coto tradicional de la pesca de la trucha. En sus sotos existe una variada fauna con jabalíes, aves rapaces y aves esteparias así como numerosas especies vegetales endémicas (6).

El río Gor permite contemplar un interesante paisaje. Mientras que en secano se cultivan cereales, en sus lindes y márgenes de los bancales se cultivan olivos y almendros (7).

2.3. Parque dolménico de Gorafe

El Parque se extiende a lo largo de casi 8 Km, en el tramo fluvial comprendido entre Gor, Gorafe y Baños de Alicún. Cuenta con 240 dólmenes del Neolítico que están diseminados por 10 necrópolis. Es la mayor concentración de túmulos funerarios de toda la Península y de gran parte de Europa. Su importancia radica no sólo en el número, sino en la diversidad de sus estructuras, pues los hay de planta trapezoidal, pentagonal, rectangular, cuadrangular y poligonal. La orientación predominante de la entrada al dolmen es sur-sureste, oscilando en general de este a sur, en clara correspondencia con la salida del Sol sobre las estribaciones más occidentales de la Sierra de Baza (8).

2.4. El Paisajismo

Existen lugares en el entorno del Balneario de Alicún de las Torres que son un placer para los sentidos si se llevan a cabo excur-

siones practicando el senderismo como son las que se pueden realizar a las comarcas del norte de la provincia de Granada: el término municipal de Guadix, Baza y Huélago, independientemente del interés turístico y cultural de estos lugares.

2.4.1. *La Comarca de Guadix*

A orillas del río Cubillas, el municipio de Deifontes posee un paisaje singular ya que por la abundancia de aguas subterráneas su nombre deriva de «Fuentes de Dios», permite divisar su impresionante vega y la panorámica del Valle de Cubillas.

La ruta que discurre por el río Alhama aborda sendas que discurren entre pinares y olivos. Desde el mirador, conocido popularmente como «El Fin del Mundo», se puede contemplar el interesante paisaje del Valle de Alhama.

La Cueva del Agua se encuentra en la Sierra Arana, casi en la cumbre del Peñón del Asno, y es un espacio natural único, se trata de una de las grutas más espectaculares y mejor conservadas de Andalucía, es la segunda más grande de la provincia de Granada con más de 3 Km de recorrido total y un desnivel máximo de 165 Km. No está iluminada y el visitante va descubriendo, gracias a la luz mediante los cascos de espeleólogo, la belleza de sus complejas formaciones de estalactitas y estalagmitas.

El Puerto de la Ragua, enmarcado dentro del Parque Nacional de Sierra Nevada, es un paso natural que desde sus 2.000 metros de altitud domina parajes insólitos y hace posible realizar numerosas rutas de senderismo.

El municipio de Jérez del Marquesado se caracteriza por una variedad de parajes naturales: barrancos, bosques, balsas, etc... que se pueden contemplar desde miradores naturales. Una ruta desde este lugar permite acceder al Marquesado del Zenete, que ocupa toda la zona sur de la Comarca de Guadix, de enorme atractivo natural que discurre entre las laderas de Sierra Nevada y el altiplano de La Calahorra, en el que se yergue el Castillo-Palacio de La Calahorra, que se extiende a sus pies.

2.4.2. *La Comarca de Baza*

Desde el municipio de Castril se puede practicar el senderismo recorriendo la senda que bordea el río del mismo nombre y contemplando el bello paraje de excepcional belleza, tanto de los campos verdes del fondo del Valle de Castril como del espacio natural protegido del Parque Natural de Sierra de Carril.

Desde los términos municipales de Huéscar y Puebla de don Fadrique, se puede descubrir la imponente mole compacta de la Sierra de la Sagra y toda la Hoya de Huéscar con su formación arbórea. Desde Huéscar se puede acceder a Sierra Seca donde se encuentran una laguna, a poco más de 2.000 metros de altitud, rodeada de un paisaje inhóspito pero lleno de extraña belleza; y dos cuevas donde se pueden contemplar formaciones de estalactitas y estalagmitas: la Cueva del Muerto y la Cueva de Don Fernando, que consta de numerosas galerías y es la de mayor profundidad y longitud de la provincia de Granada.

Al sur de Baza se encuentra el Parque Natural de la Sierra de Baza, declarado como tal en 1989. Se trata de una sierra de carácter abrupto cuya mayor altura es el pico de Santa Bárbara que alcanza los 2.271 metros y que posee una importante masa forestal en la que en algunas zonas se conservan especies autóctonas. Discurren por ella numerosos arroyos, barrancos y ramblas. Es digno de mención el Arroyo del Baúl en el que el caminante puede disfrutar con el canto de las aguas embravecidas que caen en cascada desde una altura de veinte metros (5, 9).

2.4.3. *El término municipal de Huélago*

Se aprecia en este término un paisaje típico de cárcavas, barrancos y ramblas. La población se ubica en una depresión atravesada por un arroyo, que es un afluente del río Fardes, al que van a parar los barrancos de Romalique, de la Partición y el arroyo de las Cuevas (10).

2.5. La Arquitectura

Diversas manifestaciones arquitectónicas y bien conservadas se pueden apreciar en el entorno del Balneario.

2.5.1. *El Hábitat Troglodita*

Si el hombre prehistórico buscó seguridad en cavernas y abrigos naturales, los posteriores pobladores iniciarían la excavación de cuevas en la Hoya de Guadix y los valles de los ríos Gor y Fardes. Con los musulmanes adquieren la consideración de obra constructiva y las múltiples tipologías en función de sus usos. Esta arquitectura subterránea medieval ha sabido conservar en la Comarca de Guadix sus rasgos característicos sin renunciar a la comodidad y el confort que están presentes en las actuales casas-cueva que constituyen la mayor concentración de Europa. Hoy día estas casas-cueva sirven de vivienda para los lugareños y también se utilizan como viviendas turísticas que se alquilan o bien se han reconvertido en albergues turísticos e incluso en museos como es el claro ejemplo de la Cueva Museo de Costumbres Populares, situada en Guadix en el Barrio de las Cuevas.

2.5.2. *El Castillo-Palacio de La Calahorra*

Se trata de una construcción puramente castrense, de considerable importancia artística por ser el primer edificio español que introduce en España el estilo renacentista. Esta fortaleza, declarada Monumento Histórico-Artístico Nacional, fue construida entre los años 1509 y 1512 por Rodrigo Díaz y Mendoza, primer Marqués de Zenete y primogénito del Cardenal Mendoza. El Marqués era un hombre culto y refinado y tras viajar por Italia encargó el proyecto al arquitecto Lorenzo Vázquez y al escultor genovés Michele Carloni. Se cuenta que viudo de su primera mujer, se enamoró perdidamente de María de Fonseca, una muchacha de quince años que raptó de un convento y con la que se casó. La fortaleza la construyó para alojar en ella a su amada, razón por la cual sobre la puerta de acceso mandó colocar el escudo de ella. El edificio es de planta

rectangular y tiene cuatro torreones circulares que están cubiertos por cupulitas. Se edificó con sillería de piedra del lugar y mármol de Carrara.

2.5.3. *Guadix, Ciudad Monumental*

La ciudad de Guadix es uno de los asentamientos humanos más antiguos de España. Julio César en el año 45 antes de Cristo la elevó al rango de colonia romana llamándola *Iulia Gemella Acci*. La ciudad tomó su nombre del árabe *Guad-Haix* que significa *Río de la Vida*. En el siglo XV albergó la Corte de El Zagal quien entregó la ciudad a los Reyes Católicos en 1489. Por su patrimonio monumental fue declarada Conjunto Histórico. Éste se halla conformado por iglesias, palacios de la nobleza, edificios civiles y judería. En el interior de la antigua Medina se enclava el Barrio Latino que conduce a la Catedral, edificio en el que se funden los estilos gótico, renacentista y barroco. Al sur de la población se encuentra la Alcazaba, fortaleza-palacio de origen califal del siglo XI, declarada Monumento Nacional en 1931, que se conserva casi íntegra; y la Iglesia de Santiago, declarada Bien de Interés Cultural, con su portada de estilo plateresco y su torre mudéjar.

2.5.4. *Baza, Ciudad Milenaria*

La primitiva *Basti* ibérica y romana, llamada *Batza* por los musulmanes consta de un rico patrimonio monumental. Cabe mencionar la Colegiata Concatedral de la Encarnación, declarada Monumento Nacional, de origen gótico y traza renacentista. La Alcazaba, que se encuentra en el corazón del Centro Histórico de la ciudad, es una fortaleza casi inexpugnable pues está ubicada en la zona más alta de la ciudad; sus murallas presentan tres fases constructivas: una primera islámica del siglo XI-XII, una segunda nazarí del siglo XV y una última cristiana del siglo XVI. Los Baños Árabes, que datan del siglo X y se encuentran en el barrio de la Judería, son los más antiguos de la Península conservados desde la época islámica.

3. EL BALNEARIO

En la confluencia de los ríos Fardes y Gor existe el Balneario de Alicún de las Torres (Figura 4). El enclave en que se halla es un exuberante vergel rodeado paradójicamente de las tierras desérticas de la zona.

El Balneario está situado en la carretera de Gorafe s/n, a 10 Km de Villanueva de las Torres, a 8 Km de Gorafe, a 32 Km de Guadix, a 48 Km de Baza, a 90 Km de Granada y a 450 Km de Madrid.

El establecimiento está a 790 metros sobre el nivel del mar y se encuentra en las coordenadas geográficas UTM X = 490.900 e Y = 4.152.050 del huso 30.

3.1. Los Manantiales

La utilización de las aguas de Alicún de las Torres parece ser que se inició en el siglo III de nuestra era en que por influencia romana se aplicaron en una terma descubierta de uso popular. Bajo la dominación musulmana se revitalizó el uso tradicional de estas aguas como baños públicos y se mantuvo una única alberca al aire libre. Pudiera ser que a finales del siglo XIII o principios del siglo XIV se edificara alguna casona para el alojamiento de los agüistas.



Figura 4. El Balneario de Alicún de las Torres.

En cuanto a los manantiales, en el siglo XIX se describían doce manantiales de los cuales sólo tres se utilizaban desde el punto de vista terapéutico: dos para baños, Baño Viejo, totalmente natural, con aguas termales a 36 °C, Baño Nuevo, artificial, que se surtía de una surgencia a través de una conducción al aire libre por lo que la temperatura era inferior, 35 °C, y La Teja cuyas aguas surgían a 31,25 °C y que se empleaba en bebida. Se citaban asimismo otros tres manantiales cuyas aguas eran notables para bebida como eran La Higuera cuyas aguas llevaban sales férricas, el Magnesiano cuyas aguas, de pretendidas acciones purgantes, se usaban sólo por prescripción especial del médico director puesto que Salvador Asprer y García en 1896 comentaba que «su sabor desagradable hace que no sea buscada por gusto de los bañistas» y por último el Selenioso.

3.1.1. *Propietarios*

Al término de la presencia musulmana, y tras la Reconquista, a finales del siglo XV los baños pasaron a ser propiedad de algunas familias aristocráticas como los Bazán, Torcharolo y Bracamonte. No es extraño por ello que durante algún tiempo el Balneario fuera conocido con el nombre de «Balneario de Bracamonte» en recuerdo de los dueños de esta familia a quienes perteneció.

Los Reyes Católicos para recompensar a los nobles que ayudaron a la Reconquista entregaron tierras que habían sido confiscadas a los musulmanes y está documentada la escritura del Mayorazgo concedido en 16 de abril de 1570 al Doctor Don Baltasar de Santa Cruz Bocanegra, Marqués del mismo título, y a su esposa Doña María de Vergara. Los manantiales estaban comprendidos en el Mayorazgo que ellos fundaron y que permaneció en poder de dicha familia durante tres siglos más. En el siglo XVIII eran propiedad de Don Isidro Alfonso de Sousa de Portugal y Guzmán, duodécimo Marqués de Guadalcazar y Conde de los Arenales, Grande de España. Pascual Madoz refiere que en el lugar de Alicún (aldea también conocida como Alicún de Don Diego, que pasó a denominarse Alicún de las Torres, que dio nombre a los baños) existía una fuente cuyas «aguas (que) en el día van adquiriendo nombre, y aun antiguamente se frecuentaban mucho (...) hay un cortijo, propiedad del conde Arenales» donde se hospedaban los bañistas» (11).

En los años setenta del siglo XIX, como consecuencia del Reglamento de Baños y Establecimientos de Aguas Mineromedicinales de 1868, sus aguas, que se surten de la captación de cinco manantiales, a petición de su propietario el Marqués de Guadalcázar, Luis de Salamanca y Ramírez de Haro, décimosexto Marqués, fueron declaradas de utilidad pública el 31 de marzo de 1870 por Nota de la Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimientos Penales (12).

En 1877 la propiedad pertenecía a Josefa Núñez del Prado, Marquesa viuda de Guadalcázar, y en 1879 figuraba como Administrador Antonio Ortiz López.

En 1897 la propietaria era Concepción Utrera y Núñez mientras que Antonio Jiménez, residente en Baza, se ocupaba de la Administración. El último sucesor del Mayorazgo fue Josefa Juliana Utrera y Núñez del Prado que tomó los hábitos de monja de clausura y donó sus bienes al convento. La Congregación del Segundo Real Monasterio de la Visitación de Santa María, más conocida como Salesas Nuevas, vendió la propiedad en 1898 a la llamada Sociedad de Fomento de la Propiedad Peninsular de Madrid.

En 1920 la propiedad de la finca fue adquirida por José María Medialdea Vázquez, juntamente con sus cinco hermanos que eran naturales de Guadix. En 1944 se fraccionó el Mayorazgo en el repartimiento entre hermanos, quedando el lote donde se ubicaba el Balneario en poder de José María Medialdea Vázquez. En 1965, y tras una nueva segregación de la finca, el Balneario pasó a manos de Fernando Medialdea Olivencia y en 1975, sus herederos crearon la sociedad AGINSE, S. L., donde incorporaron el legado del Balneario.

3.1.2. *Clasificación*

Se debe a Juan de Dios Ayuda, Médico Titular de la ciudad de Guadix e Inspector de las Aguas Minerales de Andalucía, el primer análisis de las aguas medicinales de Alicún de las Torres que incluye en el primer tomo de su obra *Examen de las aguas medicinales de mas nombre, que hay en las Andalucias*, que vio la luz en Baeza en el año 1793 (13) (Figura 5). Como resultado de su análisis concluye

que se trata de aguas termales que llevan disuelto gas ácido carbónico y cinco sales fijas: muriate de magnesia, sulfato de magnesia, sulfato calizo, tierra calcárea y sílice.

En el año 1868 Pedro Bassagaña y Bonhome, Doctor en Farmacia y Catedrático en la Universidad Literaria de Granada, remitió el 11 de agosto de ese año el segundo análisis de estas aguas que sirvió para su declaración de utilidad pública, análisis que se publicó en *El Restaurador Farmacéutico* el 13 de septiembre de ese mismo año (14). El análisis, que practicó cualitativa y cuantitativamente, arrojó que en la composición de las aguas entraban nitrógeno, oxígeno, sulfato de cal, sulfato de magnesia, bicarbonato de cal, bicarbonato de magnesia, cloruro magnésico y sílice por lo que según él resultaba que «pertenece á las salino-termales, por contener diversas sales y una temperatura mayor que la ordinaria».

Al año siguiente un tercer análisis fue practicado por Ramón Aparicio Requena, Licenciado en Farmacia establecido con farmacia de su propiedad en la ciudad de Guadix, quien rebate el análisis de Pedro Bassagaña aún cuando solo practicó el análisis cualitativo ya que el cuantitativo no pudo realizarle por impedirsele su «estado de

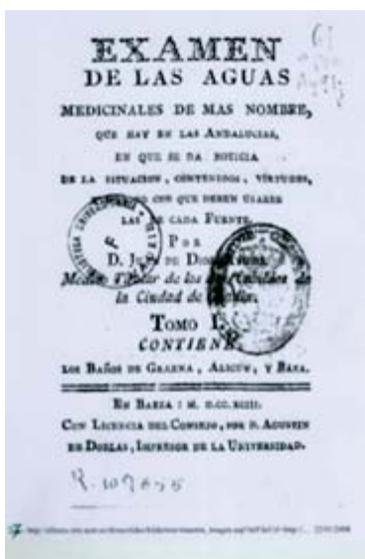


Figura 5. Portada de la obra de Juan de Dios Ayuda.

salud y carencia de más reactivos que los indicados, é instrumentos». El análisis enviado el 15 de noviembre de 1869 fue publicado en *El Restaurador Farmacéutico* el 28 de noviembre de 1869 (15) incluyendo la Fórmula racional que comprendía como Gases libres: nitrógeno y ácido carbónico y como Cuerpos combinados: cloruro de calcio, seleniato magnésico, selenito magnésico, «silicato potásico-vivásico» y «silicato sódico-vivásico». Por tanto concluye que las aguas «pertenecen a la clase termales, acídulo-salinas zoadas, seleniatadas».

A finales del siglo XX las aguas se clasificaban como termales, sulfatadas, bicarbonatadas, cálcicas, magnésicas y alumínicas (16).

Hoy en día se clasifican como sulfatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas (17).

3.1.3. *Indicaciones*

En el siglo XVIII Juan de Dios Ayuda señalaba que el uso de esta agua podía ser muy útil «habiendo fundados motivos para prometerse buenos efectos en aquellas indisposiciones, que vienen, ó están acompañadas de debilidad, y átonia, como sucede en los estupores, temblores, hemiplejías, y otras de esta clase». Las consideraba muy provechosas en «reumatismos: lo mismo en los vicios cutaneos, como sarna, herpes, empeynes, (...) escrófulas, y demas tumores deben aplicarse como remedio útil, y ventajoso». Sin embargo, no aconseja tomar las aguas en bebida por el peligro «à las malas resultas de piedra, y demás males de riñones, y vexiga». Pascual Madoz cita que las aguas de Alicún eran «útiles para curar el reuma, los vicios cutáneos, los humores en las destilaciones acres, oftalmias, y atenuar la linfa» (11).

Desde mediados del siglo XIX las aguas en baño se empleaban principalmente para afecciones reumáticas crónicas pero se utilizaban también para enfermedades artríticas y gotosas, para contracturas musculares y tendinosas así como para numerosas enfermedades como las que afectaban a las mucosas, al sistema nervioso y por eso se recomendaban para el histerismo, hemicraneas y neuralgias. También se prescribían para parálisis, hemiplejías, enfermedades

digestivas, cólicos nefríticos, procesos inflamatorios del sistema linfático y en atonías como eran la anemia y caquexia. En bebida se prescribían como purgantes, diuréticas, para aumentar la tonicidad estomacal y estimular el apetito, la función renal, hepática y pancreática.

A fines del siglo XIX se señalaba también para qué enfermedades estaban contraindicadas las aguas de estos baños, así para enfermedades agudas con manifestación febril, en enfermos que padecían epilepsia, asma, tisis, hemoptisis, hipertrofia del corazón, aneurismas en los vasos sanguíneos, tumoraciones o ulceraciones cancerosas, procesos infecciosos purulentos e incluso se decían estaban contraindicadas para las personas de avanzada edad.

En la actualidad se reconocen a estas aguas acciones terapéuticas sobre el aparato locomotor por lo que están indicadas para reumatismos, secuelas de traumatismos y procesos algo distróficos; sobre el aparato respiratorio por lo que se tratan con ellas afecciones crónicas, catarros y alergias; sobre el aparato digestivo y por ello se prescriben para curar procesos gastroentéricos, colitis, afecciones dispépsicas hipersecretoras y procesos hepatobiliares; en dermatología están indicadas en soriasis, neurodermatitis difusa, dermatitis o eccemas seborreícos y crónicos; en urología en procesos relacionados con alteraciones del ácido úrico; y en neurología en neurosis, síndromes infraneuróticos y procesos que cursan con estrés (17).

3.1.4. *Instalaciones*

Se sabe que en el siglo XVI existían dos albercas para que hombres y mujeres hicieran uso separadamente de las aguas mineromedicinales en baño, tal y como era costumbre en la época, e incluso que se había construido una venta junto a los baños para hospedar a los agüistas. Sin embargo, según Juan de Dios Ayuda en el siglo XVIII da cuenta de la existencia de una sola alberca, pues la otra había quedado reducida a ruinas, describiendo que en ella «sale el agua á borbollones». Según Pascual Madoz los agüistas «se hospedan con confusion, y sin ninguna comodidad (...) es lástima que siendo tan provechosas esta agua no se cuide de cubrirlas y de construir algunas habitaciones para comodidad de los enfermos» (11).

Entre 1844 y 1847 se hicieron unas construcciones reformando los baños y edificando una hospedería pero todo ello era de mala calidad y falta de todo lo necesario para su habitabilidad, ni siquiera existía mobiliario por lo que los bañistas habían de proveerse de todo lo necesario para su permanencia y subsistencia. La hospedería estaba enfrente de los baños, a corta distancia pero los bañistas habían de atravesar «una cuesta eternamente llena de lodo y sumamente resbaladiza», motivo por el cual los médicos directores solicitaban de los propietarios año tras año que se realizaran mejoras tanto en la hospedería como en los baños y demandando que éstos debían dotarse de pilas de mármol, piscinas que reunieran condiciones adecuadas así como de aparatos para aplicar las aguas según las diferentes técnicas hidroterápicas. También solicitaban que se dotase al balneario de cuadra, jardín, huerta e incluso que se mejoraran los caminos de acceso pues el establecimiento se calificaba por el médico director Manuel de Robles y Ochoa en 1879 «de lo peor que pueda haber en la Península entre los de su clase». La falta de limpieza también era patente por lo que los bañistas ponían en peligro su salud, motivo por el que no es de extrañar que el médico director Benito Minagorre y Cubero solicitase a las autoridades en 1889 « 1º Que se excluya del catálogo oficial el establecimiento de baños de Alicún, y 2º que se declarase oficialmente la necesidad de ejecutar obras que los pongan en condiciones reglamentarias y en caso de negarse á ello la propiedad, se proceda (...) á la expropiación forzosa». En 1894 el médico director Manuel de Robles y Ochoa comentaba «Disgusto causa en verdad al ver despreciado el gran Tesoro de la Salud que tan prodigiosamente Dios nos concede».

Entre otras de las dependencias de que se debían dotar los baños, algunos médicos directores como Nicolas Calleja y Vicario en 1877 se encontraba «Una botica» y Rosendo Peinado Díez de Oñate en 1900 señala que al carecer los baños de «botiquín (...) habiendo tenido esta Direccion necesidad de proveerse por su cuenta de los medicamentos mas necesarios» con el inconveniente que suponía la circunstancia de que la farmacia más próxima se encontraba a 25 Km.

A principios del siglo XX, se edificó una casa de baños de nueva planta, con pilas de mármol y se construyeron unas habitaciones sobre ellos. La hospedería se mejoró y entre los dos edificios se colocó un depósito de agua. No obstante, el médico director Ro-

sendo Peinado Díez de Oñate se queja del estado de ambos edificios puesto que los baños carecían de aparatos hidroterápicos y solo disponían de cuatro o seis sillas «unas perchas y estacas clavadas en la pared (...) no habiendo tampoco ni una estera para no ensuciarse los pies á la entrada y salida del baño». Según él la limpieza brillaba por su ausencia por lo que decía que «la higiene resulta un mito».

En 1911 se reedificó el edificio, siendo entonces propietario el Marqués de Guadalcazar, siguiendo el resurgimiento de la hidroterapia y los cánones de la moda del mediterráneo francés e italiano, se procede a una reconstrucción total dotando, al que ya podemos considerar un auténtico establecimiento balneario, de amplias cabinas individuales y procediendo a remozar y ampliar la venta que había de hospedar a los agüistas. Se podía albergar a 120 personas, la construcción era rectangular y constaba de dos pisos de altura, patio interior, comedor, sala de baile y casino.

En 1960 se remozó todo el conjunto arquitectónico de las instalaciones balnearias cobrando un aspecto en general como el que hoy se observa (18).

A partir de 1970 se llevaron a cabo importantes reformas en el edificio que iba a contar con un complejo formado por piscinas, restaurante y hotel. El Hotel Reina Isabel se construyó sobre parte de la anterior hospedería. En 1998 se abordaron una nueva serie de reformas que dieron como resultado la imagen actual del Balneario (19).

Las propiedades mineromedicinales de las aguas termales se unen a la calidad de sus modernas instalaciones que se armonizan con la belleza y tranquilidad del entorno.

Las dependencias que configuran el Balneario ocupan una extensión de 600 m² en las que se puede atender diariamente a 150 personas. Las prácticas terapéuticas que se aplican a los agüistas son en baño por inmersión en tanqueta, ducha o chorro, baño de vapor, estufa, inhalación, ducha nasal, aerosol, rehabilitación en piscina e hidromasaje subacuático, parafangos, electromasaje y quiromasaje.

El Hotel Reina Isabel, con categoría de dos estrellas, está comunicado interiormente con el Balneario y tiene capacidad para 85

personas. Dispone de áreas comunes climatizadas: salón de estar, salita de conferencias, piscina cubierta, comedor y cafetería. Además a escasos metros del hotel se encuentran las Piscinas Los Torreones al aire libre, una para adultos y otra para niños, que se hallan alimentadas por aguas termales. Todas las habitaciones del hotel disponen de televisión, teléfono, calefacción y climatización.

La temporada de funcionamiento del Balneario en un principio comprendía de 1 de mayo al 30 de junio y del 1 de septiembre al 31 de octubre (12). Hoy día comienza el 12 de febrero y finaliza el 21 de diciembre.

4. MÉDICOS DIRECTORES

Las malas condiciones en que se encontraban tanto el Balneario como la Hospedería durante muchos años no hicieron posible cubrir la plaza de Médico-Director en propiedad. Prueba de ello es que hubo años en que el establecimiento permaneció cerrado en diferentes periodos así por ejemplo desde 1906 a 1916.

En los periodos en que el Balneario se encontraba en funcionamiento la plaza de Médico-Director se cubrió por supernumerario, como fue el caso de Benito Minagorre y Cubero en 1889, en interinidad en la mayoría de los casos, o mediante contrato extendido a médicos no habilitados cuando así lo permitió la normativa vigente como sucedió en 1917 con Cándido Campo y en 1918 y 1920 con Rosendo Peinado Díez de Oñate, residente en Guadix. Fue este último y Manuel de Robles y Ochoa, también residente en Guadix, quienes fueron responsables de la salud de los bañistas en el establecimiento durante más tiempo. Los datos hallados nos han permitido conocer qué médicos estuvieron al frente del Balneario en los años que se indican a continuación. En los últimos años fue responsable facultativo del balneario el Médico Titular de Villanueva de las Torres.

| | |
|------|-------------------------------|
| 1846 | Miguel López de Argüeta (20). |
| 1868 | Antonio Lozano y Barón. |
| 1869 | Antonio Lozano y Barón (21). |
| 1871 | <i>Ibidem</i> (22). |

- 1877 Nicolás Calleja y Vicario.
 1879 Faustino de Acha en la primera temporada, residente en Madrid.
 1879 Manuel de Robles y Ochoa en la segunda temporada, residente en Guadix.
 1880 Laureano Delgado y Romero, residente en Madrid.
 1882 Francisco García Chicano, residente en Madrid.
 1884 Manuel de Robles y Ochoa.
 1889 Benito Minagorre y Cubero, residente en Guadix.
 1894 Manuel de Robles y Ochoa.
 1895 *Ibidem.*
 1896 Salvador Asprey y García, residente en Lebrija (Sevilla).
 1897 José Casaus Olmos, residente en Valencia.
 1898 Francisco García Pérez.
 1899 Rosendo Peinado Díez de Oñate, residente en Guadix.
 1900 *Ibidem.*
 1902 *Ibidem.*
 1914 Cándido Campo.
 1916 Rosendo Peinado Díez de Oñate.
 1917 Cándido Campo.
 1918 Rosendo Peinado Díez de Oñate.
 1919 Luis de la Oliva.
 1920 Rosendo Peinado Díez de Oñate ½ temporada.
 José María Medialdea Torre-Marín, residente en Guadix.
 ½ temporada.
 1924 Silvano Escribano.
 1982 Rafael Jiménez Martínez.
 1984 Julio Romera Pimentel.
 1985 Francisca Casas.
 1986 Julio Romera Pimentel.
 Miguel Ángel Colomer Rodríguez.
 1987-1993 Ángel Alonso Palacios.
 1993-2001 José Mesa Magaña.
 2002 Encarnación Carmona Ruiz.
 2003-2008 José Ignacio Garrido Fernández-Pita.

5. LOS FARMACÉUTICOS Y SU PAPEL EN RELACIÓN CON LOS BAÑOS DE ALICÚN DE LAS TORRES

Ya hemos mencionado anteriormente que fueron dos los farmacéuticos que analizaron las aguas de Alicún: Pedro Bassagaña y Bonhome y Ramón Aparicio y Requena.

5.1. Pedro Bassagaña y Bonhome (1816-1894)

Obtuvo su Licenciatura en Farmacia en el Colegio de Farmacia de San Victoriano de Barcelona. Ocupaba la Cátedra de Operaciones Farmacéuticas de la Facultad de Farmacia de la Universidad Literaria de Granada desde el año 1860 (23).

En la fecha en que envió el análisis mantenía su destino en esa Universidad. Era considerado como un gran perito en cuestiones de farmacia práctica y como se comentó su análisis sirvió para la obtención de la declaración de utilidad pública de las aguas de Alicún.

En su trabajo analítico de las aguas del balneario describe los caracteres físicos y químicos y pasa después al análisis cuantitativo y al resultado general. Indica que la temperatura de las aguas es de 35 °C según el dato que le suministró el médico director de los baños (14). No parece que conociera el establecimiento sino que el facultativo debió remitirle unas muestras de agua para que efectuara el análisis ya que no incluye ninguna descripción acerca del Balneario y los manantiales.

5.2. Ramón Aparicio Requena (¿ - 1891)

Son pocos los datos biográficos que se conocen de este farmacéutico. Establecido con oficina de farmacia en la ciudad de Guadix fue además Sudelegado de Farmacia de Guadix e Iznalloz y Profesor de Física, Química e Historia Natural en el Seminario Conciliar de Guadix (24).

Ramón Aparicio hace una descripción muy pormenorizada de la situación de los baños y sus aguas en una Reseña Preliminar donde

dice que acudió «por primera vez (...) como un doliente, el día 30 de Setiembre (de 1869) sin la menor intención de verificar ninguna clase de ensayos químicos, fui impulsado por el médico director de dichas aguas y demás concurrentes que me obligaban a ello». Se ocupa después de las Propiedades físicas y organolépticas de las aguas de la Fuente de la Teja, del Baño Nuevo y del Baño Viejo respectivamente. Finaliza su trabajo con un Resumen en el que pone de manifiesto la presencia de Selenio en las aguas así como de la Fórmula Racional, exclusivamente cualitativa como dejamos dicho anteriormente y que muestra el «estado normal en que se encuentran las sustancias ya evidenciadas en el agua mineral» (15).

6. PACIENTES

Las dificultades de acceso a los Baños de Alicún de las Torres en el siglo XIX debido a las malas vías de comunicación influían en la escasa concurrencia de agüistas a pesar de las reconocidas cualidades de sus aguas. Desde Guadix los bañistas se desplazaban en diligencia o bien a caballo. Asimismo la falta de condiciones necesarias en la instalación de los baños como establecimiento de salud pública y en la hospedería como lugar para dar un albergue adecuado a los pacientes imposibilitaba un aumento de la población paciente. Los bañistas procedían habitualmente de lugares próximos a Villanueva de las Torres y concretamente de la provincia de Granada y Jaén. La mayor parte, según comenta el médico director Salvador Asprer y García eran «labradores y pequeños propietarios de los pueblos cercanos (...) no concurren las clases más acomodadas (...) temiendo las molestias e incomodidades que les aguardan».

Según los datos que hemos hallado en los años que citamos a continuación, el número de agüistas fue el siguiente en su totalidad y atendiendo a su diferente condición social:

| Años | Acomodados | Pobres | Tropa | Total |
|------|------------|--------|-------|----------|
| 1869 | | | | 337 (12) |
| 1877 | 54 | 26 | | 80 (½)* |
| 1879 | 376 | 39 | | 415 |
| 1880 | 181 | 38 | 1 | 220 |

| Años | Acomodados | Pobres | Tropa | Total |
|------|------------|--------|-------|------------|
| 1882 | 137 | 29 | | 166 |
| 1884 | 137 | 62 | | 189 |
| 1889 | 108 | 31 | | 139 |
| 1894 | 70 | 39 | | 109 (1/2)* |
| 1895 | 219 | 41 | | 260 |
| 1896 | 132 | 40 | | 172 |
| 1897 | 146 | 48 | 1 | 195 |
| 1900 | 194 | 63 | | 257 |
| 1901 | 173 | 35 | 1 | 209 |
| 1902 | 247 | 48 | | 265 |
| 1903 | 240 | 83 | | 323 |
| 1905 | 130 | 56 | | 186 |
| 1916 | 195 | 98 | | 293 |
| 1918 | 32 | 12 | | 44 (1/2)* |
| 1919 | 108 | 51 | | 159 |
| 1920 | 27 | 7 | | 27(1/2)* |
| 1921 | 108 | 34 | 142 | 284 |
| 1922 | 123 | 36 | | 159 |
| 1997 | | | | 1400 (18) |

El Balneario de Alicún de las Torres se halla incluido en el Programa de Termalismo Social desde el momento en que éste se implantó y constituye el 50% de la demanda total del Balneario prestando asistencia balneoterápica a las personas de la tercera edad que precisan de tratamiento reumatológico y respiratorio participando entonces con 610 plazas que se ofertaban durante siete meses al año, de marzo a agosto y durante octubre y noviembre (25). En el año actual se han ofertado 1.300 plazas durante diez meses, exceptuando enero y agosto, y comprende el transporte de acercamiento gratuito desde la localidad más cercana con transporte público hasta la estación termal (26).

7. CONCLUSIÓN

El Balneario de Alicún de las Torres, es un centro hidroterápico muy importante de la Comunidad Autónoma de Andalucía (27). Constituye un centro de salud para el cuerpo y el espíritu donde los agüistas pueden recuperar la salud perdida a lo cual contribuye el

hecho de que al estar enclavado en un paisaje rural, alejado de importantes núcleos urbanos, permite el descanso y la relajación de aquéllos. A ello se suma una atracción singular por ser un auténtico oasis en medio de las zonas desérticas de la zona y permitir la práctica de actividades físicas, como es el senderismo, y culturales por su proximidad a espacios naturales, arqueológicos, artísticos y turísticos de importancia.

8. FUENTES DOCUMENTALES

Hemos de agradecer las informaciones dadas por la propiedad del Balneario a través de D. José María Medialdea su Director Gerente, así como las facilidades dadas por la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Manuscritos:

- Acha, F. (1879) *Memoria sobre los baños y aguas minerales de Alicún*. Ca 2731 (10).
- Asprer y García, S. (1896) *Establecimiento de aguas minerales de Alicún*. Ca 2834 (3).
- Calleja y Vicario, N. (1877) *Memoria de las Aguas minero-medicinales de Alicún de las Torres*. Ca 2783 (13).
- Delgado y Romero, L. (1880) *Memoria del Establecimiento balneario de Alicún*. Ca 2766 (7).
- Casaus Olmos, J. (1897) *Memoria del establecimiento de aguas Minerales de Alicún*. Ca 2838 (4).
- García Chicano, F. (1882) *Establecimiento balneario de Alicún de Ortega*. Ca 2772 (16).
- Minagorre y Cubero, B. (1889) *Memoria reglamentaria de los Baños de Alicún*. Ca 2845 (3).
- Peinado Díez de Oñate, R. (1900) *Establecimiento balneario de Alicún*. Ca 2849 (4).
- Robles y Ochoa, M. (1879) *Año 1879: Memoria sobre las aguas termo minero medicinales de Torres de Alicún*. Ca 2732 (12).
- Robles y Ochoa, M. (1884) *Memoria de hidrología químico-médica de las Aguas acidulas Salino Seleniatadas incrustantes termales de Torres de Alicún*. Ca 2734 (15).
- Robles y Ochoa, M. (1894) *Memoria monografica sobre el agua salino termal acidula mixta suave incrustante de los manantiales de Alicún de las Torres*. Ca 2830 (4).
- Robles y Ochoa, M. (1895) *Modelo numero 1º: Establecimiento de Aguas Minerales de Alicún de las Torres*. Ca 2833 (4).

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Casas Morales, A. (1949) La estación prehistórica de los Baños de Alicún (Granada). *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*. XXIV. 1-4: 85-97.
2. Herreros Sánchez, C. <http://villanuevadelatorresgranada.com>
3. http://www.cerespain.com/villanueva_de_las_torres.html
4. <http://www.panoramio.com/photo/608392>
5. Cappa, G. *Cerro de Mencil, subida a la Prehistoria*. <http://www.turgranada.es/excursiones-y-senderismo>
6. http://www.renfe.es/empresa/mundo/medio_ambiente/guadix.html
7. <http://www.sierradebaza.org>
8. <http://sevilla.abc.es/informacion/especialarqueologia/gorafe.html>
9. <http://www.altipla.com/baza/turismo/sierra.htm>
10. <http://www.telefonica.net/web2/phranet/huelago/geografia.html>
11. Madoz, P. (1847) *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. 2^a ed. Madrid, Est. Tipográfico-Literario Universal. Pág. 8.
12. *Gaceta de Madrid*. CCIX, 10-04-1870, 100: 2.
13. Ayuda, J.D. (1773) *Examen de las aguas medicinales de mas nombre, que hay en las Andalucias*. Baeza, Agustín de Doblas. Pág. 215-225.
14. Bassagaña, P. (1868) Análisis de las aguas minerales de los baños de Alicún. *El Restaurador Farmacéutico* XXIV. 37: 579-581.
15. Aparicio Requena, R. (1869) Observaciones sobre los baños minerales de Alicún. *El Restaurador Farmacéutico*. XXV. 48: 763-766.
16. Asociación de Balnearios de Andalucía. 1995.
17. Asociación de Balnearios de Andalucía (s.a.) *Estación Termal de Alicún de Las Torres*. Guadix, impr. El 1º de Abril.
18. Rubio Campos, J.C. (2006) *Guía de manantiales de la provincia de Granada: una visión sobre su origen y naturaleza*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España. Diputación de Granada. Pág. 74.
19. <http://www.alicundelatorres.com/historia.htm>
20. Martínez Reguera, L. (1896) *Bibliografía Hidrológico-Médica Española*. Madrid, Establecimiento Tipográfico «Sucesores de Rivadeneyra. Tomo Primero, pág. 209.
21. *Ibidem*. Tomo Segundo, pág. 418.
22. *Ibidem*. Pág. 430.
23. Roldan Guerrero, R. (1963) *Diccionario biográfico y bibliográfico de autores farmacéuticos españoles*. Madrid, Gráf. Valera, S.A. Tomo I, pág. 303-304.
24. *Ibidem*. Pág. 194-195.
25. Confederación de Empresarios de Andalucía (1995) *Informe sobre el turismo de salud en Andalucía*. Sevilla, Confederación de Empresarios de Andalucía. Pág. 43-44-64.
26. Resolución de 12 de noviembre de 2007, del Instituto de Mayores y Servicios Sociales, por la que se convoca la concesión de plazas para pensionistas que

deseen participar en el Programa de Termalismo Social. *B.O.E.* 23-11-2007, 281: 48111-48119.

27. San José Arango, C. (1997) *Balnearios y curhoteles andaluces*. Sevilla, Junta de Andalucía. Pág. 115.

***Información de Contacto:**

Dra. María del Carmen Francés Causapé.

Académica de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia.

Ronda de Segovia, nº 4, 1º B.

28005, Madrid.

CAPÍTULO II

Análisis físico-químico de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres

M.^a E. Torija Isasa, M.^a T. Orzáez Villanueva, M. García Mata, M.^a D. Tenorio Sanz

Dpto. de Nutrición y Bromatología II. Bromatología. Facultad de Farmacia. UCM.

RESUMEN

El Balneario de Alicún de las Torres (Granada) es uno de los más representativos de Andalucía desde tiempos muy antiguos. La composición de sus aguas es de enorme interés, sobre todo por el elevado contenido de determinadas sales.

Se han realizado análisis en dos de las surgencias, fuera y dentro del propio balneario y en un tercer punto cuyas aguas se utilizan fundamentalmente para la piscina. La temperatura del agua está en torno a los 34 °C; su pH es ligeramente superior a 7. Su conductividad y el residuo seco, así como su dureza, nos dan idea del elevado contenido de sales. De los aniones destacan los sulfatos y entre los cationes encontramos valores altos de calcio y magnesio.

Finalmente, de los resultados obtenidos, deducimos que las aguas del Balneario de Alicún de las Torres se pueden clasificar como hipotermales, de mineralización fuerte, muy duras, sulfatadas, cálcico-magnésicas.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales. Análisis físico-químico. Balneario Alicún de las Torres.

ABSTRACT**Physico-chemical analysis of the minero-medicinal water of Alicún de las Torres Spa**

This work considers the physico-chemical analysis of the waters from Alicún de las Torres. The historic old data are mentioned. The results obtained applying modern methods are commented in comparison to the values obtained by other authors. The samples analysed corresponded to those taken directly in the natural source of the water. According to the chemical and physical composition found in the samples, the minero-medicinal waters of Alicún de las Torres are warm (34,4°C), having high mineralization values and a high content of sulphates, calcium and magnesium.

Key Words: Minero-medicinal water. Physico-chemical analysis. Alicún de las Torres baths.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Alicún de las Torres se encuentra en el término municipal de Villanueva de las Torres (Granada), cerca de la confluencia del río Fardes con el Gor, en un entorno especial en el que llaman la atención los restos arqueológicos.

Las aguas de Alicún fueron utilizadas por los romanos y posteriormente por los árabes, y los «Baños de Alicún» se encuentran entre las que corresponden a los «balnearios romanos» de Andalucía, de la zona Guadix-Baza, según comenta Díez de Velasco (1). La primera referencia escrita de su existencia aparece en las reparticiones de las tierras reconquistadas, otorgadas por los Reyes Católicos a los nobles y caballeros que contribuyeron a la rendición del Reino de Granada. En el siglo XIX se describen doce manantiales, de los cuales sólo se utilizaban tres desde el punto de vista terapéutico: dos para baños, Baño Viejo, totalmente natural y Baño Nuevo, artificial, y La Teja, cuyas aguas se utilizaban para bebida [Francés y López, 2009, en esta misma monografía (2)].

En el año 1793 se realizó el primer análisis de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres, análisis que se debe a D. Juan de Dios Ayuda, Médico Titular de Guadix e Inspector de las Aguas Minerales de Andalucía. El análisis se incluye en el primer tomo de su obra «*Examen de las aguas medicinales de mas nombre, que hay en las Andalucías*» que se publicó en Baeza en 1793. Las aguas se definen como *Aguas termales que llevan disuelto gas ácido carbónico y cinco sales fijas: muriate de magnesia, sulfate de magnesia, sulfate calizo, tierra cálcarea y sílice*.

En el año 1868, D. Pedro Bassagaña y Bonhome, Doctor en Farmacia y catedrático de la Universidad Literaria de Granada, realizó el segundo análisis, que sirvió para su declaración de utilidad pública. El análisis se publicó en *El Restaurador Farmacéutico*, en septiembre del mismo año. Se consideró que las aguas *contienen nitrógeno, oxígeno, sulfato de cal, sulfato de magnesia, bicarbonato de cal, bicarbonato de magnesia, cloruro magnésico y sílice*, y se dice que las aguas *pertenecen a las salino-termales* [Francés y López, 2009, en esta misma monografía (2)].

El año siguiente, el licenciado en Farmacia Ramón Aparicio Requena realizó un análisis únicamente cualitativo y concluye que las aguas son *termales, acídulo-salinas zoadas, seleniatadas*.

Las aguas minero-medicinales del Balneario de Alicún de las Torres fueron declaradas de Utilidad Pública mediante una Nota de la Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimientos Penales, del 31 de marzo de 1870 [Francés y López, en esta misma monografía (2)].

A finales del siglo XX las aguas se clasifican como *sulfatadas, cálcicas, magnésicas y radiactivas* y en 1996, San José (3), en su publicación sobre balnearios andaluces, las define como *sulfatadas y bicarbonatadas cálcico-magnésicas o sulfatadas mixtas*.

En el *Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas* (2003) (4), las aguas de Alicún de las Torres se definen como un agua: *Hipotermal, de Mineralización fuerte, Sulfatada-cálcica-magnésica, Extremadamente dura*. En la información del propio Balneario de Alicún de las Torres (5) se indica que se trata de aguas *sulfatadas, cálcicas, magnésicas, radiactivas, de mineralización fuerte y extremadamente duras*.

A continuación hacemos mención a algunas de las publicaciones del siglo XIX en las que se habla de las aguas que nos ocupan.

1.1. Tratado «Nuevos Elementos de Terapéutica», de 1826

En el Tratado «*Nuevos Elementos de Terapéutica y de Materia Médica*» de J. Alibert (Figura 1), se indica que el agua contiene: *Muriato* [cloruro, RAE (6)] *de magnesia*, *sulfato de magnesia*, *sulfato de cal*, *tierra calcárea* y *sílice*. Se indica que el análisis es el realizado por «*D. Juan de Dios Ayuda, que forma parte de su obra intitulada Examen de las aguas medicinales de mas nombre que hay en las Andalucías*».

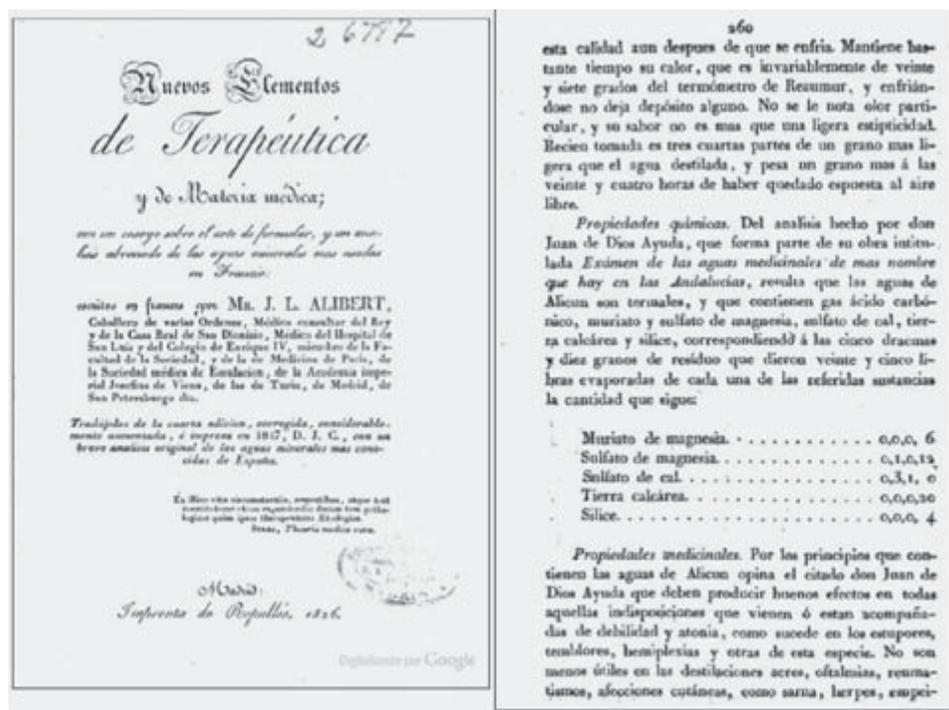


Figura 1. Datos sobre las aguas de Alicún de las Torres en el Tratado «Nuevos Elementos de Terapéutica», de 1826. Imagen tomada de <http://www.historia.delamedicina.org/alibert.html>.

1.2. Tratado «Manual de las Aguas Minerales de España y principales del extranjero», de 1850

En el «*Manual de las Aguas Minerales de España*» de F. Álvarez Alcalá (Figura 2) se comenta lo siguiente: «A dos leguas de Alicún se halla la fuente conocida con este último nombre, la que nace en un derrumbadero a corta distancia de la margen meridional del río Fandes».

«En este sitio se encuentran varios manantiales, de los que los más notables son los tres que se hallan a mayor altura y son muy abundantes. Los enfermos se bañan en el más bajo de los tres, el que surtía una balsa que actualmente está destruida. El agua mana a borbotones formando muchas ampollitas, lo cual sucede también cuando se agita una botella».

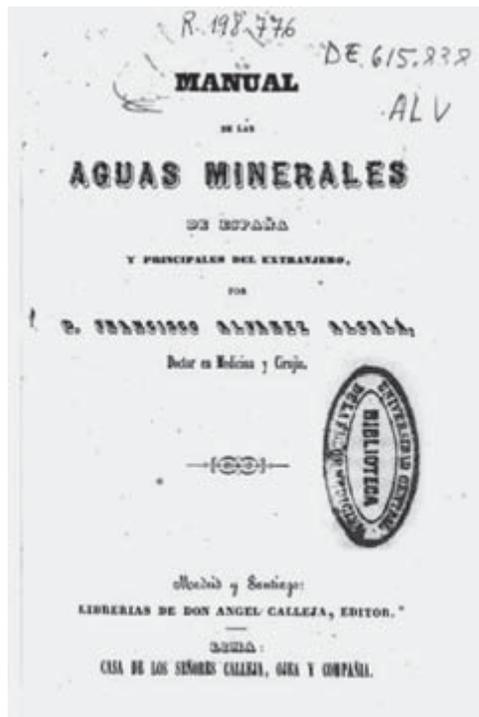


Figura 2. Portada del Tratado «Manual de las Aguas Minerales de España y principales del extranjero», de 1850. Imagen tomada de <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=45137256>.

En las páginas del Manual, de las cuales la Figura 3 incluye un ejemplo, se comentan las características de las aguas de Alicún (citado como Alicún de Ortega), clasificadas entre las aguas salinas, y se dice lo siguiente:

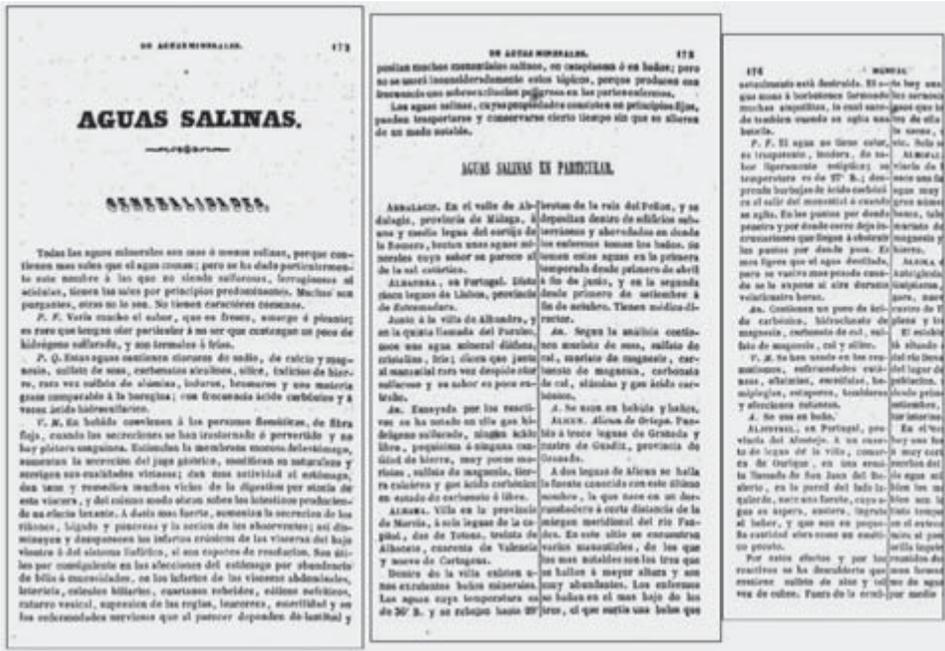


Figura 3. Textos del Tratado «Manual de las Aguas Minerales de España y principales del extranjero», de 1850. Imagen tomada de http://aguas.igme.es/igme/publica/libro1097pdf/lib109/in_o1.pdf

P.F. El agua no tiene color, es transparente, inodora, de sabor ligeramente estíptico [que tiene sabor metálico astringente, RAE (6)]; su temperatura es de 27° B; desprende burbujas de ácido carbónico al salir del manantial o cuando se agita.

En los puntos por donde penetra y por donde corre deja incrustaciones que llegan a obstruir los puntos por donde pasa. Es más ligera que el agua destilada, pero se vuelve más pesada cuando se expone al aire durante veinticuatro horas.

An. Contienen un poco de ácido carbónico, hidroclorato de magnesia, carbonato de cal, sulfato de magnesia, cal y sílice.

V.M. *Se han usado en los reumatismos, enfermedades cutáneas, oftalmias, escrófulas, hemiplejias, estupores, temblores, y afecciones cutáneas.*

A. *Se usa en baño.*

1.3. «Tratado completo de las Fuentes Minerales de España», de 1855

Por último, en el «*Tratado completo de las Fuentes Minerales de España*» de P. M. Rubio (Figura 4), se recoge que las aguas que nos ocupan contienen «*Gas carbónico, cantidad indeterminada; cloruro magnésico, 6 granos; sulfato magnésico, 84 granos; sulfato cálcico, 230 granos; carbonato cálcico, 20 y ácidos silícico, 04 granos*».

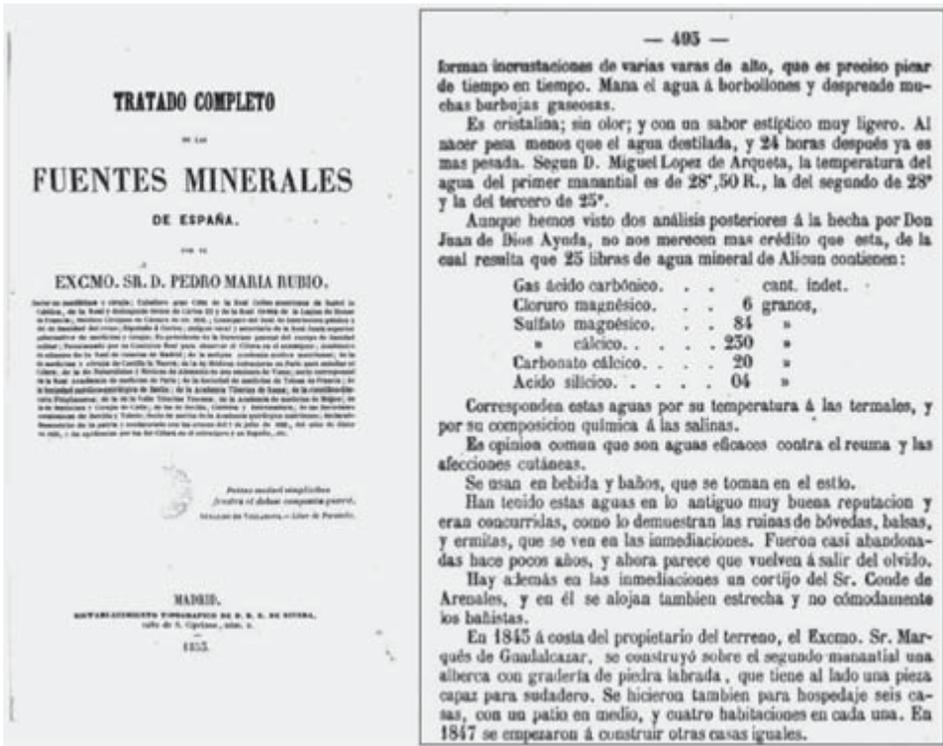


Figura 4. «Tratado completo de las Fuentes Minerales de España», de 1855. Imagen tomada de <http://books.google.es/books?id=2UZxk5uGtEw>.

2. ANÁLISIS REALIZADOS

A finales de octubre de 2008 se procedió a la recogida de muestras para la realización de los diferentes análisis. Se tomaron en tres puntos a los que denominamos «*Baños de abajo*», «*Baños*» y «*Eucaliptos*», que coinciden con los estudiados en el capítulo de análisis microbiológico de esta misma monografía (7). El último punto se encuentra fuera del balneario y las aguas se utilizan para la piscina; no obstante nos pareció de interés tomar las muestras con el fin de comparar con las correspondientes a los otros dos puntos.

Se realizaron una serie de análisis a pie de manantial y para las determinaciones que se iban a realizar en el laboratorio se recogieron las muestras, que se conservaron en nevera y en frascos estériles las destinadas a la determinación del poder reductor y otros.

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

Dado que no existe normativa específica para las aguas minero-medicinales, los comentarios a los resultados los haremos en relación, principalmente, con el RD 1074/2002 (8), por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas (antes RD 1164/1991), y el RD 140/2003 (9) por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano; en éste, se indica, en el artículo 3 correspondiente al ámbito de aplicación, «*que se incluyen todas aquellas aguas minero-medicinales de establecimientos balnearios que se rijan por RD Ley 743/1928 de 25 de abril, que aprueba el Estatuto, sobre la explotación de manantiales de aguas minero-medicinales, y por la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas*».

3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Las primeras tablas recogen los datos más generales. En la Tabla 1, los correspondientes a las constantes físico-químicas; en ella po-

demostramos apreciar que la temperatura ambiente más baja, de 16,6 °C, se encontró en el punto *Eucaliptos*, externo al balneario y en el que la toma de muestra se realizó a una hora más temprana. En los dos puntos correspondientes al propio balneario, la temperatura ambiente se encontró entre 20 y 26 °C, especialmente en el último punto, *Baños*, para el que la toma de muestra se realizó en el interior del balneario en la denominada «estufa».

Vamos a comparar nuestros datos con los de otros autores; entre ellos con los citados por San José (3), quien a su vez recoge los ofrecidos por el Departamento de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada, datos de 1988. También haremos referencia a los datos que aparecen en Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4).

La temperatura del agua fue de 34,3 y 34,4 °C, en los puntos denominados *Baños de abajo* y *Baños* y algo inferior, de 33,4 °C, en *Eucaliptos*. San José (3) refiere una temperatura de 34,5 °C y en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4) se indica 33,9 °C. Por su temperatura, y en relación con el tipo de uso que se va a dar a esta agua, se pueden clasificar como *hipotermales*. Autores como Casares *et al.* (10), Maraver (11) y Armijo *et al.* (12), las clasifican del mismo modo, ya que se trata de aguas con una temperatura inferior a 35 °C.

Tabla 1. Constantes físico-químicas.

| Parámetro | Unidades | Baños de abajo | Baños | Eucaliptos |
|----------------------|-------------|----------------|-------|------------|
| Temperatura ambiente | °C | 20,1 | 25,9 | 16,6 |
| Temperatura del agua | °C | 34,4 | 34,3 | 33,4 |
| pH | Unidades pH | 7,4 | 7,2 | 7,9 |
| Turbidez | FAU | < 1 | < 1 | < 1 |

En relación al pH, los valores encontrados fueron ligeramente superiores a 7,0. San José (3) indica un pH de 6,7 y en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4), se cita 6,9.

Según se observa en la Tabla 2, existe una pequeña cantidad de oxígeno, algo superior en el punto *Eucaliptos*, dadas sus caracterís-

ticas de surgencia. El anhídrido carbónico, no es muy alto e inferior al citado en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4), de 22,7 mg/L.

Tabla 2. Gases disueltos.

| Parámetro | Unidades | Baños de abajo | Baños | Eucaliptos |
|---------------------|----------|----------------|-------|------------|
| Oxígeno | mg/L | 0,83 | 0,57 | 3,2 |
| Anhídrido carbónico | mg/L | 12,3 | 13,6 | 5,2 |

En la Tabla 3 se recogen las características generales y debido a las mismas, vamos a insistir más en el contenido total de sales—observamos una alta conductividad eléctrica relacionada con un alto residuo seco—, así como especialmente en las de aquellos cationes y aniones que dan origen a sus propiedades.

Un reflejo de la importancia de su contenido salino se puede observar en las Figuras 4, 5 y 6 en las que queda reflejada la formación de las sales.

Tabla 3. Características generales.

| Parámetro | Unidades | Baños de abajo | Baños | Eucaliptos |
|---------------------------------|----------------------|----------------|---------|------------|
| Conductividad eléctrica a 20 °C | μS/cm | 1889,86 | 1894,79 | 1914,53 |
| Residuo seco a 180 °C | mg/L | 1964,00 | 1950,00 | 1934,00 |
| Oxidabilidad al permanganato | mg O ₂ /L | 1,88 | 1,57 | 1,69 |

Los valores de conductividad son, en todos los casos, superiores a 1.500 μS/cm. Para establecer de qué tipo de agua se trata, podemos considerar lo expuesto por Rodier (13) cuando se refiere a aguas potables, aunque no sean las nuestras, pero considerándolas como referencia; este autor indica que aguas con una conductividad de superior a 1.000 μS/cm son de mineralización excesiva para ser consideradas como un agua potable. El Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (2003) (4) menciona una conductividad de 2.300,0 μS/cm (a 25 °C) y San José (3), por su parte, refiere 1.671,0 μS/cm.



Figuras 4, 5 y 6. Formación de sales de las aguas de Alicún.

La cantidad total de sales, expresada como residuo seco se determina actualmente a 180 °C, pero anteriormente la determinación se realizaba a 110 °C, por lo que cuando comparemos nuestros datos con otros o en relación a la clasificación de nuestras aguas, haremos referencia a ambas temperaturas. Las aguas del Balneario de Alicún de las Torres son aguas de elevado residuo seco, próximo a los 1950-1960 mg/L. Por estos datos, podemos clasificar las aguas como de mineralización fuerte según la Legislación Española/CAE (2006) (14), ya que en ella se indica que las aguas con un residuo seco de este valor obtenido a 110 °C, se deben considerar como tales. El Vademécum de aguas mineromedicinales españolas (2003) (4) también se refiere al residuo obtenido dando dos valores en función de la temperatura de su determinación: a 110 °C da un valor de 2.226,0 mg/L y a 180 °C de 2.163,0 mg/L. San José (3) cita un valor de 2.236,0 mg/L.

Rodier (13) considera que las aguas potables de uso doméstico cuyo residuo esté comprendido entre 1.000 y 2.000 mg/L son aguas de tipo mediocre. Según el RD 1074/2002 (antes RD 1164/1991) (sobre aguas minerales naturales) (6) son aguas de mineralización fuerte las que tienen un residuo seco superior a los 1.500 mg/L.

La oxidabilidad al permanganato dio valores inferiores a 2 mg de O₂/L, que corresponde a aguas naturales sin polucionar (RD 140/2003 para calidad de las aguas de consumo humano) (9). Estos valores están de acuerdo con los obtenidos al determinar nitratos y nitritos, cuyos valores bajos (Tabla 5), así como la ausencia de amoníaco, dan idea de las características de potabilidad de las aguas.

La dureza de las aguas nos indica el contenido de sales de calcio y magnesio, por lo que en la Tabla 4 se incluyen estos valores. En las Figuras 7 y 8 se representan los valores de dureza, calcio y magnesio de las aguas de Alicún de las Torres comparando con los datos incluidos en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4).

Tabla 4. Dureza, calcio y magnesio.

| Parámetro | Unidades | Baños de abajo | Baños | Eucaliptos |
|--------------|-------------------------|----------------|--------|------------|
| Dureza total | mg CaCO ₃ /L | 1349,0 | 1316,0 | 1298,0 |
| Calcio | mg/L | 352,4 | 343,2 | 343,2 |
| Magnesio | mg/L | 112,3 | 109,4 | 105,6 |

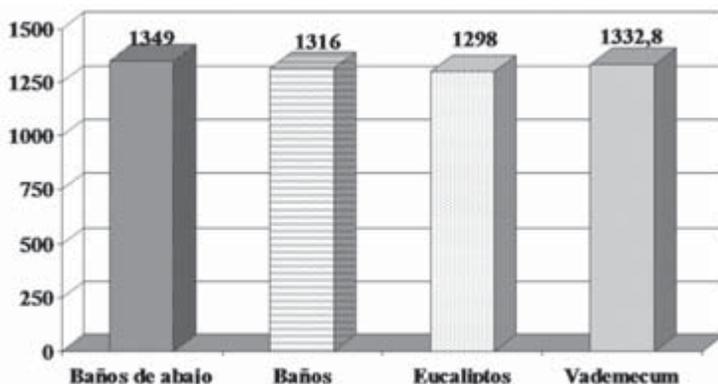


Figura 7. Dureza de las aguas de Alicún de las Torres (mg CaCO₃/L).

La dureza total de las aguas de Alicún supera los 1.300 mg/L de carbonato cálcico en los puntos *Baños de abajo* y *Baños* y es algo inferior pero muy próxima en *Eucaliptos*. En general, al clasificar las aguas según su dureza, ningún autor habla de aguas extremadamente duras; la mayoría citan aguas muy duras, si bien no hay coincidencia en el valor que marca la dureza más baja para esta denominación. Nuestros valores son muy superiores al de 500 mg CaCO₃/L, por encima del cual según Casares *et al.* (10) las aguas se consideran muy duras. No obstante, Armijo *et al.* (11, 15) se refieren a la clasificación de las aguas dada por Girard en 1973 en la que se incluyen como aguas extremadamente duras aquellas que contienen más de 400 mg/L de CaCO₃. Rodier (13), por su parte, comenta que las aguas con más de 600 mg CaCO₃/L son difícilmente utilizables si las consideráramos agua de bebida habitual. Por todo lo dicho, clasificaríamos nuestras aguas como muy duras.

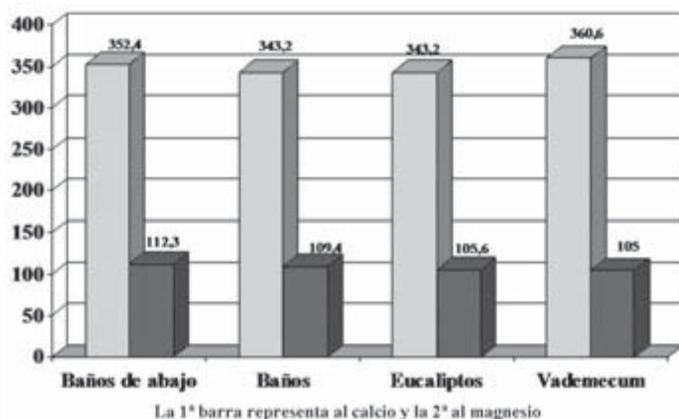


Figura 8. Calcio y Magnesio en las aguas de Alicún de las Torres (mg/L).

Como vemos en la Figura 7, en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4) se indica un valor de dureza similar al obtenido por nosotros.

El calcio y el magnesio, responsables de la dureza de las aguas, se encuentran, lógicamente, en cantidades importantes. El primero dio valores próximos a 350 mg/L y el segundo del orden de 100 mg/L. En la Figura 8 se observa la similitud de nuestros datos con los que aparecen en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Español-

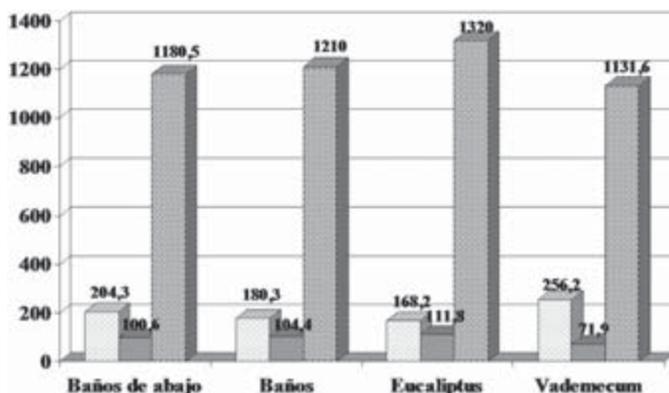
las (2003) (4) y que se corresponden también con los citados por San José (3) quien indica un valor de calcio de 416 mg/L y un valor de 71 mg/L de magnesio.

En relación al contenido de estos dos cationes, según la Directiva Comunitaria 80/777 (16) y el RD 1074/2002 (8), las aguas minerales naturales con un contenido de calcio superior a 150 mg/L pueden ser consideradas cálcicas y las que contienen más de 50 mg/L de magnesio podrán considerarse magnésicas. Por ello, las aguas de Alicún de las Torres pueden ser consideradas como tales, esto es, cálcicas y magnésicas.

La Tabla 5 recoge los valores de bicarbonatos, cloruros y sulfatos y en la Figura 9 se representan de modo comparativo nuestros datos y los obtenidos del Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4).

Tabla 5. Aniones.

| Parámetro | Unidades | Baños de abajo | Baños | Eucaliptos |
|--------------|----------|----------------|----------|------------|
| Bicarbonatos | mg/L | 204,30 | 180,30 | 168,24 |
| Cloruros | mg/L | 100,60 | 104,37 | 111,80 |
| Nitratos | mg/L | 0,99 | 0,77 | 0,95 |
| Nitritos | mg/L | 0,11 | 0,11 | 0,13 |
| Sulfatos | mg/L | 1.180,50 | 1.210,00 | 1.320,00 |



La 1ª barra representa a los bicarbonatos, la 2ª a los cloruros y la 3ª a los sulfatos

Figura 9. Aniones en aguas de Alicún de las Torres (mg/L).

Los bicarbonatos dieron valores entre 160 y 205 mg/L. Actualmente, estas aguas no se pueden considerar como bicarbonatadas ya que no alcanzan los 600 mg/L que se indican en el RD 1074/2002 (8) que permitiría clasificarlas como tal, en base a lo establecido para aguas minerales naturales. Los cloruros se encuentran entre 100 y 105 mg/L, valores que tampoco permiten su denominación como aguas cloruradas ya que no alcanzan los 250 mg/L que lo harían posible, según RD 1074/2002 (8) o según la normativa para aguas de consumo humano (RD 140/2003) (9).

En relación con los sulfatos, el contenido supera en todos los casos los 1150 mg/L. Estas cantidades, superiores a 200 mg/L (RD 1074/2002) (8), dan idea de que se trata de aguas sulfatadas, denominación con la que se las conoce desde antiguo. Al comparar nuestros datos con los que se incluyen en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4), observamos que son similares.

Si bien los datos comentados son los más importantes en cuanto a las características de las aguas de Alicún de las Torres, citamos brevemente que en el Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas (2003) (4), se indica que el sodio y el potasio se encuentran en una cantidad de 51,0 y 4,3 mg/L respectivamente.

4. CONCLUSIONES

Como se deduce de los resultados obtenidos, podemos concluir que las aguas del Balneario de Alicún de las Torres se pueden clasificar como *Aguas Hipotermales, de Mineralización fuerte, Muy duras, Sulfatadas, Cálcico-magnésicas*.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Díez de Velasco, F. (1992) Aportaciones al estudio de los balnearios romanos de Andalucía: la comarca Guadix-Baza (Prov. De Granada). Espacio, Tiempo y Forma, Historia Antigua. 5: 383-400.
2. Francés, M^a. C. & López González, M. (2009). «El balneario de Alicún de las Torres (Granada). Historia y generalidades». En el estudio de este balneario. 2009. An. R. Acad. Nac. Farm. 75: 711-735

3. San José Arango (1996) Balnearios y curhoteles andaluces. Turismo andaluz. Sevilla. ISBN 84-8176-261-X.
4. Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid. 2003.
5. Folleto «Estación Termal de Alicún de las Torres». Imprenta «El 1º de abril». Guadix. Sin año.
6. Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. 22^a ed. 2001.
7. De la Rosa, M.^a. C., Pintado, C., Rodríguez Fernández, C. & Mosso, M.^a. A. (2009) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres. An. R. Acad. Nac. Farm. 75: 763-780.
8. REAL DECRETO 1074/2002, de 18 de octubre de 2002, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de BEBIDA envasadas. Refunde en un texto único y substituye al REAL DECRETO 1164/1991 de 22 de julio, modificado por el REAL DECRETO 781/1998 de 30 de abril, y las disposiciones relativas a las aguas de bebida envasadas de la DIRECTIVA 98/83/CE. 2002.
9. REAL DECRETO 140/2003 BOE nº 45 de 21 de febrero de 2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. 2003.
10. Casares López, R., García Olmedo, R. & Valls Payés, C. (1978) Tratado de Bromatología. 5^a ed. Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado. UCM. Madrid.
11. Maraver Eyzaguirre, F. (2003) «Importancia terapéutica de las aguas mineromedicinales». En: Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
12. Armijo, F., Hurtado, I. & Maraver, F. (2003) «Aguas mineromedicinales españolas». En: Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas. Edita Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
13. Rodier, J. (1998) Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3^a ed. Ed. Omega Barcelona.
14. Legislación Alimentaria. Código Alimentario Español y disposiciones legales complementarias. 7^a edición actualizada. Ed. Tecnos (Grupo Anaya S.A.). Madrid. 2006.
15. Armijo, F. de Michele, D., Giacomino, M., Belderrain, A., Corvillo, I. & Maraver, F. (2008) Análisis de las aguas minerales de la provincia de Entre Ríos, Argentina. Balnez nº 4, 55 – 84. ISBN 978-84-669-2981-3.
16. DIRECTIVA COMUNITARIA. 80/777/CEE del Consejo de 18 de julio de 1980, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales. 1980.

*** Información de Contacto:**

Dra. M.^a. E. Torija Isasa.

Dpto. Nutrición y Bromatología II. Facultad de Farmacia. UCM.

Plaza Ramón y Cajal s/n. Ciudad Universitaria. 28040, Madrid.

CAPÍTULO III

Análisis de la radiactividad en aguas del Balneario de Alicún de las Torres

M. C. Heras Íñiguez, A. M. Suáñez Fidalgo, C. Gascó Leonarte, B. Romero del Hombrebueno Pozuelo, J. A. Trinidad Ruiz, M. A. Simón Arauzo

Departamento de Medio Ambiente (CIEMAT). Avda. Complutense, 22.
28040 Madrid

RESUMEN

Se ha realizado el estudio radiológico del agua del manantial del Balneario de Alicún de las Torres (Granada).

Este estudio ha consistido en la determinación cuantitativa de los radionucleidos naturales más importantes desde el punto de vista de la protección radiológica existentes en las aguas del balneario.

La medida del contenido radiactivo de las aguas constituye un tema cuyo estudio resulta de gran interés. Las aguas con elementos radiactivos disueltos pueden producir, como consecuencia directa de su consumo, dosis de irradiación interna tanto por ingestión como por inhalación de estos elementos. Debido a esto es necesario, en algunos casos, proceder al análisis y posterior evaluación de la dosis asociada a este consumo.

Palabras clave: Radiactividad; Radionucleido; Periodo de semi-desintegración; Series Radiactivas.

ABSTRACT**Radioactivity analysis of Alicún de las Torres Spa water.**

Radioactivity analysis of Alicun de las Torres Spa water were carried out by the CIEMAT Laboratory of Environmental Radioactivity. With this aim the most important natural radionuclides were determined in water from spring water.

The measurement and knowledge of radioactivity level in water is an interesting and convenient topic. The consumption of water which has dissolved some radionuclides could lead to internal irradiation both by ingestion and by inhalation. Therefore it is necessary, in some cases, to determine the water radioactivity level in order to assess the dose.

Key Words: Radioactivity; Radionuclides; Half live; Radioactive series.

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Radioactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica del departamento de Medio Ambiente del CIEMAT ha realizado un estudio de la radiactividad en el agua de las tres surgencias del Balneario de Alicún de las Torres. Este trabajo está englobado dentro de un estudio más amplio sobre las características generales de los balnearios españoles en el que se incluye las características radiológicas de sus aguas mineromedicinales.

Las aguas subterráneas que circulan por la corteza terrestre constituyen agentes fundamentales en los procesos geológicos de formación. Siendo un solvente natural complejo y dinámico, el agua participa tanto en los procesos de disolución y transporte como en las reacciones químicas y en la transferencia de calor, gases y elementos químicos. Como consecuencia de ello es el principal medio de dispersión y transporte de los elementos radiactivos naturales a través de la biosfera y de los niveles tróficos hasta alcanzar al hombre.

2. ANÁLISIS DE RADIATIVIDAD

Los isótopos radiactivos que habitualmente se encuentran presentes en el agua, excepción hecha del K-40, proceden de las series radiactivas naturales de los radionucleidos primarios U-238, U-235 y Th-232, que se encuentran distribuidos abundantemente, aunque de forma desigual, en la corteza terrestre.

Estos radionucleidos cabeza de las series radiactivas son denominados radionucleidos primigenios, ya que proceden de los primitivos materiales que se acumularon en la formación de la tierra, y por sus largos periodos de semidesintegración están aún presentes. La mayor parte de los otros radionucleidos miembros de las series son de periodos más cortos y se están produciendo continuamente por la desintegración de sus precursores, de periodos largos.

La mayor o menor concentración de estos radionucleidos en las aguas viene condicionada no sólo por la mayor abundancia en el terreno sino también por las características físico-químicas de cada uno de ellos individualmente (solubilidad, etc.). Ello hace que los equilibrios radiactivos seculares entre los radionucleidos existentes en los terrenos se alteren radicalmente en las aguas que los disuelven y acumulan. Un caso típico es el Rn-222, cuya actividad en agua suele ser mucho mayor que la de su progenitor el Ra-226, de características físico-químicas distintas, a pesar de su periodo de semidesintegración mucho más corto.

3. ÍNDICES DE ACTIVIDAD TOTAL

Una estimación del contenido de la radiactividad en el agua nos la proporcionan los llamados índices de radiactividad alfa total y beta total, cuya medida es simple y rápida y que nos permite decidir sobre la necesidad de realizar determinaciones cuantitativas e individualizadas de los posibles radionucleidos presentes.

Estas medidas son, como su nombre indica, unos índices y por tanto proporcionan unos valores orientativos, los cuales se expresan refiriendo toda la actividad alfa como si fuera Am-241 y la actividad beta como Sr-90 en equilibrio con el Y-90.

La determinación de los citados índices se ha realizado siguiendo los procedimientos normalizados en el laboratorio.

Los equipos utilizados han sido un contador de centelleo de sulfuro de cinc (Ag), modelo 2007P de la firma «Canberra», para la medida de la actividad alfa, y un contador proporcional de flujo de gas, modelo Berthold 6B-770/2, para la medida de la actividad beta.

4. DETERMINACIÓN DE RADIONUCLEIDOS

La selección de los radionucleidos a determinar se ha basado fundamentalmente en criterios de peligrosidad radiológica, según su contribución a las dosis del hombre por ingestión o inhalación. Siguiendo este criterio se ha elegido en primer lugar el Rn-222 y su progenitor el Ra-226, que son los principales contribuyentes de la radiactividad de la serie del U-238, debido a sus descendientes de periodo de semidesintegración corto, con los cuales alcanza rápidamente el equilibrio. Los restantes radionucleidos seleccionados han sido fundamentalmente aquellos de periodo de semidesintegración largo, que son los únicos que se pueden determinar en la práctica aunque se haya roto el equilibrio radiactivo entre los diferentes radionucleidos de la serie.

Los radionucleidos seleccionados han sido los siguientes:

Rn-222

En general, el mayor porcentaje de radiactividad de las aguas subterráneas se debe a la presencia de Rn-222. Debido a sus propiedades físico-químicas se produce una acumulación de radón en el agua que da lugar a valores de actividad muy superior a la debida al simple equilibrio radiactivo con su progenitor. Por otra parte, la presencia de Rn-222 juega un papel primordial en la actividad total de las aguas, no sólo por su propia radiactividad sino porque es el precursor de una serie de radionucleidos de periodos de semidesintegración cortos, tales como el Pb-214 ($T_{1/2}=26,8$ minutos) y Bi-214 ($T_{1/2}=19,8$ minutos), que contribuyen en gran medida a los valores de actividad encontrada en las aguas.

El Rn-222 pertenece a la serie radiactiva del U-238, forma parte de los gases nobles, grupo de elementos químicos de muy poca reactividad química, por lo que su disolución y arrastre por el agua se realiza mediante procesos físicos.

Los métodos de medida «in situ» en el propio manantial son menos sensibles y precisos que los métodos de determinación de radón en el laboratorio, que es como se han realizado. Para ello se requiere una toma de muestra de agua en el balneario sin pérdidas de radón, utilizando para la misma un recipiente herméticamente cerrado.

La determinación del Rn-222 se realiza por medida directa mediante la técnica de espectrometría gamma del envase que contiene la muestra. El cálculo de la actividad se realiza sobre los fotopicos del Pb-214 y Bi-214, en equilibrio con el Rn-222 (3). El equipo utilizado es un detector de germanio intrínseco «reverse» (Rege) con su correspondiente cadena electrónica asociada. El detector está rodeado con un blindaje de plomo de 10 cm. de espesor para reducir el fondo.

El envase utilizado para la toma de muestra, transporte y medida directa de la actividad ha sido tipo «Marinelli», con el que se obtiene un máximo de sensibilidad analítica.

Ra-226

El Ra-226 es un radionucleido emisor alfa con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}=1600$ años y es el precursor del Rn-222. Su determinación en agua se realiza según el procedimiento normalizado (4) mediante una separación radioquímica del radio utilizando portador de bario. Las medidas se realizan con un detector de sulfuro de cinc a distintos intervalos de tiempo a partir del momento de separación y mediante el planteamiento y resolución de un sistema de ecuaciones simultáneas se obtienen las actividades de Ra-226 y Ra-224.

U-238, U-235, U-234

Los isótopos de uranio se han determinado utilizando la técnica de espectrometría alfa, previa separación radioquímica y deposición electrolítica sobre un disco de acero inoxidable, utilizando como patrón interno el U-232 (5).

Th-230, Th-232, Th-228

Los isótopos de torio se han determinado por la espectrometría alfa (6) previa separación radioquímica y utilizando como patrón interno el Th-229.

El Th-230 pertenece a la serie radiactiva natural del U-238 y tiene un periodo de semidesintegración $T_{1/2} = 80.000$ años. Su determinación es muy importante por tratarse de un radionucleido muy restrictivo desde el punto de vista de protección radiológica, dado que es un emisor alfa con un periodo de semidesintegración muy largo.

Pb-210

El Pb-210 es un emisor beta con un periodo de semidesintegración $T_{1/2} = 22$ años. Su determinación se realiza previa separación radioquímica del mismo y posterior medida, transcurrido un mes, cuando alcanza el equilibrio con su descendiente el Bi-210, en un contador proporcional de flujo de gas (7).

Po-210

El Po-210 es un radionucleido emisor alfa con un periodo de semidesintegración de $T_{1/2} = 138,4$ días. Es descendiente directo del Pb-210 y Bi-210, que a su vez provienen de la cadena de desintegración del Rn-222. Su determinación en agua se realiza según el procedimiento normalizado (8) mediante un autodepósito sobre disco de plata en medio reductor, citrato sódico y bismuto en baño de agua termostatzado (90 °C). El rendimiento químico del procedimiento se determina por medio de un trazador de Po-209. La medida se realiza mediante espectrometría alfa de alta sensibilidad y bajo fondo con detector de Si implantado.

K-40

El K-40 es un emisor beta-gamma con un periodo de semidesintegración $T_{1/2} = 1.28E+09$ años. Su determinación se realiza por espectrometría gamma (3) a partir del fotopico de 1460 keV.

H-3

El tritio es un emisor beta con un periodo de semidesintegración $T_{1/2}=12,33$ años. Su determinación se puede llevar a cabo mediante destilación y medida directa por centelleo líquido, o bien por concentración electrolítica y medida igualmente por centelleo líquido (9), (10). Por este último método se pueden detectar cantidades menores de actividad.

5. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra la concentración obtenida para los diferentes radionucleidos, de las tres surgencias en donde se tomaron las muestras y la media de los tres resultados, expresados como actividad en Bequerelios/Litro y su incertidumbre asociada para un factor de cobertura $k = 2$.

Tabla 1. Resultados del estudio radiológico del Balneario de Alicun de las Torres

| Análisis | Cueva | Caseta | Fuente | Media |
|------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Actividad (Bq/L) | Actividad (Bq/L) | Actividad (Bq/L) | Actividad (Bq/L) |
| Alfa total | 0,583 ± 0,093 | 0,581 ± 0,091 | 0,609 ± 0,119 | 0,591 ± 0,18 |
| Beta total | 0,984 ± 0,046 | 1,41 ± 0,053 | 0,943 ± 0,046 | 1,11 ± 0,084 |
| Rn-222 | 16 ± 3,9 | 16,7 ± 0,5 | 9,1 ± 1,0 | 13,9 ± 4,1 |
| Pb-210 | 0,0173 ± 0,011 | 0,0362 ± 0,007 | 0,0378 ± 0,009 | 0,030 ± 0,016 |
| Po-210 | 0,0128 ± 0,0015 | 0,0103 ± 0,0013 | 0,0088 ± 0,0012 | 0,0106 ± 0,0023 |
| Ra-226 | 0,169 ± 0,032 | 0,193 ± 0,032 | 0,188 ± 0,031 | 0,183 ± 0,055 |
| Th-232 | ACTIVIDAD NO DETECTABLE | | | |
| Th-230 | 0,0287 ± 0,0036 | 0,0348 ± 0,0036 | 0,013 ± 0,0017 | 0,0287 ± 0,0053 |
| Th-228 | 0,00743 ± 0,0010 | 0,0102 ± 0,0012 | 0,00373 ± 0,0051 | 0,0074 ± 0,0053 |
| Tritio | ACTIVIDAD NO DETECTABLE | | | |
| U-238 | 0,0215 ± 0,0024 | 0,0225 ± 0,0024 | 0,0236 ± 0,0033 | 0,0225 ± 0,0048 |
| U-235 | 0,000785 ± 0,00040 | 0,00087 ± 0,00041 | 0,00102 ± 0,00061 | 0,00089 ± 0,00084 |
| U-234 | 0,0378 ± 0,0035 | 0,0381 ± 0,0035 | 0,0363 ± 0,0044 | 0,0374 ± 0,0066 |

6. CONCLUSIONES

Todos los radionucleidos que han sido determinados en las aguas del Balneario de Alicún de las Torres por encima de los límites de detección son naturales y pertenecientes a las series radiactivas naturales del U-238, U-235 y Th-232.

La serie radiactiva natural del U-238 es la que más contribuye a la actividad total.

La escasa actividad detectada es debida fundamentalmente a la acumulación de Rn-222, procedente del Ra-226.

Aunque se ha detectado la presencia de Rn-222 en esta agua, su actividad es baja, inferior a los valores habituales encontrados en aguas subterráneas, tanto en España como en otros países.

El valor encontrado para el índice de actividad alfa total supera ligeramente el establecido en el BOE del 21 de Febrero de 2003, como nivel máximo permitido para aguas potables (0,150 Bq/L), aunque no aplica en el caso de aguas naturales minero-medicinales.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Trinidad, J.A. & Suáñez A.M. (2009) Determinación de la actividad alfa total en aguas por centelleo sólido. (RA/PT-Ea01, 2ª Ed). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT.
2. Determinación del índice de actividad beta total en aguas mediante contador proporcional. UNE 73311-4 (2002).
3. Pozuelo, M. (2002) Procedimiento de determinación de emisores gamma en muestras ambientales.(PE-IA-LRA-07). Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
4. Gómez, V., Heras, M.C. & García M.R. (1994) Procedimiento para la determinación de Ra-226 y Ra-224 en aguas y en suelos, mediante separación radioquímica y posterior medida alfa con contador proporcional reflujo continuo de gas o contador de centelleo. (PR-X2-04, 1ª Ed). Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
5. Heras, M.C., Gómez, V., García, M.R., Pozuelo, M. & Gracia, J.A. (1996) Procedimiento para la separación radioquímica y determinación mediante espectrometría alfa de uranio en aguas, suelos, sedimentos y muestras biológicas. (PR-X2-09). Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.

6. Pozuelo, M. (2002) Procedimiento para la determinación de Th-230 en aguas por espectrometría alfa. (PE-IA-LRA-09, 1ª Ed.). Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
7. García, M.R. (1996) Procedimiento para la determinación de Pb-210 en aguas. (PR-X2-05). Dpto. de Impacto Ambiental de la Energía CIEMAT.
8. Gascó, C. (2006) Determinación de Po-210 en agua potable. (PT-IA/RA-TU06). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT
9. Simón, M.A., Romero del Hombrebueno, B. & Larena, P. (2004) Determinación de tritio en aguas por centelleo líquido con concentración electrolítica previa. (PT-IA/RA-CL01, 1ª Ed.). Dpto. de Medio Ambiente. CIEMAT.
10. Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (2003). Real Decreto 140/2003, BOE nº 45: 7228-7245.

CAPÍTULO IV

Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Alicún de las Torres

M.^a Carmen de la Rosa Jorge, Concepción Pintado García, Carmina Rodríguez Fernández, M.^a Ángeles Mosso Romeo

Departamento de Microbiología II. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense. Madrid

RESUMEN

Se han estudiado los manantiales mineromedicinales, Baños y Baños de Abajo del Balneario de Alicún de las Torres (Granada). El número total de microorganismos en el agua ha sido de 7.6×10^4 /mL, respectivamente, estando la mayoría vivos (79 y 85,5%). El número de bacterias heterótrofas y oligotrofas viables a 22 °C y 37 °C ha sido inferior a 100 ufc/mL, y corresponden, en su mayoría, a bacilos Gram negativos fermentadores y no fermentadores de la clase *Gammaproteobacteria* (54,5%) y, en menor proporción, a bacilos (29,1%) y cocos Gram positivos (16,4%). Las principales especies han sido: *Aeromonas hydrophila*, en el manantial Baños de Abajo y *Pseudomonas putida*, en el manantial Baños. No se han encontrado indicadores fecales ni microorganismos patógenos. Se han detectado microorganismos amonificantes, proteolíticos, amilolíticos, halófilos y hongos en 100 mL de agua. También se estudiaron los biotapetes formados en los manantiales Baños de Abajo y Eucaliptos, constituidos por una asociación de cianobacterias filamentosas (*Oscillatoria*, *Pseudanabaena*, *Lyngbya*) y esféricas (*Cyanothece*, *Synechocystis*), diatomeas (*Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Nitzschia*) y algas verdes (*Cosmarium*).

Palabras clave: Manantiales termales; Balneario de Alicún de las Torres; Microbiota autóctona; Biodiversidad; Biotapetes.

ABSTRACT

Microbiology of the mineral springs of Alicún de las Torres spa.

Two mineral springs, called Baños and Baños de Abajo, have been studied in the Spa Alicún de las Torres (Granada). The total number of microorganisms present in the water was of 7.6 and 4×10^4 /mL, respectively, being the majority alive (79 and 85.5%). The number of viable heterotrophic and oligotrophic bacteria, at 22 °C and 37 °C, was lower than 100 cfu/mL. The strains of the heterotrophic bacteria isolated predominantly correspond to fermenters and non-fermenters Gram-negative bacilli, belonging to the Class *Gammaproteobacteria* (54.5%) and in smaller proportion to Gram-positive bacilli (29.1%) and cocci (16.4%). The most common identified species were: *Aeromonas hydrophila* in the Baños de Abajo spring, and *Pseudomonas putida* in the Baños spring. Neither faecal indicators nor pathogenic microorganisms were found. On the other hand, ammonifying, proteolytic, amylolytic, halophilic bacteria as well as fungi were detected in 100 mL of water. The microbial mats of Baños de Abajo and Eucaliptos springs were studied as well. Both mats consist of an association of filamentous cyanobacteria (*Oscillatoria*, *Pseudanabaena*, *Lyngbya*), sphaeric cyanobacteria (*Cyanothece*, *Synechocystis*), diatoms (*Cymbella*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Nitzschia*) and green algae (*Cosmarium*).

Key Words: Thermal springs; Alicún de las Torres spa; Autochthona microbiota; Biodiversity; Microbial mats.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Alicún de las Torres pertenece al término municipal de Villanueva de las Torres, en la provincia de Granada. Se encuentra situado en la Hoya de Guadix, en la confluencia de los ríos Fardes y Gor, rodeado de abundante vegetación (Figura 1).



Figura 1. Edificios del Balneario.

En la zona emergen varios manantiales de aguas termales que pudieron ser utilizados desde tiempos prehistóricos ya que, en las inmediaciones, hay restos de numerosos dólmenes, algunos menhires y una formación travertínica, en forma de muralla, denominada «El Toril», originada por el depósito de las aguas termales y utilizada como acequia desde tiempos inmemoriales. Posteriormente, las aguas mineromedicinales fueron empleadas en forma de baños por romanos, musulmanes y cristianos. En el siglo XVIII eran muy conocidas, como constata el médico Juan de Dios Ayuda en 1793, que describe su situación *«Cuatro leguas largas á el Norte de ésta Ciudad de Guadix hay otra fuente medicinal llamada Baños de Alicún; tal vez por unas torres (...) Nace en un derrumbadero á corta distancia de la margen meridional del río Fardes, y por el lado que mira al Norte, de una roca (...) Tal es la abundancia de manantiales, que casi se puede tener por uno toda la raíz de la dilatada risca...»*, sus características físicas, el análisis químico y las virtudes y efectos de las mismas (1). Estas aguas, declaradas de utilidad pública en 1870 (2), han seguido utilizándose para tratamientos terapéuticos hasta la actualidad.

Este trabajo ha tenido dos objetivos, primero determinar los microorganismos que pudieran suponer un riesgo sanitario para los

usuarios del Balneario, tanto los indicadores de contaminación fecal como los patógenos, ya que el agua se utiliza en tratamientos terapéuticos. En segundo lugar, se ha estudiado por primera vez la microbiota autóctona, propia de estos manantiales que depende de las características físicas y químicas de los mismos, así como sus actividades metabólicas que tienen un importante papel en la auto-depuración de las aguas. También se han estudiado los biotapetes que se forman en estos manantiales, frecuentes en los ambiente acuáticos y que están constituidos por comunidades microbianas complejas.

2. RESULTADOS

2.1. Manantiales

El Balneario, en la actualidad, utiliza tres manantiales minero-medicinales denominados Baños, Baños de Abajo y Eucaliptos. El punto de emergencia del manantial Baños se encuentra en el interior del edificio del Balneario (Figura 2a) y sus aguas se emplean para los tratamientos terapéuticos. El manantial Baños de Abajo emerge directamente del suelo, al aire libre, en el Cerro de la Mina y a través de una canalización llega al Balneario donde se utiliza para los usos sanitarios (Figura 2b). El manantial Eucaliptos surge en una zona aneja al Balneario, protegido por una caseta, donde se clora y se canaliza el agua hasta una fuente y de allí hasta la piscina al aire libre situada un centenar de metros más abajo. Estas aguas minero-medicinales emergen a una temperatura de 34 °C, son neutras (pH 7,2), y se clasifican como de mineralización fuerte, sulfatadas, cálcicas y magnésicas (3).

Para realizar este estudio se han tomado, en junio de 2008, muestras de agua en los puntos de emergencia de los manantiales Baños y Baños de Abajo, que se utilizan en el Balneario, en recipientes estériles de 1,5 litros, por duplicado y se trasladaron, a temperatura ambiente y en oscuridad, hasta el laboratorio donde se analizaron antes de las 24 horas. Además se han recogido, en recipientes estériles, los biotapetes formados en los manantiales Baños de Abajo y Eucaliptos.



Figura 2. Puntos de emergencia. a) Manantial Baños. **b)** Manantial Baños de Abajo.

2.2. Microorganismos totales y vivos

La microbiota autóctona de los ambientes acuáticos es muy variada tanto en los tipos como en el tamaño y en los estados fisiológicos en que se encuentran. La técnica más adecuada para conocer el número y la morfología de todos los microorganismos presentes en estos hábitats es el recuento directo con microscopio de fluorescencia. Además, utilizando los fluorocromos adecuados, podemos determinar también el número de microorganismos vivos.

En este estudio se han utilizado los colorantes syto 9 y yoduro de propidio del «kit» «BacLight Live/Dead» (Molecular Probes, Eugene, OR, USA). Las muestras teñidas se filtraron por 0,2 mm y se observaron con objetivo de inmersión en un microscopio de epifluorescencia (Nikon). Se contaron el número de células verdes (vivas) y rojas (muertas), expresando el resultado como número de microorganismos totales y vivos por mililitro de agua (4).

El número de microorganismos totales ha sido de $7,6 \times 10^4$ /mL en el manantial Baños y 4×10^4 /mL en el manantial Baños de Abajo, estando la mayoría vivos, 79% y 85,5%, respectivamente. Estos resultados son semejantes a los encontrados en otros manantiales de aguas mineromedicinales sulfatadas, mesotermales (5). Los recuentos obtenidos por esta técnica suelen ser de 10^2 a 10^3 mayores que los obtenidos por cultivo debido a que se contabilizan todos los microorganismos presentes, incluso los muertos.

2.3. Bacterias aerobias viables

El número de las bacterias heterótrofas se ha utilizado, desde finales del siglo XIX, como indicador de la calidad del agua de bebida y de las aguas subterráneas. Cifras inferiores a 100 ufc/mL indican una buena protección del acuífero y no representan un riesgo sanitario (6, 7).

El recuento de bacterias aerobias viables se ha realizado por las técnicas de filtración (filtros de 0,22 mm) y dilución en placa. Se han utilizado los medios agar extracto de levadura (8) para las heterótrofas y agar R₂A (9) para las oligotrofas, incubando a 22 °C, cinco días y a 37 °C, 48 horas. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por mililitro de agua (ufc/mL).

En el punto de emergencia de los manantiales, el número de bacterias heterótrofas y oligotrofas aerobias viables ha sido inferior a 100 ufc/mL, lo que significa que la protección de los manantiales es adecuada (Tabla 1). Ambos manantiales presentan más bacterias oligotrofas que heterótrofas, propio de las aguas subterráneas donde predominan las bacterias que viven a concentraciones muy bajas de compuestos orgánicos (6). Los valores obtenidos son semejantes a los de otros manantiales españoles sulfatados (10).

La diferencia entre los recuentos de microorganismos vivos, obtenidos por microscopía de fluorescencia, y de bacterias viables, determinadas por cultivo, significa que más del 99% de las células microbianas no pueden cultivarse ya que son incapaces de crecer en las condiciones y medios de cultivo utilizados en el laboratorio y, además, muchas se encuentran en el estado de viable no cultivable (11).

Tabla 1. Número de bacterias aerobias viables (ufc/mL).

| <i>Bacterias aerobias</i> | <i>T^a</i> | <i>Manantiales</i> | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | <i>Baños</i> | <i>Baños de Abajo</i> |
| Heterótrofas | 22 °C | 37 | 12 |
| | 37 °C | 30 | 14 |
| Oligotrofas | 22 °C | 50 | 22 |
| | 37 °C | 34 | 7 |

2.4. Microorganismos de interés sanitario

La utilización con fines terapéuticos de las aguas mineromedicinales en los balnearios no debe constituir ningún riesgo sanitario, por lo que tienen que estar exentas de bacterias que indiquen contaminación fecal y de microorganismos patógenos que puedan transmitirse por el agua a través de la vía oral, respiratoria o tópica.

Se han realizado los recuentos de coliformes totales, coliformes fecales, enterococos, esporas de *Clostridium* sulfito-reductores y *C. perfringens* y se ha investigado la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Pseudomonas aeruginosa* por los métodos oficiales de las aguas de bebida envasadas (12) y de consumo humano (8). La detección de *Staphylococcus aureus* se ha realizado filtrando 250 mL de agua, cultivando el filtro en caldo triptona soja, aislando en agar Baird-Parker (13) e incubando a 37 °C, 48 horas. La investigación de *Legionella pneumophila* se ha hecho por la técnica de filtración, aislando en agar BCYE alfa (Difco) (14).

Los manantiales Baños y Baños de Abajo no presentan microorganismos indicadores de contaminación fecal (*Escherichia coli*, enterococos, *Clostridium* sulfito-reductores y *Clostridium perfringens*) en 100 mL de agua, ni bacterias patógenas (*Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* y *Staphylococcus aureus*) en 250 mL de agua, por lo que las muestras cumplen con la normativa de aguas de consumo humano y aguas de bebida envasadas (8, 15).

2.5. Microorganismos de interés ecológico

Las aguas minerales naturales presentan una microbiota autóctona de gran interés ecológico. La presencia de bacterias heterótrofas es esencial en los procesos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y azufre que ocurren en los sistemas hidrotermales. Estos microorganismos poseen diversas capacidades metabólicas, transformando los compuestos orgánicos en inorgánicos y manteniendo el equilibrio biológico del hábitat (6, 16).

En este trabajo se ha determinado el número de bacterias que intervienen en el ciclo del carbono (proteolíticas, amilolíticas, celulólicas), del nitrógeno (amonificantes, nitrificantes) y del azufre

(oxidantes del tiosulfato, sulfato-reductoras). Se ha utilizado la técnica del número más probable (NMP) y los medios descritos por Pochon y Tardieux (17) para las bacterias del ciclo del carbono y del nitrógeno, el medio de Stanier para las que oxidan el tiosulfato (18) y el de Starkey (19) para las sulfato-reductoras. La incubación se ha realizado a 30 °C durante 30 días y los resultados se han expresado como NMP de microorganismos por 100 mL de agua (Tabla 2).

Tabla 2. Número de microorganismos de interés ecológico.

| Microorganismos | Baños | Baños de Abajo |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| NMP/100 mL | | |
| Proteolíticos | 1,1.10 ³ | 4,6.10 ² |
| Amilolíticos | 4,6.10 ² | 2,4.10 ² |
| Celulolíticos | <3 | <3 |
| Amonificantes | 1,1.10 ⁴ | 2,1.10 ³ |
| Nitrificantes | <3 | <3 |
| Sulfato-reductores | <3 | <3 |
| UFC/100 mL | | |
| Actinomicetos | – | – |
| Halófilos | 13 | 10 |
| Hongos | 2 | 600 |

Los dos manantiales presentan bacterias proteolíticas, amilolíticas y amonificantes y no se han detectado celulolíticas, ni nitrificantes. Los microorganismos con enzimas proteolíticos y amilolíticos juegan un papel importante en la autodepuración de las aguas naturales y son frecuentes en ellas, habiéndose encontrado en numerosos manantiales mineromedicinales (5, 10, 20-22). Las bacterias amonificantes degradan los compuestos orgánicos nitrogenados y también son numerosas en aguas minerales (5, 10, 21, 22).

No se han encontrado bacterias del ciclo del azufre, oxidantes del tiosulfato ni sulfato-reductoras. Estas aguas poseen una elevada concentración de sulfatos pero las bacterias sulfato-reductoras son anaerobias estrictas y no suelen encontrarse en la columna de agua sino en los sedimentos, por lo que tampoco se han detectado en otros manantiales sulfatados (23, 24).

Además se han investigado las bacterias que oxidan el hierro utilizando el método de filtración, el medio Duchon Miller (10) e incubando a 30 °C, 30 días. No se han detectado en 100 mL de agua.

También se han estudiado los microorganismos capaces de crecer a concentraciones elevadas de sal, debido a que estas aguas son de mineralización fuerte. Los recuentos se han realizado por la técnica de filtración, utilizando agar halófilo con 15% de cloruro sódico (25), incubando a 30 °C, durante 7 días. Los resultados se han expresado como ufc por 100 mL de agua (Tabla 2). Los dos manantiales presentan un número pequeño de bacterias halófilas facultativas que se han identificado como *Staphylococcus*. Su presencia es normal en este tipo de ambientes salinos y se han detectado en otros manantiales de mineralización semejante (10, 24).

Con el fin de conocer todos los tipos de microorganismos constituyentes de la microbiota autóctona de estos manantiales se han estudiado los actinomicetos, hongos, cianobacterias y algas. El recuento de actinomicetos y hongos se realizó por el método de filtración, utilizando los medios agar para actinomicetos (Difco) y agar Sabouraud con cloranfenicol al 0.05% (13), respectivamente. La presencia de algas y cianobacterias se ha determinado filtrando 100 mL e inoculando el filtro en medio Stanier (18), incubando con iluminación controlada a 24 °C, durante 30 días. No se han detectado actinomicetos, cianobacterias ni algas en ninguna muestra de agua.

Los hongos filamentosos se han encontrado, principalmente, en el manantial Baños de Abajo (Tabla 2) y pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Fusarium* y *Alternaria* que proceden del suelo. La identificación se ha basado en la morfología de las colonias y la observación microscópica de las hifas, esporangios y esporas, siguiendo los criterios de Pitt y Hocking (26). La presencia de mohos en aguas minerales es poco frecuente pero también se han encontrado en otros manantiales mineromedicinales (5, 10, 21, 22).

2.6. Identificación de bacterias heterótrofas

Las cepas aisladas en los distintos medios de recuento se han identificado por las características morfológicas (tinción de Gram y

esporas), fisiológicas (tipo respiratorio, producción de pigmentos) y bioquímicas (oxidasa, catalasa, oxidación-fermentación de la glucosa, reducción de nitratos y movilidad) (27). Además se utilizó el sistema de identificación por pruebas bioquímicas miniaturizadas API® (bioMérieux), empleando las galerías 20 E y 20 NE para los bacilos Gram negativos fermentadores y no fermentadores, respectivamente, las galerías Coryne para los bacilos Gram positivos no esporulados y las galerías Staph para los cocos Gram positivos. La clasificación se realizó según los criterios taxonómicos del Manual de Bergey (28, 29).

En los dos manantiales se han aislado 60 cepas de bacterias viables heterótrofas y oligotrofas, de las cuales han sido identificadas 55, un 91,6%, que corresponden a los tipos morfológicos de bacilos Gram negativos (54,5%), bacilos Gram positivos (29,1%) y cocos Gram positivos (16,4%). Según la clasificación taxonómica del Manual de Bergey (29) las cepas identificadas pertenecen, en su mayoría, al *Phylum Proteobacteria*, clase *Gamma* (54,5%), y en menor proporción a los *Phyla: Actinobacteria* (34,5%), y *Firmicutes* (10,9%) (Figura 3). Estos resultados son semejantes a los obtenidos en aguas minerales envasadas (30) y manantiales minerales fríos (22, 31) y termales (5, 21), en los que son mayoritarios los bacilos Gram negativos de la clase *Gammaproteobacteria*.

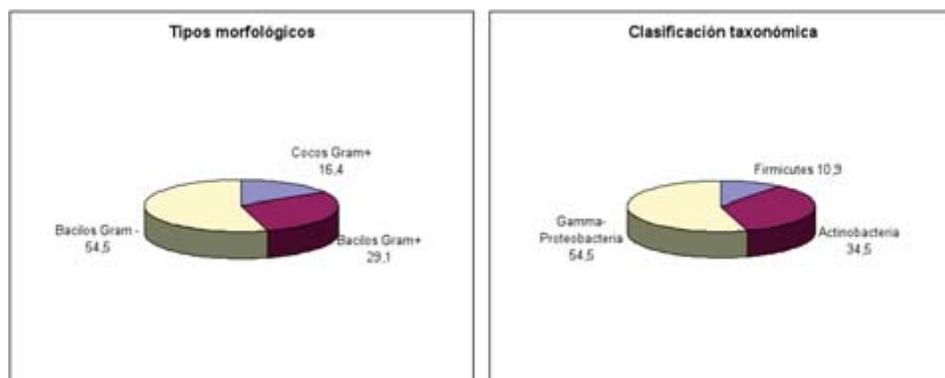


Figura 3. Diversidad de bacterias viables (% de cepas).

En el manantial Baños han predominado las bacterias Gram negativas no fermentadoras, de la especie *Pseudomonas putida* (20%)

mientras que en el manantial Baños de Abajo son más frecuentes las bacterias Gram negativas fermentadoras, principalmente la especie *Aeromonas hydrophila* (44%) (Tabla 3). Las especies del género *Pseudomonas*, debido a sus escasos requerimientos nutricionales que les permite sobrevivir y multiplicarse en ambientes oligotróficos, han sido encontradas en manantiales mineromedicinales (5, 21) y en aguas minerales envasadas (30, 32, 33) en distintos países. *Aeromonas hydrophila* es una bacteria autóctona del agua y también ha sido detectada por diversos autores en manantiales minerales (5, 10, 22) y aguas envasadas (34, 35).

Tabla 3. Géneros y especies de bacterias heterótrofas y oligotrofas (% cepas).

| Bacterias | Manantial Baños n = 30 | Manantial B. de Abajo n = 25 |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| BACILOS GRAM - | 43,3 | 68 |
| No fermentadores | 30 | 24 |
| <i>Pseudomonas alcaligenes</i> | – | 4 |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | – | 12 |
| <i>Pseudomonas oryzihabitans</i> | 6,7 | – |
| <i>Pseudomonas putida</i> | 20 | 8 |
| <i>Stenotrophomonas malthophilia</i> | 3,3 | – |
| Fermentadores | 13,3 | 44 |
| <i>Aeromonas hydrophila</i> | 10 | 44 |
| <i>Aeromonas sobria</i> | 3,3 | – |
| BACTERIAS GRAM + | 56,7 | 32 |
| Bacilos Gram + | 40 | 16 |
| <i>Arthrobacter aurescens</i> | 6,7 | – |
| <i>Corynebacterium spp</i> | 10 | 4 |
| <i>Leifsonia aquatica</i> | 6,7 | – |
| <i>Rhodococcus spp</i> | 10 | 12 |
| <i>Rubrobacter radiotolerans</i> | 6,7 | – |
| Cocos Gram + | 16,7 | 16 |
| <i>Kocuria kristinae</i> | 6,7 | 4 |
| <i>Staphylococcus epidermidis</i> | 3,3 | – |
| <i>Staphylococcus sciuri</i> | – | 8 |
| <i>Staphylococcus warneri</i> | 6,7 | 4 |

Los bacilos Gram positivos se han encontrado en mayor proporción en el manantial Baños. Las cepas aisladas son de morfología

irregular y muchos tienen pigmentos amarillos, naranjas y rosas. *Arthrobacter* y *Corynebacterium* proceden del suelo y se han encontrado en manantiales minerales hipotermales (10) y mesotermales (20). *Leifsonia aquatica* (antes *Corynebacterium aquaticum*) es propia de ambientes acuáticos y se ha detectado en otros manantiales mineromedicinales (22). *Rhodococcus* es muy resistente a los ambientes extremos ya que posee ácidos micólicos y también se ha aislado de otros manantiales (5, 10, 21). *Rubrobacter radiotolerans* de color rosa, tiene una elevada resistencia a las radiaciones gamma, habiéndose encontrado en manantiales de aguas radiactivas (36-38).

Los cocos Gram positivos se encuentran en baja proporción y corresponden a los géneros *Kocuria* y *Staphylococcus*. Estas bacterias son muy ubicuas y pueden vivir en concentraciones más o menos elevadas de sales por lo que se han detectado en aguas mineromedicinales (10, 21, 24, 36, 37) y envasadas (39).

2.7. Biotapetes

La formación de biotapetes superficiales o adheridos a superficies es frecuente en los hábitats acuáticos y han sido estudiados, principalmente, en manantiales termales sulfurosos (20, 40) y alcalinos (41, 42). Están constituidos por comunidades microbianas complejas que dependen de las condiciones ambientales (luz, temperatura, oxígeno) y de la composición del agua (pH, concentración de sales). Estos tapetes están formados por asociaciones de microorganismos procariontes y eucariontes muchos de ellos fotosintéticos y filamentosos (cianobacterias, algas), en donde se alojan otros organismos unicelulares algunos de los cuales producen exopolímeros, lo que facilita su protección de los agentes externos y la disponibilidad de los nutrientes (43). Estas poblaciones comparten sus recursos, aportando diferentes enzimas que metabolizan diversos nutrientes y otras sirven de unión, permitiendo la interacción entre las células. El crecimiento y la actividad de los microorganismos que constituyen los biotapetes pueden modificar, temporalmente, las condiciones ambientales de las superficies que colonizan.

Se han tomado muestras de los tapetes microbianos formados al aire libre en los manantiales Baños de Abajo y Eucaliptos. Las

muestras se tomaron por duplicado con material estéril y se recogieron en envases estériles. Una de ellas se fijó con formol (4%) para conservarla hasta su observación microscópica. La identificación de la microbiota se ha realizado mediante el estudio de su morfología en microscopios de campo claro, campo oscuro, contraste de fases y fluorescencia.

• **Baños de Abajo.** Los biotapetes superficial y epilítico que se desarrollan en este manantial presentan un color verde oscuro brillante, de aspecto gelatinoso y consistencia media. La parte inferior es blanca por la formación de carbonato cálcico. Está compuesto por cianobacterias filamentosas de los géneros *Oscillatoria*, *Pseudanabaena* y *Lymnothrix*. Estas últimas, por su abundancia de vacuolas gaseosas, permiten flotar al biotapete en la superficie del agua. En menor proporción, se encuentran bacterias fototrofas filamentosas del género *Chloroflexus* y cianobacterias esféricas del grupo *Synechocystis*, además se observan distintos tipos de diatomeas (*Navicula*, *Fragilaria*) y bacterias de forma bacilar y espiral (Figura 4).

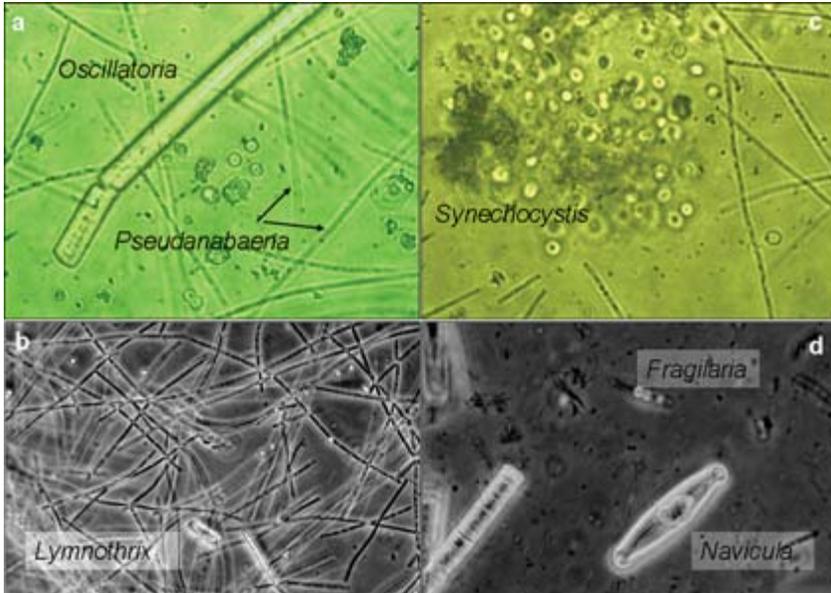


Figura 4. Biotapetes del manantial Baños de Abajo. Microscopía de contraste de fases: (a, c, d) 40x; (b) 20x.

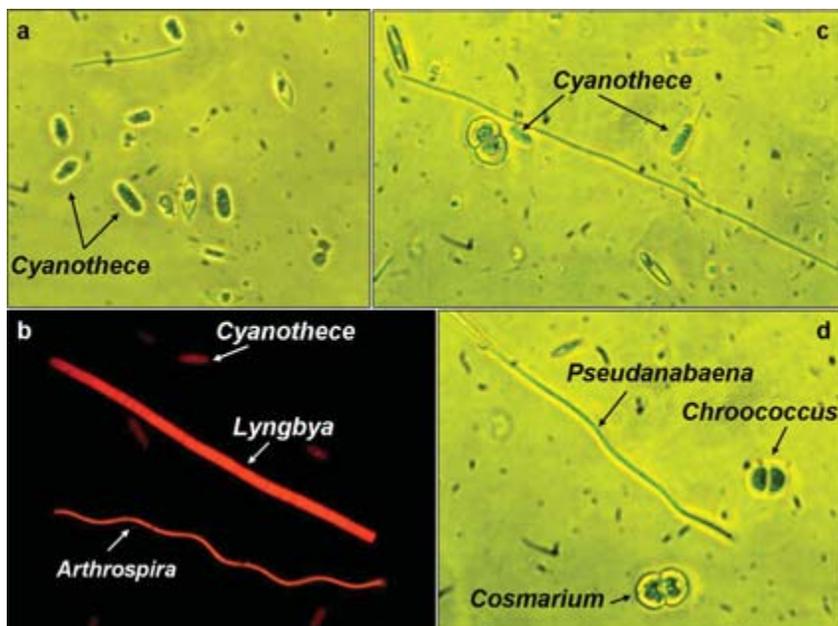


Figura 5. Biotapetes del manantial Eucaliptos. Tapete 1: a) microscopía de contraste de fases 20x; b) microscopía de fluorescencia 40x. **Tapete 3:** c, d) microscopía de contraste de fases 20x.

- **Eucaliptos.** El manantial a lo largo de su recorrido, presenta numerosos biotapetes adheridos a diversas superficies (rocas, suelo, vegetales). En este estudio se han tomado cuatro de ellos que presentaban distinto aspecto macroscópico.

— Tapete 1. Es de color verde claro y muy compacto. Está constituido, principalmente, por cianobacterias filamentosas tabicadas de los géneros *Pseudanabaena*, *Lyngbya*, *Arthrospira* y ovaladas del género *Cyanothece* que presentan autofluorescencia roja con luz ultravioleta, debido a los pigmentos clorofílicos que poseen (Figura 5a, b).

— Tapete 2. Es de color verde oscuro y consistencia gelatinosa. Está formado por cianobacterias filamentosas (*Pseudanabaena*, *Lyngbya*).

— Tapete 3. Presenta grandes burbujas de gas, de color verde brillante. Destaca en este tapete la presencia de abundantes algas

unicelulares del género *Cosmarium* y en menor número *Chroococcus*, además de diatomeas (*Cymbella*, *Nitzschia*) y cianobacterias filamentosas (*Pseudanabaena*) y ovaladas (*Cyanothece*) (Figura 5c, d). La formación de gas se debe al elevado número de algas unicelulares que producen una fotosíntesis oxigénica.

— Tapete 4. Es de color marrón verdoso y consistencia media, presenta también algunas algas del género *Cosmarium*, sin embargo los microorganismos predominantes son las bacterias fototrofas (*Chloroflexus*) y cianobacterias filamentosas (*Pseudanabaena*, *Lyngbya*).

Las comunidades microbianas que constituyen estos tapetes son semejantes a las encontradas en los que forman los manantiales españoles que tienen una composición química semejante (10) y manantiales termales de diferentes partes del mundo (41, 42, 43).

3. CONCLUSIONES

Los manantiales presentan un número bajo de bacterias viables, lo que indica que la protección de los manantiales es adecuada. Desde un punto de vista sanitario no contienen indicadores fecales ni microorganismos patógenos por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano. La microbiota autóctona está constituida, principalmente, por bacilos Gram negativos, de la clase *Gammaproteobacteria*. Se han detectado bacterias con actividad proteolítica, amilolítica y amonificante que intervienen en los ciclos biogeoquímicos y contribuyen a la autodepuración de las aguas.

4. AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a los hermanos Medialdea, propietarios del Balneario y en particular a Don José María, todas las atenciones que han tenido con ellas durante su estancia en el establecimiento, así como las facilidades dadas para la toma de las muestras.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Ayuda, J. (1793) *Examen de las aguas medicinales de mas nombre, que hay en las Andalucías*. Tomo I. Agustín de Doblas, Impresor de la Universidad. Baeza.
2. Anónimo (1870) *Gaceta de Madrid*, 10 de abril de 1870.
3. Anónimo (2004) *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas*. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
4. Boulos, L., Prévost, M., Barbeau, B., Coallier, J. & Desjardins, R. (1999) Live/Death BacLigh: application of a new rapid staining method for direct enumeration of viable and total bacteria in drinking water. *J. Microbiol. Method.* 37: 77-86.
5. De la Rosa, M. C., Andueza, F., Sánchez, M. C., Rodríguez, C. & Mosso, M. A. (2004) Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 70: 521-542.
6. Leclerc, H. & Moreau, A. (2002) Microbiological safety of natural mineral water. *FEMS Microbiol. Rev.* 26: 207-222.
7. Bartram, J., Cotruvo, J., Dufour, A., Hazan, S. & Tanner, B. (2004) Heterotrophic plate count. *Int. J. Food Microbiol.* 92: 239-240.
8. Anónimo (2003) Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero sobre Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. *BOE.* 45: 7228-7245.
9. Reasoner, D. J. & Geldreich, E. (1985) A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. *Appl. Environ. Microbiol.* 49: 1-7.
10. Mosso, M. A., Sánchez, M. C., Rodríguez, C. & de la Rosa, M. C. (2006) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario Cervantes. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 72: 285-304.
11. Oliver, J. D. (2005) The viable nonculturable state in bacteria. *J. Microbiol.* 43: 93-100.
12. Anónimo (1987) Orden de 8 de mayo de 1987. Métodos oficiales de análisis microbiológicos para la elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. *BOE.* 114: 13964-13973.
13. Anónimo (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. American Public Health Association. Washington.
14. Pelaz, C. & Martín, C. (1993) Legionelosis. Datos de España, diagnóstico de laboratorio y control en instalaciones de edificios. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
15. Anónimo (2002) Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. *BOE.* 259: 37934-37949.
16. Chapelle, F. (2000) Ground-water microbiology and geochemistry. John Wiley and Sons. New York.
17. Pochon, J. & Tardieux, P. (1956) Techniques d'analyse en microbiologie du sol. De la Tourelle. St. Mandé (Seine).

18. Stanier, R., Adelberg, E. & Ingraham, J. (1984) *Microbiología*. Reverté. Barcelona.
19. Rodina, A. G. (1972) *Methods in aquatic microbiology*. University Park Press. Baltimore.
20. Mosso, M. A., Sánchez, M. C. & de la Rosa, M. C. (2002) Microbiología del agua mineromedicinal de los Balnearios de Alhama de Granada. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 68: 381-405.
21. De la Rosa, M. C., Sánchez, M. C., Rodríguez, C. & Mosso, M. A. (2007) Microbiología del manantial mineromedicinal del Balneario de Puente Viego. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 73: 251-265.
22. Mosso, M. A., Sánchez, M. C., Pintado, C., Rodríguez, C. & de la Rosa, M. C. (2008) Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Valdelateja. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 74: 505-521.
23. De la Rosa, M. C., Mosso, M. A., Díaz, F., Vivar, M. C. & Medina, M. R. (1991) Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales de Fitero. Memoria nº 18: 45-60. *Real Acad. Farm.* Madrid.
24. De la Rosa, M. C., Mosso, M. A. & Prieto, M. P. (2001) Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario «El Paraíso» de Manzanera (Teruel). *Anal. Real Acad. Farm.* 67: 173-183.
25. Anónimo (2001) *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 14th edition. American Public Health Association. Washington.
26. Pitt, J. L. & Hocking, A. D. (1997) *Fungi and food spoilage*. Blackie Academic & Professional. London.
27. Barrow, G. I. & Feltham, R. K. A. (1993) *Cowan and Steel's. Manual for the identification of medical bacteria*. Cambridge University Press. Cambridge.
28. Holt, J. G., Krieg, N., Sneath, D., Slaley, J. & Williams, S. (1994) *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams & Wilkins. Baltimore.
29. Garrity, G., Brenner, D., Krieg, N. & Staley, J. (2005) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Second Ed. Vol. II. The *Proteobacteria*. Part B and C. Springer. New York.
30. Loy, A., Beiser, W. & Meier, H. (2005) Diversity of bacteria growing in natural mineral water after bottling. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 3624-3632.
31. Perreault, N. N., Andersen, D. T., Pollard, W. H., Greer, C. W. & Whyte, L. G. (2007) Characterization of the prokaryotic diversity in cold saline perennial springs of the Canadian high Arctic. *Appl. Environ. Microbiol.* 73: 1532-1543.
32. Elomari, M., Coroler, L., Izarz, D. & Leclerc, H. (1995) A numerical taxonomic study of fluorescent *Pseudomonas* strains isolated from natural mineral waters. *J. Appl. Bacteriol.* 78: 71-81.
33. Leclerc, H. & Da Costa, M. (2004) *Microbiology of natural mineral waters*. In: *Technology of Bottled water*. 2^a Ed. Blacwell Publishing. Boston.
34. Croci, L., Pasquale, S., Cozzi, L. & Toti, L. (2001) Behavior of *Aeromonas hydrophila* in bottled mineral waters. *J. Food Prot.* 64: 1836-1840.
35. Villari, P., Crispino, M., Montuori, P. & Boccia, S. (2003) Molecular typing of *Aeromonas* isolates in natural mineral waters. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 69: 697-701.

36. De la Rosa, M. C., Mosso, M. A., Vivar, M. C., Medina, M. R., Arroyo, G. & Díaz, F. (1993) Microbiología de las aguas mineromedicinales del Balneario de la Toja. Memoria n° 19: 45-60. *Real Acad. Farm.* Madrid.
37. Mosso, M. A., de la Rosa, M. C. & Vivar, C. (1998) Microbiología del manantial Hervideros del Balneario de Cofrentes. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 64: 53-53.
38. Suzuki, K., Collins, M. D., Ijima, E. & Komagata, K. (1988) Chemotaxonomic characterization of a radiotolerant bacterium, *Arthrobacter radiotolerans*: description of *Rubrobacter radiotolerans* gen. nov., cpmb. Nov. *FEMS Microbiol. Let.* 52: 33-40.
39. Tsai, G. J. & Yu, S. C. (1997) Microbiological evaluation of bottled uncarbonated mineral water in Taiwan. *Int. J. Food Microbiol.* 37: 137-143.
40. Skirnisdottir, S., Hreggvidsson, G. O., Hjorleifsdottir, S. et al. (2000) Influence of sulfite and temperature on species composition and community structure of hot spring microbial mats. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 2835-2841.
41. Mc Gregor, G. B. & Rasmussen, J. P. (2008) Cyanobacterial composition of microbial mats from an Australian thermal spring: a poliphasic evaluation. *FEMS Microbiol. Ecol.* 63: 23-35.
42. Boomer, S. M., Noll, K. L., Geesey, G. G. & Dutton, B. E. (2009) Formation of multilayered photosynthetic biofilms in an alkaline thermal spring in Yellowstone National Park, Wyoming. *Appl. Environ. Microbiol.* 75: 2464-2475.
43. Lau, M. C., Aitchison, J. C. & Pointing, S. B. (2009) Bacterial community composition in thermophilic microbial mats from five hot springs in central Tibet. *Extremophiles.* 13: 139-149.

CAPÍTULO V

Climatología del Balneario de Alicún de las Torres

Francisco Javier Mantero Sáenz, Yolanda Galván Ramírez

Servicio de Desarrollos Medioambientales. Agencia Estatal de Meteorología

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio bioclimático de la zona donde está ubicado el Balneario de Alicún de las Torres. El análisis climatológico se efectúa a través de la pluviometría y la termometría, utilizando datos obtenidos en la estación climatológica de Dehesas de Guadix para la primera y de Freila para la segunda, relativamente próximas al Balneario. El estudio bioclimático, basado en los datos de viento obtenidos en la Estación Automática de Baza, y los de temperatura y humedad medidos en el propio Balneario, comprende el cálculo de los índices y la sensación de confort a través de la temperatura efectiva, extrayéndose de los mismos una clasificación bioclimática.

Palabras clave: Bioclimatología; Temperatura efectiva; Confort.

ABSTRACT

Climatology of Alicún de las Torres spa.

A bioclimatic study of the Alicún de las Torres Spa is described in this paper. The termometric and pluviometric data corresponding

to climatological stations of Dehesas de Guadix and Freila, next to the Spa. It has been calculated the effective temperature and through this the temperature-humidity index and the comfort behaviour number. From these data a bioclimatic classification has been proposed.

Key Words: Bioclimatology; Effective temperature; Comfort.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Alicún de las Torres se encuentra situado a 37° 30' de latitud, a 3° 06' W de longitud, y unos 770 metros de altitud, en la confluencia de los ríos Gor y Fardes, a unos 4 km de Dehesas de Guadix, a unos 10 km de Freila, y a unos 30 de Baza. Los datos de precipitación corresponden a la estación climatológica situada en el Ayuntamiento de Dehesas de Guadix, situada a 655 m de altitud, durante el periodo de 1993 a 2007, al ser la serie más larga y fiable de las estaciones próximas. Los datos diarios de temperatura corresponden a la estación climatológica de Freila (Negratín)/CHG, a 650 m de altitud, durante el periodo 1992 a 2007. Los datos meteorológicos utilizados en el estudio bioclimático han sido, por un lado los bihorarios de temperatura y humedad relativa corresponden a la estación meteorológica instalada en terrenos del Balneario, y por otro, los datos de viento corresponden a la Estación meteorológica automática de Baza/Cruz Roja en el periodo 2000-2007. Esta última estación está situada a unos 780 metros de altitud.

2. ESTUDIO TERMOMÉTRICO

2.1. Temperatura media mensual y anual, temperaturas medias máximas y mínimas mensuales y anuales, y temperaturas máximas y mínimas absolutas

En la Tabla 1 se muestran las temperaturas medias mensuales y anuales, así como las medias de las temperaturas máximas y mínimas registradas en Freila, y las temperaturas máximas y mínimas absolutas tanto mensuales como anuales.

Desde el punto de vista termométrico, la temperatura máxima absoluta de todo el periodo estudiado fue de 43,3 °C el día 1 de agosto de 2003. En general, las temperaturas máximas en verano superaron los 40 °C, excepto en los años 1993 y 2002, aunque en éstos superaron los 39 °C. La temperatura mínima absoluta registrada fue de -10,4 °C el día 28 de enero de 2005, en el periodo (registrado) más frío de Freila, en que en los días 26 a 28 no se superaron los 4 °C. En el Balneario se registra ese mismo día una temperatura mínima de -12.1 °C. En general, las mínimas son inferiores a -5,0 °C todos los inviernos, aunque en los años 2004 y 2005 se extendieron hasta abril. Es de destacar la existencia de un largo periodo anual, de siete meses, en el que se producen valores mínimos absolutos por debajo de cero grados, o muy próximos a este valor, frente a los cinco meses de temperaturas positivas.

Los valores medios mensuales superan los 10 °C a lo largo de seis meses, de marzo a noviembre; superando los 20 °C de junio a septiembre, siendo la media anual de 16,0 °C.

La media de las temperaturas máximas registradas en Freila durante el periodo de estudio tiene un valor anual de 23,5 °C, siendo los valores medios más altos durante los meses de verano, en los que se superan los 30 °C.

Tabla 1.

| | Temperatura máxima absoluta | Temperatura máxima media | Temperatura máxima absoluta | Temperatura máxima media | Temperatura máxima |
|------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Enero | 19,0 | 12,2 | -10,4 | 0,2 | 6,3 |
| Febrero | 23,0 | 14,8 | -7,0 | 1,5 | 8,2 |
| Marzo | 30,0 | 19,1 | -5,5 | 4,2 | 11,7 |
| Abril | 32,0 | 22,1 | -0,5 | 6,4 | 14,3 |
| Mayo | 39,5 | 26,7 | 3,0 | 10,7 | 18,7 |
| Junio | 41,5 | 32,6 | 7,0 | 14,9 | 23,8 |
| Julio | 43,0 | 36,7 | 10,0 | 17,6 | 27,2 |
| Agosto | 43,3 | 35,9 | 9,0 | 17,3 | 26,6 |
| Septiembre | 39,7 | 29,8 | 5,5 | 13,7 | 21,8 |
| Octubre | 34,2 | 23,0 | -1,0 | 9,6 | 16,3 |
| Noviembre | 26,0 | 16,2 | -5,3 | 4,4 | 10,4 |
| Diciembre | 21,0 | 12,4 | -7,5 | 1,8 | 7,2 |
| Anual | 43,3 | 23,5 | -10,4 | 9,0 | 16,0 |

Asimismo, la media anual de las temperaturas mínimas registradas es de 9,0 °C, siendo todos los meses superior a 0 °C, y el mes de julio el que presenta el valor medio más alto: 17,6 °C.

En la Figura 1 se representa gráficamente la evolución anual de la temperatura media, máxima y mínima absoluta, así como las temperaturas medias de las máximas y de las mínimas. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido (27,2 °C), y la del mes más frío (6,3 °C), es de 20,9 °C. La oscilación media diurna es mayor en verano que en invierno, alcanzando su máximo en el mes de julio en el que la diferencia entre la media de las máximas y la media de las mínimas es de 19,1 °C. El valor mínimo corresponde a diciembre con un valor de 10,6 °C de oscilación media. La máxima oscilación en un mes ocurrió en los meses de mayo de 1994 y 1999, con una diferencia entre la máxima y la mínima absolutas mensuales fue de 34 °C. La mínima oscilación, de 16,2 °C, corresponde al mes de diciembre de 2004.

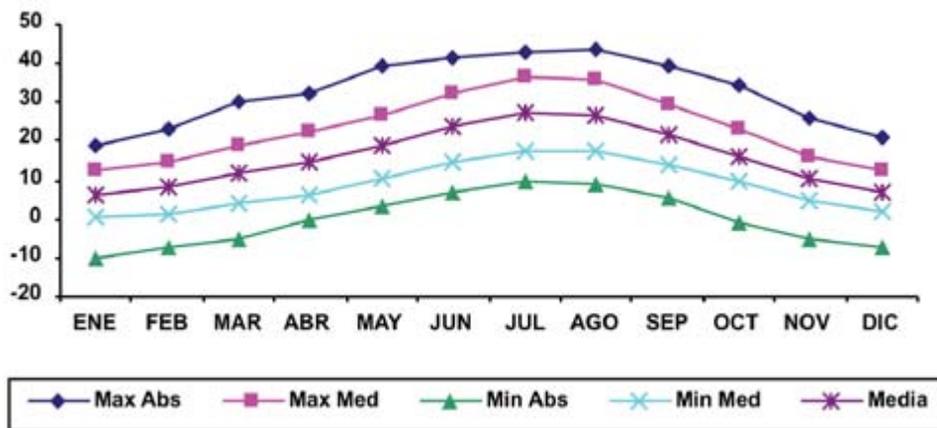


Figura 1. Diagrama Termométrico.

2.2. Numero de días de helada, bochorno, días con T máxima > 25 °C, > 30 °C y días de T mínima < 5 °C

Se considera día de helada, aquel en que la temperatura mínima es igual o inferior a los 0 °C. La Tabla 2 muestra que, prácticamente, las heladas comienzan en noviembre y se extienden hasta marzo.

Durante los meses de abril y octubre se registraron muy pocos días de helada, no registrándose ninguno en los meses de mayo a septiembre, siendo el total anual de 44,6.

| | Días de Tmáx >25°C |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Enero | 0,0 | 0,0 | 16,9 | 0,0 | 1,7 |
| Febrero | 0,0 | 0,0 | 9,9 | 0,0 | 0,6 |
| Marzo | 3,4 | 0,2 | 2,5 | 0,0 | 0,2 |
| Abril | 9,7 | 0,7 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| Mayo | 20,6 | 10,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Junio | 27,9 | 24,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 |
| Julio | 30,4 | 29,3 | 0,0 | 3,5 | 0,0 |
| Agosto | 30,8 | 29,2 | 0,0 | 4,1 | 0,0 |
| Septiembre | 25,8 | 16,6 | 0,0 | 0,8 | 0,0 |
| Octubre | 10,5 | 1,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| Noviembre | 0,2 | 0,0 | 3,9 | 0,0 | 0,1 |
| Diciembre | 0,0 | 0,0 | 11,2 | 0,0 | 0,6 |
| Anual | 159,3 | 111,5 | 44,6 | 8,9 | 3,2 |

Es de destacar de igual manera que los días de bochorno (días con temperatura mínima mayor de 20 °C), registrados para el periodo de estudio son escasos, estando limitados al periodo estival.

Los días de temperatura máxima igual o superior a 25 °C, o de verano, ocupan una banda que se extiende desde el mes de marzo al mes de noviembre, con un máximo de días con estas características registrado en los meses de junio a septiembre, y todos los días de julio y agosto.

Los días calurosos, con temperaturas máximas que alcanzan o superan los 30 °C, se dan desde marzo a octubre, con un máximo en verano en casi todos los días superan dicho umbral.

Atendiendo a la temperatura media diaria, se tiene que el número anual de días suaves, con $t > 10$ °C, es de 264. El de días de bienestar, con $t > 15$ °C, es de 186. El de días tropicales, con $t > 20$ °C, es de 126.

En la Figura 2, se muestran gráficamente el número de días de helada, días con temperatura máxima > 25 °C, > 30 °C, así como los de temperatura mínima < -5 °C.

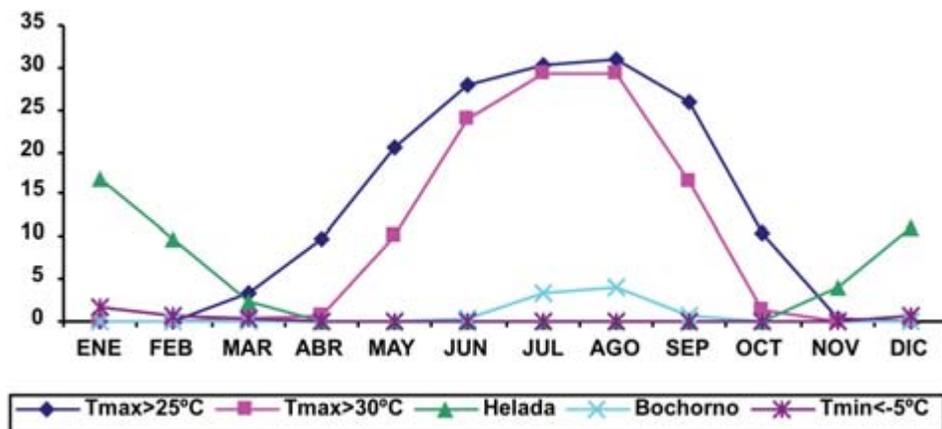


Figura 2.

2.3. Oscilaciones extremas

La oscilación es la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias alcanzadas en Alicún. Dicha evolución, mostrada en la Figura 3, nos muestra un comportamiento de la oscilación media diurna bastante uniforme a lo largo del año con un máximo no muy acusado en los meses de verano. Todos sus valores están comprendidos entre los 10,6 °C en diciembre a los 19,1 °C en julio.

2.4. Estaciones térmicas

Las cuatro estaciones del año, establecidas astronómicamente, difieren de las establecidas según criterios meteorológicos.

Las temperaturas medias nos indican el comienzo y la duración real de cada estación, que según los valores térmicos se establecen de la siguiente manera:

| | Primavera | Verano | Otoño | Invierno |
|-------------------|---------------|---------|---------------|----------|
| Temperatura media | 10 °C a 17 °C | > 17 °C | 17 °C a 10 °C | < 10 °C |

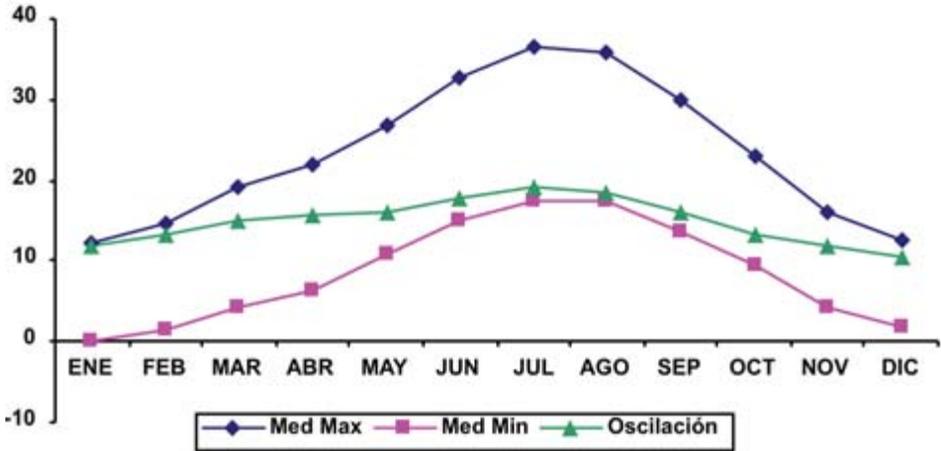


Figura 3. Oscilación de temperatura.

De acuerdo con este criterio, se ha obtenido la Tabla 3 donde se refleja, aproximadamente, el comienzo y duración de cada una de las estaciones del año en Alicún y alrededores.

De la tabla anterior podemos deducir la existencia de una estación claramente predominante que es el verano, seguida del invierno, con dos estaciones intermedias muy cortas: primavera y otoño, sobre todo éste último.

Tabla 3.

| Estación | Comienzo | Final | Porcentaje |
|-----------|-----------------|-----------------|------------|
| Primavera | 1 de marzo | 2 de mayo | 17,3 |
| Verano | 3 de mayo | 11 de octubre | 44,4 |
| Otoño | 12 de octubre | 19 de noviembre | 10,7 |
| Invierno | 20 de noviembre | 28 de febrero | 27,6 |

3. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

El término precipitación engloba todas las formas de agua líquida o sólida que caen de las nubes, tales como lluvia, nieve, granizo, etc.

La mayor parte de las precipitaciones en Alicún son en forma de lluvia, teniendo cierta relevancia las nevadas desde diciembre a marzo, que rara vez cubren el suelo, y las tormentas de primavera y verano.

Pluviométricamente, se observa que la precipitación media anual alcanza el valor de 308 mm, con un mínimo en el mes de julio, y distribuida uniformemente a lo largo del resto del año. El valor medio más bajo se produce en el mes de julio con un valor de 0,6 mm, oscilando el resto del año entre 15 y 42 mm (Tabla 4). Se puede considerar que la lluvia es bastante regular, aunque muy escasa. Hay que destacar como curiosos el mes de agosto de 1996 en el que prácticamente en un único día, el 15, cae la lluvia de todo el mes (68,9 mm), y el más lluvioso, el mes de mayo de 1997, con 108,8 mm, del que la mitad cae en un solo día, el 24. No se puede hablar de periodos secos o húmedos, ya que la lluvia, al ser básicamente de carácter tormentoso, varía mucho de un mes al siguiente y de un año a otro.

Tabla 4.

| | Precipitación Total | Precipitación Máxima en 24 horas |
|------------|------------------------|-------------------------------------|
| Enero | 31,8 | 41,0 |
| Febrero | 25,8 | 19,2 |
| Marzo | 24,8 | 29,3 |
| Abril | 30,7 | 39,0 |
| Mayo | 41,9 | 53,8 |
| Junio | 15,1 | 26,8 |
| Julio | 0,6 | 4,5 |
| Agosto | 16,6 | 63,0 |
| Septiembre | 27,1 | 49,8 |
| Octubre | 31,1 | 42,0 |
| Noviembre | 29,8 | 27,3 |
| Diciembre | 32,7 | 23,6 |
| Anual | 308,0 | 63,0 |

La precipitación máxima en un día tuvo lugar el 15 de agosto de 1996, con 63 mm, seguida de la del 24 de mayo de 1997 con 53,8 mm. Es de destacar, como periodos lluviosos, siempre dentro de su escasa cantidad, los meses de diciembre de 1996 y enero de 1997, con 41 días de precipitación en total, y noviembre-diciembre de 1997 con 37 días.

El número medio anual de días de lluvia es de 63,6, estando regularmente repartido a lo largo de todo el año, bajando durante el verano.

El promedio anual de días de nieve es de 1,8, durante el periodo invernal, siendo el máximo mensual de 3 días en los meses de enero de 2003 y 2007. El granizo es prácticamente inexistente. Las tormentas son de primavera y verano, con un total anual de 10,3 días. El máximo ocurrió el mes de mayo de 1998 con 9 días, aunque con precipitación escasa. Nada que destacar en el resto de meteoros.

El promedio anual de días de precipitación igual o superior a 1 mm es de 65,2. Como nos indica la Tabla 5, las menores frecuencias se observan en los meses de verano, aunque es bastante uniforme a lo largo del año.

Tabla 5.

| | Días de lluvia | Días de nieve | Días de granizo | Días de tormenta | Días de niebla |
|------------|----------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|
| Agosto | 30,8 | 29,2 | 0,0 | 4,1 | 0,0 |
| Enero | 6,9 | 0,9 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| Febrero | 6,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Marzo | 5,9 | 0,1 | 0,0 | 0,4 | 0,0 |
| Abril | 6,9 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 |
| Mayo | 7,1 | 0,0 | 0,0 | 2,6 | 0,1 |
| Junio | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 1,8 | 0,0 |
| Julio | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,1 |
| Agosto | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 0,0 |
| Septiembre | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 1,6 | 0,0 |
| Octubre | 6,4 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,0 |
| Noviembre | 7,1 | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,2 |
| Diciembre | 8,3 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,3 |
| Anual | 63,6 | 1,8 | 0,0 | 10,3 | 0,8 |

Tabla 5. Continuación.

| | Días con precipitación | | | |
|------------|------------------------|-------|--------|--------|
| | ≥ 0,1 | ≥ 1,0 | ≥ 10,0 | ≥ 30,0 |
| Enero | 7,6 | 5,2 | 0,9 | 0,1 |
| Febrero | 6,4 | 4,4 | 0,7 | 0,0 |
| Marzo | 6,1 | 4,7 | 0,3 | 0,0 |
| Abril | 6,9 | 4,8 | 0,9 | 0,1 |
| Mayo | 7,1 | 5,0 | 1,1 | 0,1 |
| Junio | 2,6 | 1,5 | 0,6 | 0,0 |
| Julio | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| Agosto | 2,2 | 1,6 | 0,4 | 0,2 |
| Septiembre | 3,6 | 2,7 | 0,8 | 0,3 |
| Octubre | 6,4 | 4,1 | 0,9 | 0,2 |
| Noviembre | 7,2 | 4,8 | 0,8 | 0,0 |
| Diciembre | 8,5 | 5,9 | 0,9 | 0,0 |
| Anual | 65,2 | 44,8 | 8,3 | 1,0 |

En cuanto al número de días en los que la precipitación media ha sido igual o superior a 10 mm asciende a 8,3 días, con parecida frecuencia mensual. Dado el carácter seco de la zona, las lluvias superiores a 30 mm son muy escasas.

Los datos de precipitación se representan gráficamente en la Figura 4, que nos permite observar la evolución anual de las precipitaciones medias en la zona de estudio, en la que es de destacar su regularidad, su mínimo relativo en verano y absoluto en julio.

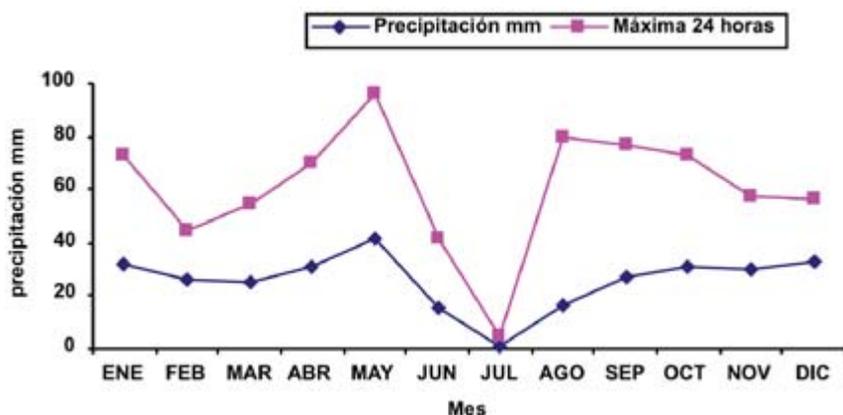


Figura 4. Precipitación mensual.

4. DIAGRAMA OMBROMÉTRICO DE GAUSSEN

En el diagrama ombrométrico de GausSEN (Figura 5) se observa la existencia de un periodo seco coincidente con el verano climatológico de Alicún, desde mayo a octubre, en el cual la temperatura es superior a la precipitación, ocurriendo lo contrario en el resto de los meses, aunque el periodo realmente húmedo va de octubre a febrero.

Cuando la curva de temperatura está por encima de la de precipitación, supone un déficit de humedad en el suelo, ya que existe mucha evapotranspiración; en cambio, cuando la curva de precipitación está por encima de la de temperatura, existe un superávit de humedad en el suelo.

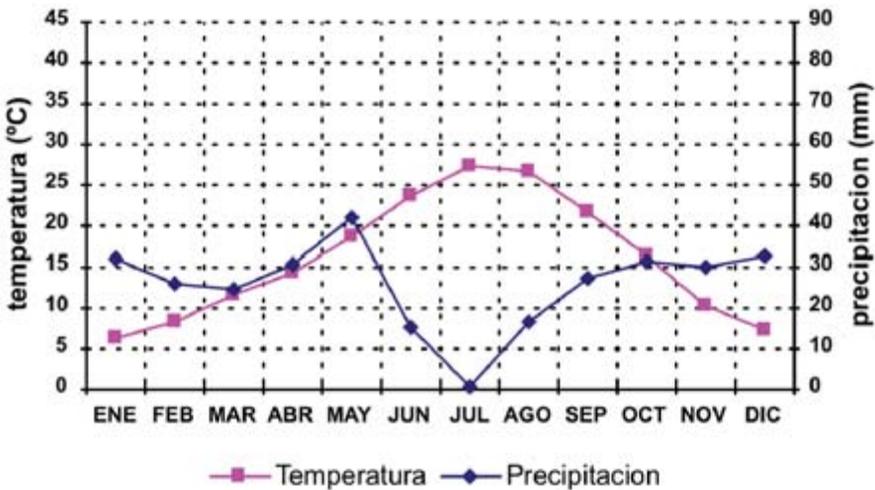


Figura 5. Diagrama Ombrométrico.

5. VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS

En la Tabla 6 se indican los valores del índice de continentalidad de Johansson (**K**), el índice de aridez de Lang (**L**), el índice de aridez de Martonne (**M**), así como el índice termopluiométrico de Dantin y Revenga (**I**).

Estos índices se definen de la siguiente manera:

$$K = 1,6 (A / \text{sen } J) - 14$$

$$L = R / T$$

$$M = R / (T+10)$$

$$I = 100 T / R$$

Donde **R** es la precipitación media anual, **T** es la temperatura media anual, **A** es la temperatura media del mes más cálido menos la temperatura media del mes más frío y **J** es la latitud geográfica.

Tabla 6.

| Índice de Johansson | Índice de Lang | Índice de Martonne | Índice de Dantín-Revenga |
|---------------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 41,7 | 19,3 | 11,8 | 5,2 |
| Continental | Desierto/Árido | Árido/Semiárido de tipo mediterráneo | Árido |

Del cálculo de los índices anteriores podemos concluir que nos encontramos ante un clima notablemente continental de carácter árido.

6. CLIMOGRAMA

Dentro del estudio realizado para el Balneario de Alicún, nos parece interesante incluir los climogramas y el estudio bioclimatológico de la zona. Para el climograma se han tomado como base los datos bihorarios de temperatura y humedad relativa registrados en la estación meteorológica automática instalada en terrenos del propio Balneario. La serie abarca desde el 18 de julio de 2000 al 12 de octubre de 2007. Se han comparado sus datos con los registrados en la estación climatológica de Freila (Negratín), a la que corresponde el estudio termométrico reseñado más arriba encontrando una acep-

table correspondencia en lo que a esta variable se refiere, siendo en el Balneario, en promedio, alrededor de 1,3 °C más baja que en Freila. La humedad relativa es aproximadamente un 5% más baja que en Baza. En cuanto a la velocidad del viento, se han tomado los datos registrados en la estación meteorológica de Baza en un periodo coincidente con la serie del Balneario, ya que la estación de éste está excesivamente apantallada.

El climograma temperatura-humedad asocia estas dos variables a las sensaciones climáticas que percibimos en cada instante. En la Figura 6 se representan los valores mensuales del par temperatura-humedad relativa, representándose igualmente las zonas de sensaciones climáticas.

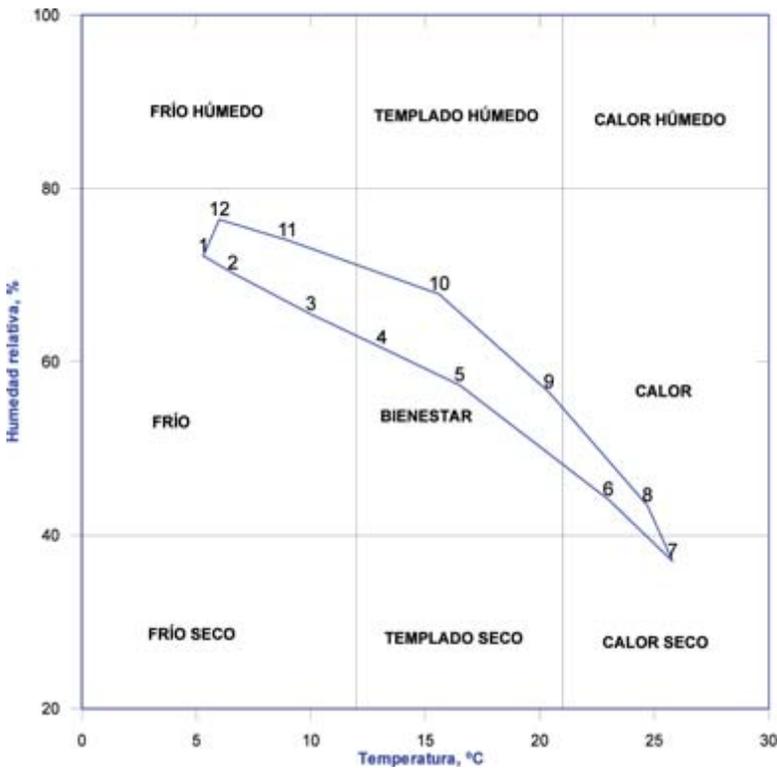


Figura 6. Climograma Temperatura-Humedad.

El hombre esta afectado por el tiempo y el clima de muchas maneras que influyen en las sensaciones de bienestar o de incomodidad que percibe y que, además, tienen una consecuencia tanto física como mental, reflejándose en su conducta. Para calcular estos efectos se utilizan indicadores de sensación. Estos indicadores se derivan de estudios de sensaciones de calor y frío en humanos, con medidas simultáneas de parámetros climáticos efectivos, suministrando una relación directa con el medio ambiente térmico.

El indicador utilizado para el estudio bioclimático de Alicún ha sido la Temperatura Efectiva TE, definida por Missenard, en la que se incluyen la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento.

Numerosos estudios biológicos sugieren que la TE de 24 °C suministra un límite de carga crítica de calor, por encima de esta temperatura existe un límite máximo de confort humano que ronda los 30 °C.

El bienestar térmico depende de las condiciones fisiológicas de cada persona (producción de calor, difusión de calor por la piel, secreción de sudor, ventilación pulmonar, etc.), de su vestimenta y de su nivel de actividad que influye en las anteriores, y de las condiciones ambientales.

La clasificación climática de acuerdo con el criterio de Missenard es la siguiente:

| | |
|------------------|-----------------|
| > 30 °C | Muy caluroso |
| 24,1 °C a 30 °C | Calor moderado |
| 18,1 °C a 24 °C | Calor agradable |
| 12,1 °C a 18 °C | Suave |
| 6,1 °C a 12 °C | Fresco |
| 0,1 °C a 6 °C | Muy fresco |
| - 11,9 °C a 0 °C | Frío |
| -12 °C | Muy frío |

En la Tabla 7 figuran las distribuciones mensuales de frecuencias relativas, en %, de las temperaturas efectivas TE de Missenard, así como su valor medio, calculadas para la zona de Alicún, teniendo en cuenta la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento.

La distribución anual de las sensaciones climáticas se representa, en porcentaje, en el diagrama circular de la Figura 7.

Tabla 7. Distribución de frecuencias de las TE de Meissenard T-H-V.

| | < -12 | -12-0 | 0-6 | 6-12 | 12-18 | 18-24 | 24-30 | > 30 | Media |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Enero | 3.48 | 50.63 | 30.28 | 13.52 | 2.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.4 |
| Febrero | 1.89 | 41.17 | 33.77 | 21.04 | 2.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.1 |
| Marzo | 1.03 | 27.61 | 34.14 | 26.40 | 10.12 | 0.70 | 0.00 | 0.00 | 3.8 |
| Abril | 0.10 | 11.16 | 31.41 | 36.92 | 18.77 | 1.65 | 0.00 | 0.00 | 7.1 |
| Mayo | 0.00 | 6.30 | 19.14 | 33.20 | 29.54 | 11.18 | 0.63 | 0.00 | 10.3 |
| Junio | 0.00 | 0.06 | 1.66 | 15.50 | 39.49 | 34.32 | 8.97 | 0.00 | 17.1 |
| Julio | 0.00 | 0.00 | 0.34 | 7.03 | 32.10 | 40.30 | 20.13 | 0.10 | 19.4 |
| Agosto | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 9.02 | 33.58 | 42.02 | 14.80 | 0.00 | 18.7 |
| Septiembre | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 21.46 | 45.52 | 28.81 | 1.80 | 0.00 | 15.4 |
| Octubre | 0.00 | 2.21 | 14.53 | 36.38 | 39.61 | 7.27 | 0.00 | 0.00 | 11.2 |
| Noviembre | 0.62 | 26.41 | 33.46 | 31.60 | 7.73 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 3.9 |
| Diciembre | 1.91 | 50.76 | 31.51 | 13.24 | 2.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 |
| Aanual | 0.84 | 19.30 | 19.85 | 21.63 | 21.14 | 13.44 | 3.78 | 0.01 | 8.6 |

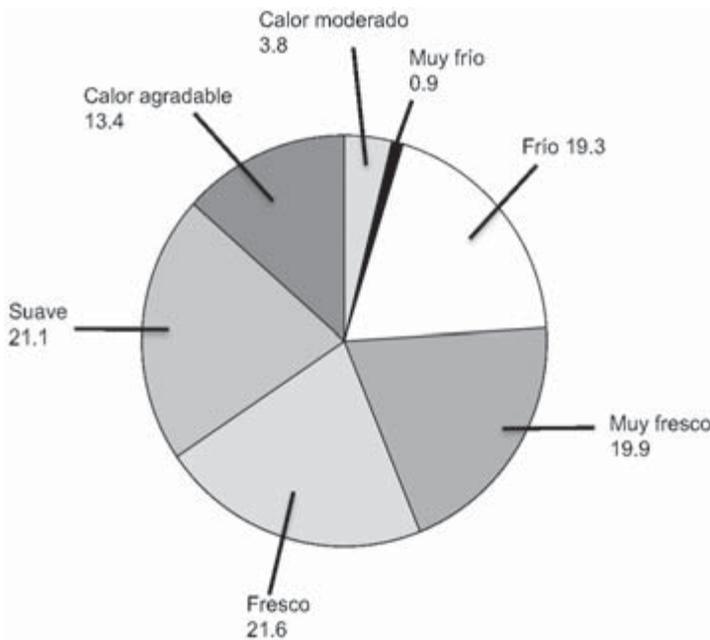


Figura 7. Distribución anual de sensaciones térmicas.

A fin de apreciar la importancia tanto de la humedad relativa como del viento, en la Tabla 8 figuran los valores medios mensuales y anual de la temperatura, del índice de Missenard teniendo en cuenta únicamente la temperatura y la humedad relativa, y de la temperatura efectiva de Missenard, teniendo en cuenta la temperatura, la humedad y la velocidad del viento. Los datos corresponden a los años 2000-2007, y para el cálculo de las medias mensuales y anual se tienen en cuenta todas las medidas bihorarias.

Tabla 8. Temperaturas medias, Sensación térmica de Missenard y Sensación térmica de Missenard con viento.

| Mes | T. Media | T-H | T-H-V |
|------------|----------|------|-------|
| Enero | 5,3 | 5,7 | -0,4 |
| Febrero | 6,6 | 6,8 | 1,1 |
| Marzo | 10,0 | 9,8 | 3,8 |
| Abril | 13,1 | 12,4 | 7,1 |
| Mayo | 16,5 | 15,0 | 10,3 |
| Junio | 23,0 | 19,7 | 17,1 |
| Julio | 25,8 | 21,5 | 19,4 |
| Agosto | 24,7 | 21,0 | 18,7 |
| Septiembre | 20,4 | 18,2 | 15,4 |
| Octubre | 15,6 | 14,6 | 11,2 |
| Noviembre | 9,0 | 8,9 | 3,9 |
| Diciembre | 6,0 | 6,3 | 0,0 |
| Anual | 14,4 | 13,1 | 8,6 |

El efecto del viento es más acusado a bajas temperaturas. La máxima temperatura efectiva registrada en el período de medidas fue de 30,7 °C el día 15 de julio de 2005 a las 18 horas, correspondiendo a una temperatura de 39,4 °C, una humedad del 19%, y 4,2 m/s de viento. La mínima temperatura efectiva se registró el día 28 de enero de 2005 a las 10 horas, siendo de -23,7 °C, correspondiendo a una temperatura del aire de -10,8 °C, una humedad del 73%, y una velocidad del viento de 3,1 m/s. La máxima diferencia entre la temperatura real y la efectiva de sensación fue de 19,1 °C el 17 de diciembre de 2001 a las 12 horas, correspondiendo a una temperatura real de -3,2 °C, con un 90% de humedad y un viento de 7,5 m/s, siendo la temperatura efectiva de -22,3 °C.

7. VIENTO

Como se indica más arriba, al estar apantallada la instrumentación para la medida del viento en el Balneario, el estudio se ha basado en los datos horarios obtenidos en la estación meteorológica automática de Baza/Cruz Roja, que se consideran representativos del entorno del Balneario. En la Tabla 9 figura la rosa de vientos de para el período 2000 a 2007, en la forma de frecuencias de simultaneidad de la dirección y la velocidad del viento, expresadas en tantos por ciento.

Tabla 9. Rosa de vientos.

| | Velocidades, m/s | | | | | | | | | TOTAL |
|--------|------------------|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | > 8 | |
| N | 2.27 | 2.27 | 0.28 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.89 |
| NNE | 0.90 | 0.75 | 0.11 | 0.06 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.83 |
| NE | 0.66 | 0.49 | 0.08 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.26 |
| ENE | 0.52 | 0.49 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.10 |
| E | 1.17 | 1.20 | 0.26 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 2.90 |
| ESE | 1.20 | 1.66 | 0.64 | 0.51 | 0.51 | 0.25 | 0.21 | 0.05 | 0.01 | 5.04 |
| SE | 2.29 | 3.06 | 1.70 | 1.85 | 1.55 | 0.66 | 0.21 | 0.04 | 0.01 | 11.38 |
| SSE | 3.45 | 4.86 | 2.60 | 2.54 | 1.43 | 0.34 | 0.09 | 0.01 | 0.00 | 15.31 |
| S | 3.30 | 3.80 | 1.19 | 0.62 | 0.18 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 9.13 |
| SSW | 1.12 | 0.83 | 0.13 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 2.12 |
| SW | 0.83 | 0.58 | 0.12 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 1.60 |
| WSW | 0.82 | 0.81 | 0.66 | 0.39 | 0.25 | 0.12 | 0.11 | 0.05 | 0.06 | 3.28 |
| W | 2.54 | 2.08 | 2.62 | 3.60 | 3.30 | 1.81 | 1.56 | 0.71 | 0.72 | 18.95 |
| WNW | 1.69 | 1.42 | 1.62 | 2.79 | 2.60 | 1.02 | 0.56 | 0.14 | 0.11 | 11.95 |
| NW | 1.39 | 1.35 | 0.81 | 0.91 | 0.62 | 0.16 | 0.07 | 0.01 | 0.01 | 5.34 |
| NNW | 1.67 | 1.50 | 0.50 | 0.17 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 3.91 |
| Total | 25.81 | 27.17 | 13.38 | 13.72 | 10.64 | 4.46 | 2.87 | 1.02 | 0.94 | 100.00 |
| Calmas | 12.00 | Observaciones 53773 | | | | | | | | |

En la Figura 8 se representan gráficamente las frecuencias en que el viento ha soplado de cada dirección. Destaca el predominio de los vientos de componente Oeste y Sureste. Hay que destacar que esto es válido para todo el entorno del Balneario excepto en su parte baja, ya que el encajonamiento del río Fardes, que en esta zona es de dirección Norte-Sur, el viento sopla predominantemente del Nor-

te, como ya se reseña en el Diccionario de Madoz en referencia a Villanueva de las Torres. En la Figura 8b se representan las velocidades medias anuales correspondientes a cada dirección del viento. Lo más destacable es que la frecuencia de vientos débiles, menores de 3 m/s, que alcanzan el 66% del tiempo.

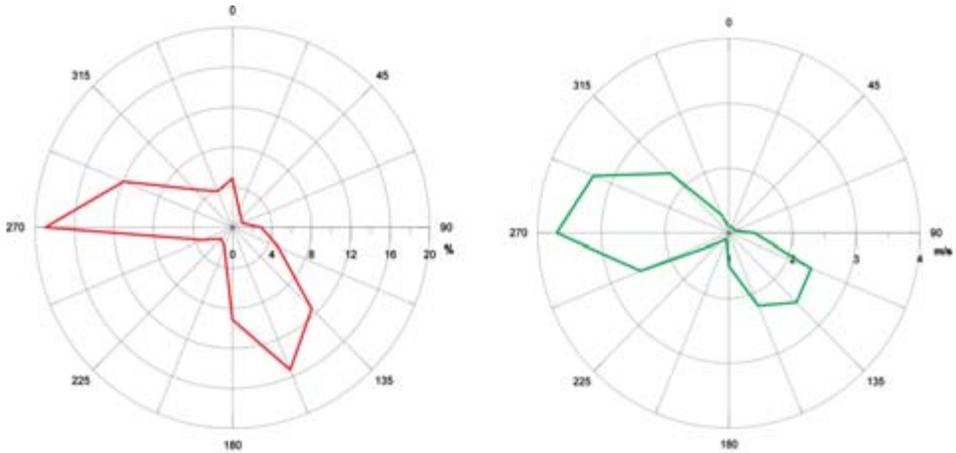


Figura 8. Rosa de vientos. A, Frecuencia. B, Velocidades.

CAPÍTULO VI

Vegetación del entorno del Balneario de Alicún de las Torres (Granada)

Miguel Ladero Álvarez¹, Ángel Amor Morales¹, Miguel Ángel Luengo Ugidos², M.^a Teresa Santos Bobillo¹, M.^a Teresa Alonso Beato¹, M.^a Evangelina Sánchez Rodríguez¹, Francisco J. González Iglesias¹, Ignacio Ladero Santos¹, Francisco Valle Tendero³

¹Departamento de Botánica, Facultad de Farmacia. Universidad de Salamanca.

²Departamento de Geografía, Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Salamanca.

³Departamento de Botánica, Facultad de Biología. Universidad de Granada.

RESUMEN

Se estudia la vegetación del entorno del balneario de Alicún de las Torres, Villanueva de las Torres (Granada), en función de factores florísticos, bioclimáticos, biogeográficos y edáficos. Ello nos permite identificar y delimitar las comunidades vegetales clímax y sus etapas seriales más representativas. En la ordenación del trabajo, seguimos la sistemática de las series de vegetación, comenzando con las cabezas de serie climatófilas, edafófilas y edafoixerófilas.

Con el fin de facilitar mejor la comprensión de la descripción de las distintas comunidades vegetales estudiadas en el texto y de las plantas medicinales más representativas, presentamos una serie de fotografías en color tanto de los distintos biotopos, como de las plantas medicinales silvestres encontradas en el territorio.

En este estudio intentamos poner de manifiesto el alto valor ecológico y paisajístico que atesora junto a una serie de particularidades únicas en este balneario.

Palabras clave: Vegetación; Fitosociología; Alicún de las Torres; Villanueva de las Torres; Granada; España.

ABSTRACT

Vegetation in the surroundings of Alicún de las Torres Spa (Granada)

The work studies the vegetation in the surroundings of the Alicun of the Torres Spa, Villanueva of the Torres, Granada with floral, bioclimatic, biogeographic and podological aspects being considered.

This has allowed us to identify and delimit the most important vegetable communities and their more representative serial stages. In the general order of work, we have followed a systematic vegetable series, beginning with the foremost of the climatophilous, edaphophilous and edaphoxerophilous series.

With a view to offering a greater understanding of the different vegetable communities under study within the present text and also of the more representative medicinal plants, we have presented a series of colour photographs of the different biotopes, as well as of the wild medicinal plants in the area.

In this study we have tried to paint out the enormous ecological value of the landscape involved. This is, without doubt, one of the best conserved areas of the Iberian Peninsula.

Key Words: Vegetation in the surroundings of the Alicun Spa; Villanueva of the Torres; Granada; Spain.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando nos encargó la Comisión de Aguas realizar el estudio del entorno botánico del Balneario de Alicún de las Torres, nos llamó la atención el topónimo *Alicún*. Gracias a la Catedrática de Árabe de la Universidad de Salamanca, Concepción Vázquez, hemos podido saber su significado. C. Vázquez me comunicó que M. C. Jiménez (1)

profesora de la universidad de Granada, en su obra «La Granada islámica» (1991: 139), recoge el término *Alicún*, como derivado del vocablo árabe «*al-liquq*». Entre sus diversas acepciones, se encuentra la de *surco* o *hendidura*. Si nos detenemos a contemplar la ubicación del Balneario, veremos que se encuentra en la base de un cerro de calizas duras cretácicas, partido por una profunda falla que lo divide en dos. De aquí el nombre de *Cerro de La Raja*. Por esta profunda hendidura fluyen las aguas recogidas por la rambla del Aljibe, tanto de la dehesa del mismo nombre como de las zonas aledañas (Figura 1).

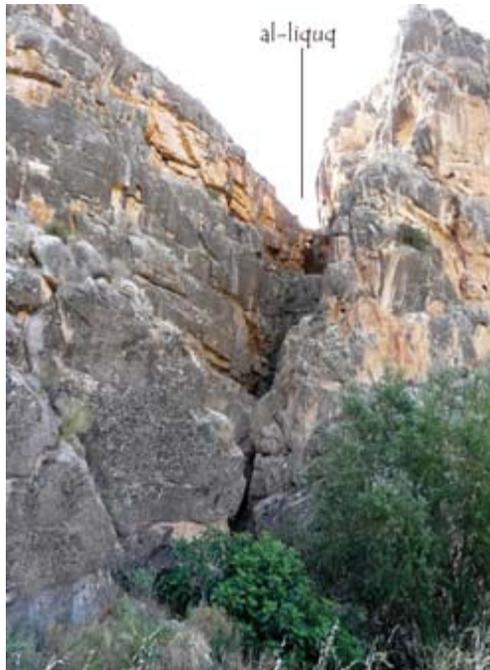


Figura 1. Vista de la hendidura «*al-liquq*» que parte en dos el Cerro de la Raja.

El viajero que recorre el Valle del río Fardes encuentra cierta monotonía, su vista se cansa de contemplar las laderas de los barrancos casi desnudos, tapizadas por una vegetación rala, cuyo planta casi única es el esparto fino o atocha (*Stipa tenacissima*), al que

acompañan algunos pinos carrascos (*Pinus halepensis*) y, en los roquedos, la sabina mora (*Juniperus phoenicea*). En las márgenes de los cursos de agua, los típicos tarayales, a veces salpicados por pequeños bosquetes de álamos blancos y sauces. Cuando la presión antrópica se intensifica, el tarayal da paso a un cañaveral y los cauces, sometidos a un prolongado estiaje, son colonizados por espadañas y carrizos.

Por el contrario, al llegar a los aledaños del Balneario, el paisaje cambia bruscamente y surge como por encanto un verdadero oasis. El motivo de tan profundo cambio son las aguas sobrantes del manantial, las cuales, a temperatura de 35 °C y cargadas de sales solubles, fluyen a lo largo de la Acequia del Toril, para terminar regando los olivares de la vega del río Fardes. La «Acequia», como la denominan los lugareños, es un acueducto de 15 m de altura, formado por una caliza porosa por la que discurren las aguas calcáreas a lo largo de una canal. El resultado es una formación geológica denominada *travertino*.

El muro del acueducto, por su singular porosidad y humedad constante, se ve tapizado por una vegetación exuberante, donde compiten las mas diversas especies vegetales, desde la modesta «pajarilla de agua» (*Samolus valerandi*), hasta la espectacular «cañota real o noble» (*Erianthus ravennae*).

Otro aliciente que presenta el Balneario de Alicún son los numerosos monumentos megalíticos que se encuentran en su entorno, destacando los dólmenes repartidos por los alrededores de la estación termal, y los petroglifos del Cerro de la Mina.

A diferencia de lo que sucede con otros balnearios españoles, la información antigua sobre la flora es escasa. En los últimos años, algunos miembros del Departamento de Botánica de la Universidad de Granada, han recorrido el territorio, destacando F. B. Navarro (2), con motivo de su tesis doctoral, y la Dra. Concepción Morales, en sus campañas botánicas a Villanueva de las Torres, desde 1982 hasta la actualidad.

Las únicas citas antiguas de plantas que crecen en los alrededores del Balneario de Alicún, las proporciona D. Juan de Dios Ayuda, (3) médico titular del Cabildo de la ciudad de Guadix, en su trabajo

titulado «*Examen de las aguas Medicinales que hay en las Andalucías*». En esta obra menciona una serie de plantas por sus nombres vulgares, como es el caso de cabrahigo (*Ficus carica*), álamo blanco (*Populus alba*), álamo negro (*Populus nigra*), morales (*Morus alba* y *M. nigra*), taray (*Tamarix* sp. pl.), enebro común (*Juniperus oxycedrus*), sabina, sin duda alguna la sabina mora, (*Juniperus phoenicea*), retama (*Retama sphaerocarpa*), espino majolero o majoleto (*Crataegus monogyna*), rosal perruno o escaramujo (*Rosa canina*), romero (*Rosmarinus officinalis*). Señala también distintas especies de juncos, llantenos, el culantrillo de pozo (*Adiantum capillus-veneris*), etc.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el estudio sintaxonómico, bioclimático, biogeográfico y la nueva visión sobre las series de vegetación, hemos utilizado la información aportada por Rivas-Martínez (4), Rivas-Martínez & al. (5-8).

Para el análisis de las comunidades vegetales se han levantado inventarios fitosociológicos, según el método de Zurich-Montpelier expuesto por Braun-Blanquet (9) y Géhu & Rivas-Martínez (10).

Son numerosas las publicaciones en las que nos hemos basado para la realización de este trabajo, destacando Valle, F. & al. (11), Alcaraz (12), López, G. (13), Martínez-Parras, Peinado & Alcaraz (14).

En las comunidades vegetales identificadas en función de sus características florísticas, ecológicas y dinámicas, hemos considerado imprescindible, siempre que ha sido posible, incorporar un inventario representativo, realizado en el área de trabajo. Consideramos que la inclusión de los inventarios fitosociológicos, después del comentario ecológico de cada comunidad, es el mejor testimonio de la presencia de los distintos tipos de vegetación.

Para la determinación de los taxones, hemos utilizado los trabajos de Castroviejo & al. (15) y Tutin & al. (16). Los pliegos recolectados para la realización de este trabajo han sido depositados en el Herbario SALA de la Universidad de Salamanca.

3. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El Balneario de Alicún de las Torres está situado en el término municipal de Villanueva de las Torres, que tiene una extensión de 66,50 km² y una población de 975 habitantes. Pertenece este municipio a la comarca de la Hoya de Guadix y Marquesado de Cenete. Según la nueva ordenación comarcal, Villanueva de las Torres forma parte de la comarca de los Montes de Granada, se trata de un territorio amplio, limitado al norte por la provincia de Jaén, al sur por el Valle del Genil, al este por el Guadiana Menor y al oeste por el río Frailes en las proximidades de Alcalá la Real.

El territorio estudiado tiene un relieve quebrado, donde alternan amplias mesetas con profundos barrancos servidores de ramblas generalmente secas, por donde discurren las aguas pluviales, cuando caen copiosamente, como en el caso de las de Olivares, Alcantarilla y el Molino.

En cuanto a la orografía, la cota máxima corresponde al Cerro del Mencal de 1.449 m, existiendo algunas otras menores como: La Pilica (1.412 m), el Cerro del Romero (1.006 m), el Puntal Blanco (910 m), los cerros de la Mina (908 m), La Raja (868 m) y la Peña del Fraile (854 m).

El término municipal de Villanueva de las Torres se encuentra ubicado en la cuenca hidrográfica del Guadiana Menor, siendo su arteria principal el río Fardes, al que vierten sus aguas el río Gor en las proximidades del Balneario y las ramblas de los Olivares, Alcantarilla y el Molino. El río Fardes, en el término municipal de Villanueva de las Torres, presenta un desnivel aproximado de 200 m, entre el Cortijo del Gallego (748 m) y su desembocadura en el Guadiana Menor (548 m).

4. CONTEXTO GEOLÓGICO

El entorno del Balneario, siguiendo al IGME (17) se encuentra asentado sobre sedimentos calizos pertenecientes a las eras mesozoica y cenozoica, quedando los sedimentos cuaternarios a lo largo de los ríos Fardes y Gor y en las faldas del Mencal y la Pilica. También ocupan cierta extensión los travertinos de la Acequia del Toril.

Las calizas y dolomías triásicas y cretácicas, son los sedimentos principales de los cerros del Mencal y La Raja, las margas, las margocalizas, las arcillas y los limos, con yesos, pertenecientes a los periodos cretácico y terciario, ocupan la mayor parte del territorio, quedando el cuaternario reducido a las gravas y arcillas con costras calizas pleistocenas y a las terrazas aluviales de los ríos Fardes y Gor.

5. RESEÑA BIOGEOGRÁFICA

Rivas-Martinez & al. (2008) (8) definen la Biogeografía como *«la disciplina que estudia la distribución, las causas y las vías de migración de los seres vivos y de sus comunidades en la Tierra, tanto en los ambientes terrestres como marinos»*.

La Biogeografía terrestre actual, apoyada en otras ciencias de la naturaleza (geografía, edafología, bioclimatología, fitosociología, etc.), trata de establecer una tipología de los territorios emergidos del planeta (geobiosfera).

La Biogeografía se basa principalmente en la Corología vegetal, como consecuencia de la importancia que tienen las especies y las comunidades vegetales vasculares en la definición y delimitación de las unidades tipológicas de la geobiosfera.

El término municipal de Villanueva de las Torres, desde el punto de vista biogeográfico, se encuentra situado en el sector Accitano-Baztetano (Guadiciano-Bacense) y dentro de este, en el distrito Accitano, que comprende la Hoya de Guadix y la cuenca baja del Guadiana Menor.

En la zona de estudio reconocemos las siguientes unidades biogeográficas:

REGIÓN: Mediterránea.

Subregión: Mediterránea Occidental.

Provincia: Bética.

Sector: Accitano-Baztetano (Guadiciano-Bacense).

Subsector: Hoyano Accitano-Baztetano.

Distrito: Accitano (Hoya de Guadix y Cuenca baja el Guadiana Menor).

La provincia Bética, en el territorio, está definida por los encinares mesomediterráneos de ombroclima seco-subhúmedo, pertenecientes a la asociación *Paonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae*. Las comunidades vegetales que definen el Subsector Hoyano Accitano-Baztetano, siguiendo (Algarra & *al.*, 2004) en F. Valle (11), son:

- a) Los coscojares con espino negro de *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* en su faciación con *Ephedra fragilis*;
- b) Los sabinares topográficos sobre calizas duras de la *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae*.
- c) Los tarayales que bordean el curso menor de los ríos Fardes y Gor, definidos por la asociación *Agrostio-Tamaricetum canariensis suedetosum verae*.

La etapa serial más representativa del área de estudio, son los espartales de *Sideritido funkianae-Stipetum tenacissimae*.

El distrito Accitano presenta como vegetación diferencial, frente a otros territorios del entorno, la que tapiza el travertino del Toril y el pequeño regato que corre en su base. El travertino, en función de la humedad, alberga en las zonas rezumantes, el helechal de *Trachelio coerulei-Adiantetum capilli-veneris*; sobre la pared del muro no rezumante, los juncales negros de la *Hyperico caprifoliii-Schoenetum nigricantis*, que en las zonas mas secas son sustituidos por los fenales de *Maltisalco-Brachypodietum phoenicoidis*. La cañota real o noble (*Erianthus ravennae*), acompañada de la cola de caballo (*Equisetum ramosissimum*), colonizan el borde de la canal que recorre el muro, dando lugar a la comunidad *Equiseto ramosissimi-Erianthetum ravennae*. En la base del acueducto, siguiendo el pequeño regato que generan las aguas rezumantes, se instalan los juncales de junco churrero, perteneciente a la asociación *Lysimachio ephemeri-Holoschoenetum vulgaris*.

6. RESEÑA BIOCLIMÁTICA

La caracterización bioclimática media de Villanueva de las Torres y la de todos municipios próximos que configuran la cabecera del Río Guadiana Menor, incluso la de Guadix, se encuadra dentro del bioclima *mediterráneo xérico-oceánico*. Concretamente, el piso

bioclimático más común de este territorio, a pesar de los fuertes contrastes altitudinales que el relieve serrano impone, es el *mesomediterráneo superior* con un ombrotipo *semiárido superior*, como así lo corrobora la vegetación potencial de encinares y coscojares que más adelante veremos.

Se trata, pues, de un bioclima donde el período de aridez medio es como mínimo de cinco meses (de mayo a septiembre), aunque los restantes meses del año tampoco destaquen por la abundancia de precipitaciones. En este sentido, tomando como referencia la estación meteorológica termopluviométrica más próxima, la de Guadix, la precipitación media anual apenas llega a los 325 mm, siendo los meses de abril y diciembre los que, con 40 mm de media, señalan los dos picos más relevantes de precipitaciones. En términos cuantitativos, durante casi todos los años, la evapotranspiración potencial duplica sobradamente la cantidad de precipitación registrada, lo cual justifica el estrés hídrico al que sistemáticamente están sometidas las comunidades vegetales de carácter climatófilo. Así mismo, el estiaje prolongado de los ríos y arroyos que avenan esta comarca de los Montes de Granada, revela la adaptación a la sequía que tienen las especies y comunidades vegetales.

Por su parte, las temperaturas denotan que el verano es largo y cálido a pesar de la altitud. Con una temperatura media anual que ronda los 15 °C, las de los meses invernales son las que mitigan los efectos de la sequía prolongada. En realidad, aunque los datos medios no permiten que hablemos de un «período de helada segura» *sensu stricto*, desde noviembre hasta marzo se puede considerar como un claro «período de helada probable».

Finalmente, la excepcionalidad de las cota que superan los 1.200 m hace que, manteniéndonos siempre en el mismo piso bioclimático mesomediterráneo, sólo oscile un escalón el ombrotipo, es decir, que se pase del semiárido al seco.

7. SERIES DE VEGETACIÓN

Entendemos como Serie de Vegetación, siguiendo a Rivas Martínez & al. (8), «la unidad básica de la Fitosociología dinámica». Tratamos mediante esta unidad, el conjunto de comunidades vegetales

o estadios que pueden hallarse en unos espacios teselares afines, como resultado de un proceso de la sucesión, tanto de la asociación representativa de la etapa clímax o cabeza de serie, como de la vegetación correspondiente a las asociaciones iniciales o subseriales que puedan reemplazarlas. Comentaremos las distintas comunidades clímax, bajo el apartado de vegetación climatofila, edafoxerofila y edafohigrófila, completaremos el comentario, hablando sobre las comunidades ajenas a la dinámica vegetal y a las que siguiendo a Salazar & *al.* 2005, en F. Valle (11) denomina comunidades exoseriales, como ejemplo, la vegetación que coloniza la Acequia del Toril.

A) VEGETACIÓN CLIMATÓFILA

1. Serie mesomediterránea, bética, seco-subhúmeda basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*) *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica.

La etapa madura de esta serie corresponde a un encinar definido por la asociación *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae*. Se presenta en la zona de estudio sólo de forma marginal y exclusivamente en la ladera norte-noreste del Cerro del Mencal (1.449 m). En la actualidad, es un bosque muy abierto, al que contribuyen los afloramientos rocosos y la presión ganadera. La encina, junto al majuelo, son las especies dominantes, a las que acompaña el enebro de miera (*Juniperus oxycedrus*), la peonía (*Paeonia coriacea*), el brusco o arrayán morisco (*Ruscus aculeatus*) y algún elemento termófilo como el acebuche (*Olea europaea* subsp. *oleaster*) y el espárrago blanco (*Asparagus albus*). Estos encinares se presentan en el piso bioclimático mesomediterráneo de ombroclima seco-subhúmedo y una fuerte xericidad estival. Los suelos sobre los que se desarrollan proceden de las calizas y dolomías jurásicas (Figura 2).

Como ejemplo presentamos:

Encinar de *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* (*Quercion broteroi*, *Quercetalia ilicis*, *Quercetea ilicis*)

Altitud (1 = 10): 120. Área 500 m². Cobertura 60%. Número de especies: 10. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Quercus ilex* subsp. *ballota*, 2 *Juniperus oxycedrus*, 2 *Rhamnus*

myrtifolius, 2 *Rhamnus lycioides*, + *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, + *Asparagus albus*, + *Rubia peregrina*. Compañeras: 1 *Genista scorpius*, 2 *Helictotrichon filifolium*, 1 *Centaurea boissieri* subsp. *funkiana*, 1 *Delphinium gracile*. Localidad: Umbría del Mencal, Pedro-Martínez. TMV30S51.



Figura 2. Encinar de *Paeonio coriaceae-Querceto rotundifoliae* en la umbría del Mencal.

La primera etapa serial es un coscojar con majuelos. Esta formación se encuentra muy alterada, siendo prácticamente inexistente. En su lugar se desarrollan los retamares definidos por la asociación *Genisto speciosae-Retametum sphaerocarpace*, en un buen estado de conservación. Como plantas características de esta formación señalamos, además de la retama (*Retama sphaerocarpa*), *Genista cinerea* subsp. *speciosa* y *Cytisus fontanesii*, *Genista scorpius*.

Como ejemplo presentamos:

Retamar de *Genisto speciosae-Retametum sphaerocarpace* (*Adenocarpion decorticanatis*, *Cytisetalia scopario-striati*, *Cytisetea scopario-striati*).

Altitud (1 = 10): 120. Área: 500 m². Cobertura 70%. Número de especies: 10. Características de asociación y unidades superiores:

2 *Cytisus fontanesii*, 2 *Genista cinerea* subsp. *speciosa*, 1 *Retama sphaerocarpa*, 1 *Genista scorpius*. Compañeras: 2 *Stipa tenacissima*, 1 *Rhamnus myrtifolius*, 1 *Juniperus oxycedrus*, 2 *Helictotrichon filifolium*, 1 *Thymus mastichina*, 1 *Thymus zygis* subsp. *gracilis*. Localidad: Umbría del Mencal, Pedro-Martínez. UTM30SVG9251.

En las zonas más abiertas, cuando desaparece la vegetación retamoide, se instala un espartal denso, dominado por el esparto fino (*Stipa tenacissima*), a la que acompañan *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Helictotrichon filifolium* y *Sedum sediforme*, que caracterizan la asociación *Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae*. En los suelos pedregosos se presenta un «lastonar ramoso» dominado por *Brachypodium retusum* y acompañado de plantas como la oreja de liebre (*Phlomis lychnitis*), dactilo (*Dactylis glomerata*) o cugula fina (*Avenula bromoides* subsp. *pauneroi*).

2. Serie mesomediterránea guadiciano-bacense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de la coscoja (*Quercus coccifera*): *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* S. Faciación guadiciano-bacense y almeriense con *Ephedra fragilis*.

Este tipo de vegetación es propio del piso mesomediterráneo de ombroclima semiárido, los sustratos corresponden a sedimentos cretácicos y terciarios, formados por margas con yesos y margocalizas. Se extiende por gran parte del territorio, desde las vegas del río Fardes hasta los 900 m de altitud.

La comunidad cabeza de serie es un coscojar (*Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae*), el cual en la zona de estudio se encuentra muy alterado, estando sustituido por un pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) (Figura 3). Se observa en la ladera sur del Cerro del Mencal, sobre sustratos cuaternarios de gravas y arcillas con costra caliza. Se trata de un pinar muy abierto como señala Algarra & al. (2004: 200) en F. Valle (11). En algunos barrancales muy abruptos, como sucede en la rambla de los Olivares, se presentan formaciones mucho más xerófilas, donde el pinar ha perdido parte de la vegetación arbustiva, al desaparecer la coscoja y el espino negro (*Rhamnus lycioides*), quedando como elemento acompañante del pino, la sabina mora (*Juniperus phoenicea*) y el canadillo (*Ephedra fragilis*).



Figura 3. Pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) que sustituye al coscojar de *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae*.

Como etapa serial, se presenta el retamar definido por F. Valle (18) como *Genisto speciosae-Retametum sphaerocarphae*. Esta formación cubre amplias áreas en las terrazas altas del río Gor, por debajo del Cejo. La mayor superficie la ocupan los espartales definidos por la asociación *Sideritido funkianae-Stipetum tenacissimae*. Se trata de una formación muy abierta que llega a dominar el paisaje, cuyo elemento principal es el esparto fino (*Stipa tenacissima*), a la que acompañan la zahareña (*Sideritis funkiana*), *Sedum sediforme*, *Brachypodium retusum*, *Arrhenatherum elatius*, etc. Los espartales sobre suelos margosos fácilmente erosionables en los barrancos de la cuenca del Fardes, se comportan como vegetación permanente (Figura 4).

Como ejemplo presentamos:

Espartal de *Sideritido funkianae-Stipetum tenacissimae* (*Stipion tenacissimae*, *Lygeo-Stipetalia*, *Lygeo-Stipetea*)

Altitud (1 = 10): 79. Área: 200 m². Cobertura: 50%. Número de especie por inventario: 21. Características de asociación y unidades superiores. 3 *Stipa tenacissima*, 2 *Sideritis funkiana*, 1 *Sedum sedifor-*

me, 1 *Avenula bromoides*, 2 *Brachypodium retusum*, 1 *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, 1 *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, 1 *Lygeum spartum*. Compañeras: 2 *Rosmarinus officinalis*, 1 *Ononis tridentata*, 1 *Bupleurum fruticosum*, + *Genista mugronensis*, 1 *Anthyllis cytisoides*, + *Teucrium gnaphalodes*, + *Linum suffruticosum*, + *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, + *Centaurea ornata*, + *Artemisia barrelieri*, + *Andryala ragusina*, + *Ballota foetida*, + *Eruca vesicaria*. Localidad: Entre Gorafe y Alicún de las Torres. UTM30SVG9251.



Figura 4. Espartal de *Sideritido funkianae-Stipetum tenacissimae*. Ladera Sur del Cerro del Romeral.

Es reseñable cómo en la base de los barrancos, con cierta hidromorfía temporal y enriquecimiento en sales, se instalan los albardineros (*Dactylo hispanicae-Lygeetum spartii*), cuyo elemento característico es el esparto basto o albardín.

En los suelos pedregosos se asientan los romerales, definidos por la asociación *Paronychio aretioides-Astragaletum tumidi*. Es un matorral abierto, formado por caméfitos y nanofanerófitos, en el que se deja sentir la influencia de la vegetación castellano-manchega. Especies como *Genista mugronensis*, *Ononis tridentata* subsp. *angustifolia*, *Bupleurum fruticosum*, *Genista scorpius* etc., así lo atestiguan (Figura 5).

En esta serie, esta muy bien representado el «lastonar ramoso» (*Phlomido lychnitidis-Brachypodium retusi*), caracterizado por la abundancia de *Brachypodium retusum*. Se trata de un pastizal vivaz de escasa talla, sometido a una fuerte insolación e intenso pastoreo, que ocupa los claros de los romerales, como se observa en la bajada a Gorafe desde el Balneario (Figura 6).



Figura 5. Romeral de *Paronychio aretioides-Astragaletum tumidi*. Ladera Norte del Cerro de la Mina.



Figura 6. Lastonar ramoso de *Phlomido lychnitidis-Brachypodium retusi*. Pago «El Cejo» en la margen izquierda del Río Go

Cuando el aprovechamiento ganadero de espartales, romerales y lastonares ramosos se intensifica, es frecuente observar los llamados bolinares, definidos por la asociación (*Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*). Se trata de un tomillar subnitrófilo, donde son plantas dominantes la bolina (*Artemisia barrelieri*), la siempreviva (*Helichrysum serotinum*), el ajonje (*Andryala ragusina*), la ajea común (*Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*) y la ajedrea (*Satureja cuneifolia*).

B) VEGETACIÓN EDAFOXERÓFILA

3. Serie edafoxerófila castellano-maestrazgo-manchega y bética nororiental sobre calizas duras de la sabina mora (*Junipero phoenicea*): *Rhamno lycioidis-Junipereto phoeniceae* S.

Serie de vegetación muy localizada en el territorio, teniendo su mejor representación en el Cerro de la Raja, junto al Balneario. Se presenta sobre afloramientos rocosos cretácicos, a veces verticales, de calizas y dolomías grises. Se trata de una vegetación con escaso grado de cobertura, que coloniza los farallones, donde la comunidad queda reducida a la sabina mora (*Juniperus phoenicea*), al espino negro (*Rhamnus lycioides*) y al canadillo (*Ephedra fragilis*), que en estos medios constituye la vegetación permanente (Figura 7).



Figura 7. Sabinar de *Juniperus phoenicea* perteneciente a la asociación *Rhamno lycioidis-Junipereto phoeniceae*. Cerro de la Raja.

Como ejemplo presentamos:

Sabinar topográfico de *Rhamno lycioidis-Junipereto phoeniceae* (*Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae*, *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*, *Quercetea ilicis*).

Altitud (1 = 10): 82. Área: 500 m². Cobertura: 50%. Número de especie por inventario: 15. Características de asociación y unidades superiores. 3 *Juniperus phoenicea*, 3 *Rhamnus lycioides* subsp. *velutinus*, 2 *Pistacia terebinthus*, 1 *Ephedra fragilis*, 1 *Ephedra distachya*, 1 *Asparagus horridus*, 2 *Ruta chalepensis*. Compañeras: 2 *Stipa tenacissima*, 1 *Rosmarinus officinalis*, + *Genista scorpius*, 1 *Brachypodium retusum*, + *Teucrium capitatum*, + *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, + *Melica minuta*, + *Capparis spinosa*. Localidad: Balneario de Alicún de las Torres, Cerro de la Raja. UTM 30T VG9051.

En las zonas menos escarpadas y suelos más profundos, los sabinares se ven enriquecidos en especies de mayor área, como *Pistacia terebinthus*, *Asparagus horridus*, *Ruta chalepensis*, *Olea europaea* subsp. *oleaster*, *Ephedra distachya* y una elevada proporción de elementos del romeral, como *Rosmarinus officinalis*, *Hammada articulata*, *Fumana thymifolia*, *Genista mugronensis*, etc. En la zona estudiada, estos sabinares se desarrollan en el piso mesomediterráneo de ombroclima seco y semiárido.

En las fisuras de las rocas, tanto en el Cerro de la Raja como en las que bordean la acequia del Toril, hemos observado una vegetación exoserial, de carácter rupícola y perteneciente a la asociación *Antirrhinetum pulverulenti*. Como plantas características de este nicho ecológico destacamos: *Antirrhinum pulverulentum*, *Sarcocapnos enneaphylla*, *Asplenium ruta-muraria*, *Polygala rupestris*, *Melica minuta*, etc.

C) VEGETACIÓN EDAFOHIGRÓFILA

En el tramo final del río Fardes, se encuentran un conjunto de comunidades ligadas a la humedad edáfica que, en su conjunto, constituyen la vegetación edafohigrófila o vegetación riparia. Dos factores regulan las distintas comunidades que se asientan a lo largo de los cursos de agua, el caudal y el periodo de estiaje. El conjunto

de estas comunidades vegetales, que presentan una distribución lineal en función del gradiente hídrico, constituyen en la fitosociología dinámico-catenal lo que se conoce como geoserie riparia, la cual integra a su vez varias series de vegetación, tanto las que se desarrollan en el lecho menor o interno del río como las del lecho mayor o externo, que corresponde a las llanuras de inundación adyacentes o riberas fluviales temporihiográfica.

A lo largo del río Fardes hemos reconocido dos geoserias riparias, una en el tramo medio, término municipal de Fonelas, y otra, en el tramo final hasta la desembocadura en el Guadiana Menor.

1. Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila.

Hemos de señalar que se encuentra muy alterada, sobre todo en el lecho externo o mayor del río, como consecuencia de los distintos cultivos de sus vegas. Las antiguas saucedas, alamedas y olmedas fueron sustituidas en otro tiempo por el cultivo de remolacha y hoy por cultivos forestales de gran rentabilidad y bajo mantenimiento.

Hemos reconocido en el lecho interno del río los clásicos espadañales definidos por la asociación *Typho angustifoliae-Schoenosplectum glauci* y los juncales basófilos de junco churrero, *Holoschoenium vulgare*.

En el lecho externo correspondiente a las llanuras de inundación y en función del gradiente hídrico, se encuentran mimbreras muy alteradas de *Salix neotricha* (*Salicetum neotrichae*), en contacto con pequeños bosquetes de chopos blancos, definidos por la asociación *Rubio tinctori-Populetum albae*. Ambas formaciones comparten su nicho ecológico con los zarzales termófilos definidos por la asociación *Rubus ulmifolii-Corietum myrtifoliae*. Los frutos del emborrachacabras (*Coriaria myrtifolia*) son tóxicos para los animales y los niños al confundirlos con las zarzamoras (Figura 8).

La banda externa de la llanura de inundación, debería corresponder a las olmedas iberolevantineas y béticas, definidas por la asociación *Hedera hellicis-Ulmetum minoris*. Por desarrollarse sobre suelos profundos y ricos, están sustituidos por diversos cultivos de huerta

y sólo en las proximidades del Cortijo del Gallego hemos podido observar un pequeño retazo de esta comunidad.



Figura 8. Chopera de *Rubio tinctori*-*Populetum albae*. En primer plano, sobre el cauce seco del Río Fardes, espadañal de *Typho angustifoliae*-*Schoenosplectetum glauci*.

2. Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y meridional semiárida mesobasófila

Aparece en los tramos finales de los ríos Fardes y Gor, donde se atraviesan sedimentos básicos, el caudal es muy fluctuante y existen largos periodos de estiaje. Las aguas se cargan de sales, dando a la vegetación de sus orillas un carácter halófilo. Este tipo de vegetación se desarrolla en los pisos bioclimáticos meso y termomediterráneo con ombrotipo semiárido.

En el lecho menor de ambos ríos, la vegetación que coloniza los cauces corresponde a un espadañal definido por la asociación *Typho angustifoliae*-*Schoenosplectetum glauci*. Sin embargo, en el lecho externo, aparece una vegetación mesohalófila impenetrable de dos o tres metros de altura, cuyos elementos principales son los taray (*Tamarix canariensis*, *T. africana*). Este tipo de bosquetes riparios son denominados por los lugareños tarayales. Las especies del gene-

ro *Tamarix*, que entran a formar parte de estas formaciones vegetales, corresponden a *Tamarix canariensis* y *Tamarix africana*. Es posible que en el borde exterior de la comunidad, sometido a una menor salinidad, aparezca *Tamarix gallica*.

Los tarayales representan la vegetación madura o clímax, de los cursos finales de ambos ríos, estando definidos por la asociación *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis*. La destrucción de este medio por la acción antrópica del hombre o de los animales, da paso al establecimiento de cañaverales pertenecientes a la asociación *Arundini donacis-Convolvuletum sepii*, donde junto a las especies directrices de la comunidad, son abundantes taxones como la nueza (*Bryonia dioica*), el matacán (*Cynanchum acutum*) y la cañota real o noble (*Erianthus ravennae*) (Figura 9).



Figura 9. Vegetación del lecho menor del Río Fardes: tarayales de *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis*, cañaverales de *Arundini donacis-Convolvuletum sepii* y espadañales de *Typho angustifoliae-Schoenosplectetum glauci*.

En los linderos y bordes de caminos en los suelos de vega con humedad otoñal-invernal, se presenta un matorral halonitrófilo, de aspecto plateado, dominado por plantas *Atriplex halimus*, *Atriplex*

glauca, *Salsola vermiculada* *Hammada articulata* y *Artemisia barrelieri*, que caracterizan la asociación *Atriplicetum glauco-halimi*. En las vegas de de los huertos abandonados próximos a la localidad de Gorafe, se instala a comienzos del otoño una vegetación efímera dominada por *Halogeton sativus* e *Inula graveolens*, a las que acompañan *Atriplex rosae*, *Atriplex prostrata*, *Moricandia arvensis*. Dicha comunidad se corresponde con la descrita por Rigual (19) como *Inulo quadridentatae-Halogetonetum sativi*. Según nos comunicaron los lugareños, las vegas de Gorafe estuvieron dedicadas a la obtención de la barrilla en otro tiempo, esta puede ser una de las causas de la gran extensión que ocupan estas comunidades. Como ejemplo de barrillas y salados señalamos: barrilla fina (*Halogeton sativus*), barrilla (*Sueda vermiculada*), barrilla tamojo (*Hammada articulata*), sosa (*Sueda vera*), saladilla o sosa blanca (*Atriplex glauca*) y orgaza (*Atriplex halimus*). Algunas especies como *Halogeton sativus* han sido cultivada en el sudeste árido como planta barrillera para la obtención de carbonato sódico, empleada en la preparación de jabón (Figura 10).



Figura 10. Comunidad de *Inulo quadridentatae-Halogetonetum sativi* en las tierras abandonadas de la vega del Río Gor en el término de Gorafe.

D) COMUNIDADES EXOSERIALES

El oasis de Alicún

Las comunidades exoseriales son definidas por Salazar & *al.*, in Valle, F. (11) como comunidades *ajenas a la dinámica vegetal*. Como consecuencia de los hábitats que colonizan, parece como si desaparecieran las reglas que rigen la sucesión. El ejemplo más llamativo lo constituye la Acequia del Toril (Figura 11).



Figura 11. Acequia del Toril junto al Balneario de Alicún de las Torres.

El acueducto del Toril, creado por la naturaleza con la ayuda del hombre en el transcurso de los siglos, es un muro que llega a alcanzar los 15 m de altura; está formado por una caliza porosa, originada por las sales que se depositan a lo largo de la canal al enfriarse las aguas sobrantes del Balneario. El muro se convierte en un medio único en su entorno, rodeado de un ombroclima semiárido. Los distintos ecotonos que se observan en este medio generan una aparente dislocación de las especies y de las comunidades. Si analizamos cada biocenosis vegetal con detalle, veremos que cada una ocu-

pa un nicho ecológico concreto, en función de tres factores ecológicos diferenciales: el agua, el suelo y la salinidad.

En las zonas rezumantes y umbrosas tiene su hábitat la comunidad del culantrillo de pozo (*Adiantum capillus-veneris*), definido por la asociación *Trachelio coerulei-Adiantetum capilli-veneris*, donde, junto al estrato muscinal de *Eucladium verticillatum* y *Pellia fabroniana*, se presentan plantas tan características como: *Samolus valerandi*, *Trachelium coeruleum*, etc. (Figura 12).



Figura 12. Rocas rezumantes colonizados por el culantrillo de pozo (*Trachelio coerulei-Adiantetum capilli-veneris*).

Sobre la pared del acueducto, donde se sigue conservando la humedad pero ha dejado de rezumar el agua, se ha formado un suelo incipiente con los cepellones del junco negro (*Schoenus nigricans*), aquí se instala una asociación graminoide de gran biomasa que cubre los paredones verticales, estando definida por la asociación *Hyperico caprifolii-Schoenetum nigricantis*. Son especies características de esta comunidad, además del junco negro, *Hypericum caprifolium*, *Sonchus maritimus* subsp. *aquatilis*, *Lysimachia ephemerum* y *Cochlearia megalosperma* (Figura 13).



Figura 13. Juncal de *Hyperico caprifolii-Schoenetum nigricantis*, albergando el endemismo ibero-norteafricano *Cochlearia megalosperma* (Maire) Vogt.

Al aumentar el grosor de la pared de la acequia y con ello la distancia a la fuente de humedad, la comunidad del junco negro da paso a un fenalar dominado por *Brachypodium phoenicoides*, que se comporta como especie casi exclusiva. Dicha formación vegetal consideramos que corresponde a la asociación *Mantisalco-Brachypodium phoenicoidis*. Cuando el fenalar que cubre el travertino se deseca, en las exposiciones sur se producen eflorescencias salitrosas donde tiene su óptimo el endemismo *Limonium alicunense* (Figura 14), nuevo taxon descrito por Gomiz (20) y al que acompañan algunas otras especies halófilas como: *Atriplex halimus*, *Aster squamatus* y *Salsola vermiculata*.

Las comunidades de la cañota real o noble (*Erianthus ravennae*), son abundantes en la provincia corológica Murciano-Almeriense, formando parte de la vegetación de las ramblas con un largo periodo de estiaje. Su presencia en la acequia del Toril se localiza tanto en los bordes de la canal que recorre el travertino, como en la base del mismo. Esta variación en su comportamiento está ligada a su gran aparato radicular que la permite llegar al medio líquido independientemente de la distancia y del periodo de estiaje. Junto a la planta directriz de la comunidad se presentan: *Equisetum ramosissimum*, *Brachypodium phoenicoides*, *Mentha rotundifolia*, etc. que definen la asociación *Equiseto ramosissimi-Erianthetum ravennae* (Figura 15).



Figura 14. Talud sur de la acequia del Toril tapizado por el endemismo local *Limonium alicunense* F. Gómiz.



Figura 15. Borde de la acequia del Toril flanqueado por la cañota real o noble (*Erianthus ravennae*).

Finalmente, en la base de la acequia con humedad permanente, se instala una pradera juncal nitrificada por la proximidad de la senda que bordea el muro. Aquí conviven plantas típicas del juncal como *Scirpus holoschoenus*, *Cirsium monspessulanum* subsp. *faerox*, *Dorycnium gracile*, *Dorycnium rectum*, junto a especies nitrófilas, como *Arctium minor*, *Smyrniolum olusatrum*, *Picris echioides* o *Malva sylvestris*.

Como ejemplo presentamos: Juncal en la base de la acequia del Toril sobre suelos encharcados *Lysimachio ephemeri-Holoschoenium vulgare*, *Molinio-Holoschoenion vulgare*, *Holoschoenetalia vulgare*, *Molinio-Arrhenatheretea*.

Altitud (1 = 10): 79. Área: 20 m². Cobertura: 90%. Número de especie por inventario: 20. Características de asociación y unidades superiores: 3 *Cirsium monspessulanum* subsp. *ferox*, 3 *Dorycnium rectum*, 2 *Dorycnium gracile*, 2 *Lysimachia ephemerum*, 2 *Scirpus holoschoenus*, 1 *Cochlearia megalosperma*, 1 *Linum maritimum*, 1 *Schoenus nigricans*, 1 *Sonchus maritimus* subsp. *aquatilis*, 1 *Agrostis stolonifera*, 1 *Mentha suaveolens*. Compañeras: 1 *Brachypodium phoenicoides* + *Erianthus ravennae*, 1 *Picris echioides*, 2 *Arctium minor*, 1 *Maltisalca salmantica*, 1 *Medicago sativa*, 1 *Malva sylvestris*. 1 *Dittrichia viscosa*, + *Centaurea aspera*. Localidad: Acequia del Toril, Balneario de Alicún de las Torres, Villanueva de las Torres, UTM. 30SVG 9051.

E) PLANTAS MEDICINALES

En pocas provincias de España existe una tradición tan arraigada en el consumo de plantas medicinales silvestres como en Granada. En todos los pueblos existen una o varias personas conocedoras de las propiedades medicinales y de los usos que tienen las especies que crecen en su localidad. Bajo el nombre de plantas medicinales se incluyen no sólo las utilizadas por el hombre, sino aquellas que éste emplea para curar a los animales domésticos, destacando las plantas de uso externo como antisépticos y cicatrizantes. La charla con Juan Montilla, vecino de Gorafe, me permitió conocer la aplicación que de algunas plantas hacen, no sólo en su pueblo, sino en la comarca de Guadix-Marquesado de Cenete.

Ante un número tan elevado de especies medicinales y útiles, destacaremos sólo una muestra de las que se utilizan en Gorafe y pueblos próximos:

| | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| <i>Adiantum capillus-veneris</i> | Culantrillo de pozo | Bronquitis |
| <i>Arctium minus</i> | Bardana | Depurativo |
| <i>Centaurea aspera</i> | Travalera | Hipoglucemiante |
| <i>Equisetum ramosissimum</i> | Cola de caballo | Antihemorroidal |
| <i>Marrubium vulgare</i> | Mastranzo | Anticoolesterolémico |
| <i>Mentha pulegium</i> | Poleo | Antiespasmódico y digestivo |
| <i>Peganum harmala</i> | Zacarracino | Antiséptico y cicatrizante |
| <i>Rhamnus myrtifolius</i> | Carrasquilla | Antihipertensivo |
| <i>Satureja cuneifolia</i> | Ajedrea | Carminativa y antiséptica |
| <i>Sideritis funkiana</i> | Zahareña | Digestiva y antiséptica |
| <i>Thymus gracili</i> | Tomillo | Aderezo y antiséptico |
| <i>Thymus mastichina</i> | Mejorana | A. respiratorio |

8. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Cl. PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika & Novák 1941.

O. **Phragmitetalia** Koch 1926.

Al. ***Phragmition communis*** Koch 1926.

Subal. **Phragmitenion communis**.

As. *Typho angustifoliae-Schoenoplectetum glauci* Br.-Bl. & O. Bolós 1958.

Cl. ADIANTETEA Br.-Bl. in Br.-Bl, Roussine & Nègre 1952.

O. **Adiantetalia capilli-veneris** Br.-Bl. ex Horvatic 1934.

Al. ***Adiantion capilli-veneris*** Br.-Bl. ex Horvatic 1934.

As. *Trachelio coerulei-Adiantetum capilli-veneris* O. Bolós 1957.

CL. PETROCOPTIDO PYRENAICAE-SARCOCAPNETEA ENNEAPHYLLAE S. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Fernández-González, J. Izco, J. Loidi, M. Lousâ & A. Penas 2002.

O. **Sarcocapnetalia enneaphyllae** F. Casas 1974.

Al. ***Sarcocapnion enneaphyllae*** F. Casas 1972.

As. *Antirrhinetum pulverulenti* F. Casas 1974.

CL. PEGANO-SALSOLETA Br.-Bl. & O. Bolós 1958.

O. **Salsolo vermiculatae-Peganetalia harmalae** Br.-Bl. & O. Bolós 1958.

Al. ***Carthamo arborescentes-Salsolion oppositifoliae*** Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963.

As. *Atriplicetum glauco-halimi* Rivas-Martínez & Alcaraz in Alcaraz 1984.

O. **Helichryso stoechadis-Santolinetalia squarrosae** Peinado & Martínez-Parras 1984.

Al. ***Hammado articulatae-Atriplicion glaucae*** Rivas Goday & Rivas-Martínez ex Rigual 1972 corr Alcaraz, P. Gomez, De la Torre, Ríos & J. Álvarez 1991.

As. *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* F. Valle, Mota & Gómez-Mercado 1987.

Cl. STELLARIETEA MEDIAE Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951.

O. **Solano nigri-Polygonetalia convolvuli** (Sissingh in Westhoff, Djk & Passchier 1946) O. Bolós 1962.

Al. ***Diplotaxion eruroidis*** Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936.

As. *Inulo quadridentatae-Halogetonetum sativi* Rigual 1972.

CL. GALIO-URTICETEA Passarge ex Kopecký 1969.

O. **Convolvuletalia sepium** Tüxen ex Mucina 1993.

Al. ***Convolvulion sepium*** Tüxen ex Oberdorfer 1957.

As. *Arundini donacis-Convolvuletum sepium* Tüxen ex Oberdorfer ex O. Bolós 1962.

Cl. FESTUCO-BROMETEA Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949.

O. **Brachypodietalia phoenicoidis** Br.-Bl. ex Moliner 1934.

Al. ***Brachypodion phoenicoidis*** Br.-Bl. ex Moliner 1934.

As. *Mantisalco salmanticae-Brachypodietum phoenicoidis* Rivas Goday & Borja 1961.

Cl. LYGEO-STIPETEA Rivas-Martínez 1978.

O. **Lygeo-Stipetalia** Br.-Bl. & O. Bolós 1958.

Al. ***Thero-Brachypodion ramosi*** Br.-Bl. 1925.

- As. *Phlomido lychnitidis-Brachypodietum ramosi* Br.- l. 1925.
 Al. ***Agropyro pectinati-Lygeion sparti*** Br.-Bl, O. Bolós 1958 corr.
 Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999.
 As. *Dactylido hispanicae-Lygeetum sparti* Rivas-Martínez ex Alca-
 raz 1984.
 Al. ***Stipion tenacissimae*** Rivas-Martínez 1978.
 As. *Thymo gracilis-Stipetum tenacissimae* Pérez-Raya & Molero
 1988.
 As. *Sideritido funkianae-Stipetum tenacissimae* B. Navarro, E.
 Simón. J. Oriente & F. Valle 1998.
- Cl. MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937.
 O. ***Holoschoenetalia vulgaris*** Br.-Bl. ex Tchou 1948.
 Al. ***Molinio-Holoschoenion vulgaris*** Br.-Bl. ex Tchou 1948.
 As. *Holoschoenetum vulgaris* Br.-Bl. & Tchou 1948.
 As. *Hyperico caprifolii-Schoenetum nigricantis* Gómez-Mercado &
 F. Valle 1992.
 As. *Lysimachio ephemeri-Holoschoenetum vulgaris* Rivas Goday &
 Borja 1961.
- Cl. ROSMARINETEA OFFICINALIS S. Rivas-Martínez, F. Fernán-
 dez-González, J. Loidi, M. Lousâ & A. Penas 2001.
 O. ***Rosmarinetalia officinalis*** Br.-Bl. ex Moliner 1934.
 Al. *Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae* (Rivas Goday &
 Rivas-Martínez 1975) Izco & A. Molina 1989.
 Sabal. **Xero-Aphyllantion** Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969
 em. Izco & A. Molina 1989.
 As. *Paronychio aretioidis-Astragaletum tumidi* Rivas Goday & Ri-
 vas-Martínez 1969.
- Cl. CYTISETEA SCOPARIO-STRIATI Rivas-Martínez 1975.
 O. ***Cytisetalia scopario-striati*** Rivas-Martínez 1975.
 Al. ***Adenocarpion decorticans*** (Rivas-Martínez & F. Valle ex F.
 Valle 1985) Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999.
 As. *Genisto speciosae-Retametum sphaerocarphae* Valle 1987.
- Cl. RHAMNO-PRUNETEA Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962.
 O. ***Prunetalia spinosae*** Tüxen 1952.
 Al. ***Pruno-Rubion ulmifolii*** O. Bolós 1954.

Subal. **Pruno-Rubenion ulmifolii**.As. *Rubo ulmifolii-Coriarietum myrtifoliae* O. Bolós 1954.

Cl. NERIO TAMARICETEA Br.-Bl. & O. Bolós 1958.

O. **Tamaricetalia** Br.-Bl. & O. Bolós 1958 em. Izco, Fernández-González & A. Molina 1984.Al. **Tamaricion africanae** Br.-Bl. & O. Bolós 1958.As. *Tamaricetum gallicae* Br.-Bl. & O. Bolós 1958.Al. **Imperato cylindricae-Erianthion ravennae** Br.-Bl & O. Bolós 1958.As. *Equiseto ramosissimi-Erianthetum ravennae* Br.-Bl. 1958.Al. **Tamaricion boveano-canariensis** Izco, Fernández-González & A. Molina 1984.As. *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis* Cirujano 1981 subas. *suaedetosum verae*.

CL. SALICI PURPUREAE-POPULETEA NIGRAE (Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bascónes, T. E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991) Rivas-Martínez, T. E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousâ & Penas 2002.

O. **Populetalia albae** Br.-Bl. ex Tchou 1948.Al. **Populion albae** Br.-Bl. ex Tchou 1948.Subal. **Populenion albae**.As. *Rubio tinctorum-Populetum albae* Br.-Bl. & O. Bolós 1958.Subal. **Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris** Rivas-Martínez 1975.As. *Hedero helidis-Ulmetum minoris* O. Bolós 1979.O. **Salicetalia purpureae** Moor 1958.Al. **Salicion triandro-neotrichae** Br.-Bl. & O. Bolós 1958.As. *Salicetum neotrichae* Br.-Bl. & O. Bolós 1958.

CL. QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolós 1950.

O. **Quercetalia ilicis** Br.-Bl ex Moliner 1934 em. Rivas-Martínez 1975.Al. **Quercion broteroi** Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956 em. Rivas-Martínez 1975 corr. Ladero 1974.Subal. **Paenion broteroi-Quercenion rotundifoliae** Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa & Izco 1986.

As. *Paeonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1965.

O. **Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni** Rivas-Martínez 1975.

Al. **Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae** Rivas Goday ex Rivas-Martínez 1975.

As. *Crataego monogynae-Quercetum cocciferae* Martínez-Parras, Peinado & Alcaraz 1984.

As. *Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae* Rivas-Martínez & G. López in G. López 1976 (Sabinar topográfico).

As. *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* Br.-Bl. & O. Bolós (1954) datos sobre las comunidades terofíticas de las llanuras del Ebro medio. *Collect. Bot. (Barcelona)* 4 (2): 235-242.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Jiménez Mata, M. C. (1991) *La Granada islámica: Contribución a su estudio geográfico*. 370 pp. Universidad de Granada, Granada.
2. Navarro, B. E. (2001) Estudio de la evolución de la vegetación natural bajo distintos tratamientos del suelo en la forestación de tierras agraria (Tesis Doctoral inédita).
3. Ayuda, J. D. (1972) «Examen de las aguas Medicinales que hay en las Andalucías». Tomo I. (Tratado 2: 206-229).
4. Rivas-Martínez, S. (1987) *Memoria del mapa de series de vegetación de España. 1/ 400.000*. ICONA.
5. Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. (2001) Syntaxonomical Checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 1-341.
6. Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. (2002) Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical Checklist of 2002. *Itinera Geobot.* 15 (1, 2): 5-922. León.
7. Rivas-Martínez, S. & al. (2007) Mapa de series, geoseries y permaserias de vegetación de España (Memoria del Mapa de vegetación potencial de España,). Parte I. *Itinera Geobotánica* 17: 5-435, León.
8. Rivas-Martínez, S. & al. (2008) Mapa de series, geoseries y permaserias de vegetación de España (Memoria del Mapa de vegetación potencial de España,). Parte II. *Itinera Geobotánica* (en prensa).
9. Braun-Blanquet (1979) *Fitosociología*. Blume. Madrid. 820 pp.
10. Gèhu, J M. & Rivas-Martínez, S. (1981) Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde*. J. Cramer, Vaduz, 33 pp.
11. Valle, F. & al. (2004-05) Modelos de Restauración Forestal. Vols: I, II, III, IV.-Junta Andalucía Consejería de Medio Ambiente.

12. Alcaraz (1984). Flora y Vegetación del NE de Murcia. *Publ. Univ. Murcia*. 406 pp. Murcia.
13. López, G. (1976) Contribución al conocimiento fitosociológico de la Serranía de Cuenca I. Comunidades fruticasas: bosques, matorrales, tomillares y tomillar-praderas. *Anales Inst. Bot. Cavanilles*. 33: 5-87.
14. Martínez-Parras, M., Peinado & Alcaraz, F. (1984) Estudio de la serie meso-mediterránea basófila de la encina (*Paeonio-Quercetum rotundifoliae* S.). *Lazaroa*. 5: 119-129.
15. Castroviejo, S. & al. (1986-2005) Flora Ibérica. Vol. I-XXI. Servicio de Publicaciones Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
16. Tutin, T. G. & al. (1964-1980) *Flora Europaea*. Vol. I-V. Cambridge University Press.
17. IGME (1979) Mapa Geológico de España: Benalúa de Guadix, E 1/50.000. Ed. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía.
18. Valle, F. (1987) Los retamales béticos desarrollados sobre sustratos ricos en bases. *Lazaroa*. 7: 37-47.
19. Rigual, A. (1972) *Flora y Vegetación de la Provincia de Alicante (El paisaje vegetal alicantino)*. Inst. Est. Alicantinos.
20. Gómiz, F. (1995) Notas Breves. *Limonum alicusense (Plumbaginaceae)*, una nueva especie para la Flora Ibérica. *Anal. J. Bot. Madrid*: 255-257. Madrid.

CAPÍTULO VII

Lo suelos presentes en el Balneario de Alicún de las Torres

F. Monturiol¹, R. Jiménez²

¹Profesor de Investigación del CSIC.

²Catedrático de Edafología de la UAM.

RESUMEN

En este capítulo de los «Estudios sobre el Balneario de Alicún de las Torres», abordamos el conocimiento y descripción de los suelos que se encuentran en el término municipal de Villanueva de las Torres, donde está enclavado el balneario objeto de estudio. Presentamos en primer lugar unas generalidades referidas a dicho municipio, pasando a continuación a hacer un pequeño repaso de los factores de formación de los suelos, deteniéndonos sobre todo en el factor geológico, describiendo las distintas litologías que están tan íntimamente relacionadas con los suelos en este municipio. Examinamos a continuación los procesos que intervienen en la formación y desarrollo de estos suelos, pasando después a describir las principales características y propiedades de los distintos suelos presentes, siguiendo las normas que emplea la FAO y terminando el capítulo repasando el uso actual que tienen estos suelos.

Palabras clave: Suelos; Factores y procesos de formación; Características y propiedades; Uso del suelo.

ABSTRACT**The soils of municipal term of Alicún de las Torres**

In these chapters from «Research on the Spa of Alicún de las Torres» we will get into the understanding and description of the soils which are located within the territory of the municipal term Villanueva de las Torres, as this is the place where the spa we will be studying is situated. In the first place, we will introduce the general characteristics of the municipal area we have mentioned. Then, our research will continue with a brief review of the factors that determine the soils' formation. Special attention will be given to the geological factor, thus we will describe the different lithologies which are closely related to the soils of the territory of this municipality. In the next place, we will go through the processes that take part in the formation and development of these soils. After this, we will describe the main characteristics and properties following the rules used by the FAO. Finally, the chapter concludes with a review of the uses that these soils have nowadays.

Key Words: Soils; Factors and processes of soil formation; Soil taxonomy; Land use.

1. GENERALIDADES

Como en las proximidades geográficas del Balneario de «Alicún de las Torres», confluyen terrenos pertenecientes a distintos municipios, hemos centrado nuestro trabajo de suelos, en el municipio de Villanueva de las Torres del que depende administrativamente el balneario objeto de estudio.

El Municipio de Villanueva de las Torres y por lo tanto el Balneario «Alicún de las Torres», está situado al norte de la provincia de Granada y se halla rodeado por los municipios de Dehesa de Guadix al norte, Gorafe al este, Guadix y Fontelas al sur y por el de Pedro Martínez al oeste. Dentro del municipio, el balneario está situado en su borde oriental y muy próximo por lo tanto al de Gorafe, distando 32 kilómetros de Guadix, que es su Partido Judicial y 84 kilómetros de Granada. El Municipio de Villanueva de las Torres posee una

extensión de 6.610 hectáreas de las cuales algo menos de su quinta parte, 1.136 has., están situadas en la hoja topográfica número 993 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, mientras que la mayor parte de su territorio, 5.474 has., y donde se sitúan el núcleo urbano y el mismo balneario, se incluyen en la hoja número 971 del mismo Mapa Topográfico Nacional.

Ya en 1955 cuando el insigne naturalista Eduardo Hernández Pacheco publicó su libro «Fisiografía del solar hispano» (1), incluía dentro de la región natural de las Serranías Penibéticas, la comarca de la «Hoya de Guadix» a la que pertenece el término de Villanueva de las Torres. Es un término de topografía muy accidentada, pues vemos que dividiendo en cuatro tramos las pendientes del término, 60 has. corresponden a pendientes inferiores al 3%, 1.271 has. a pendientes comprendidas entre el 3 y el 15%, la mayor parte 4324 has. al tramo comprendido entre el 15 y el 30% y el resto 1.023 has. a pendientes superiores al 30%, es decir que el 80 por ciento del término tiene pendientes superiores al 15% y más de 1000 has. tienen pendientes superiores al 45%, es decir un 15% del término. Este relieve es consecuencia también del sistema hidrográfico existente, pues el término está atravesado de norte a sur por el río Fardes, afluente del apartado Guadiana Menor, y cuya bonita vega es casi la única zona llana del término y en él desembocan multitud de arroyos que dan lugar a ramblas, barrancos y cerros y cuyo resultado es un paisaje en el que el aspecto dominante y que le define es la impresionante erosión que presenta.

2. FACTORES FORMADORES DE LOS SUELOS

De los factores clásicos que se indican como fundamentales en la formación y desarrollo de los suelos, los apartados referentes a la geología, clima y vegetación ya son tratados con la extensión necesaria por prestigiosos especialistas en los capítulos correspondientes de este estudio y nosotros sólo añadiremos algún dato muy estrechamente relacionado con los suelos. Por ejemplo dentro del capítulo de la geología, las diferentes litologías son en general (2) y particularmente en este término, el factor predominante y en él, encontramos materiales que se extienden desde el Triásico al Cuaternario (3).

Empezando por las litofacies más antiguas, encontramos algunos terrenos triásicos hacia el Cortijo de la Girana, materiales representados principalmente por margas abigarradas y yesos, típicos del Keuper. La literatura indica también la presencia de ofitas diseminadas por algunos sitios cerca del término de Villanueva de las Torres. Muy poca representación tienen igualmente los materiales correspondientes al Lias, aunque por su naturaleza destacan claramente en el conjunto del paisaje. Fundamentalmente se trata de calizas grises y blancas, a veces con nódulos de sílex y a veces también con intercalaciones de brechas y margas. Tampoco de mucha mayor extensión son los materiales correspondientes al Cretácico, que desde el Albiense al Santoniense viene representado por margocalizas, margas con yesos, brechas con cantos a veces silíceos y matriz margosa y tramos arcillosos que a veces son auténticas argilitas.

La mayor representación dentro del término de Villanueva de las Torres la tienen las litologías correspondientes al Terciario que comienzan con calizas y margas del Paleógeno y continuando sobre todo con las del Neógeno, cubren grandes superficies y que se han depositado después de la orogenia alpina por erosión de materiales anteriores y plegados por aquélla. Entre sus distintas litologías tenemos sobre todo, margas y conglomerados de cemento calizo. Entre el Terciario y el típico Cuaternario, encontramos unos niveles de limos y arcilla, con intercalaciones de conglomerados a veces con costras e incluso niveles de margas y calizas de un Plio-cuaternario quizá Villafranquiense. Finalmente coronando todos los depósitos que rellenan la depresión de la Hoya de Guadix, encontramos arcillas y gravas con costras de un Pleistoceno-Holoceno y finalmente derrubios de ladera y depósitos aluviales del Holoceno actual.

Ya en el apartado de «Aspectos generales» nos hemos referido a la fisiografía general del paisaje, lleno de barrancos, cárcavas y cerros de paredes a veces verticales que dan lugar a unas formaciones muy típicas denominadas «badland», paisaje resultado de la erosión intensa, rápida y constante de los materiales poco consolidados que como arcillas, limos y margas rellenaron y colmataron la depresión que hoy conocemos como «Hoya de Guadix». Este terreno tan abarrancado topográficamente se mueve entre los 600 metros en el cauce del río Fardes hasta cotas superiores a poco más de 1.000 metros

que alcanzan algunos cerros, como los de Los Calderones, de los Pradicos, de los Cocones y el del Romeral, representando la altura máxima, La Serrata de Leiva de 1.136 metros y todos ellos ubicados en la parte occidental del término.

A los datos aportados en el capítulo que sobre el Clima encontramos en este estudio relativo al Balneario de Alicún de las Torres, añadiremos algunos más, estrechamente relacionados con características de los suelos y con aspectos agrológicos de los mismos. De los datos presentados, vemos que aunque la pluviosidad raramente supera los 400 mm anuales, esa lluvia muchas veces es torrencial, factor determinante de la erosión que domina en el término que estudiamos. De esos mismos datos deducimos que la duración del periodo seco es largo, a veces superior a los 5 meses, con una Evapotranspiración media anual algo mayor de 900 mm, y por lo tanto con un déficit medio anual superior a los 500 mm. Con estos y otros datos como temperaturas medias de los meses mas fríos y mas cálidos, 31,9 °C y 2,4 °C respectivamente, valores extremos de las temperaturas y duración de las heladas y aplicando la clasificación agroclimática de Papadakis (4), nos encontramos con unos inviernos tipo «Avena fresco» y veranos tipo «Arroz», lo que supone siguiendo a Turc (5), una potencialidad de valor 6 en seco y de 50 para el regadío, lo que equivale a unas 5 Tm de materia seca por hectárea y año en seco y a 30 Tm en regadío.

Ya en anteriores trabajos que la Real Academia Nacional de Farmacia realiza acerca de las características y propiedades de distintos balnearios, como por ejemplo el de Alhama de Granada (6), se incluye un capítulo sobre los suelos y en él se indica que si importante en una región es el clima atmosférico no menos lo tienen los regímenes de temperatura y de humedad que tienen los suelos para el desarrollo de las plantas y en la misma formación y evolución de los suelos y aunque la moderna clasificación de la FAO (7), que nosotros empleamos, no los recoge directamente, otras como la Soil Taxonomy americana (8), sí lo contempla hasta el punto de emplearlos como ocurre con el Orden de los Aridisoles. En este sentido, diversos investigadores como Newhall (9), Van Wambeke (10) y Tavernier y Van Wambeke (11), elaboraron modelos de simulación del sistema aire-suelo-planta y partiendo de esos trabajos Lázaro, Elías y Nieves (12), confeccionaron para la España peninsular un

mapa con los distintos regímenes de humedad y temperatura del suelo. Según esa información los suelos del término de Villanueva de las Torres tendrían un régimen de temperatura de tipo «mésico», pues la temperatura media anual local está comprendida entre los 8 y los 15 °C y la diferencia entre las medidas del suelo entre verano e invierno, tomadas a 50 cm de profundidad supera siempre los 5 °C. Al mismo tiempo el régimen de humedad del suelo es de tipo «xérico» porque la sección control que se realiza para controlarlo, permanece seca por lo menos 45 días consecutivos durante los cuatro meses siguientes al «solsticio» de verano y húmeda al menos 45 días seguidos en los cuatro meses que siguen al «solsticio» de invierno.

3. PROCESOS EN LA FORMACIÓN, DESARROLLO Y ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS

De los cinco factores clásicos que de una manera u otra y más o menos interrelacionados, intervienen en la formación de los suelos, que en parte hemos descrito nosotros y sobre todo en los capítulos correspondientes de esta memoria hecha por verdaderos especialistas, el material, clima, topografía y vegetación son los que podríamos llamar factores ecológicos, factores que a través de unos procesos determinados van a individualizar y caracterizar cada tipo de suelo, suelos que van a estar en equilibrio con el medio ecológico en el que se integran. El factor vegetación al ser a veces una variable dependiente, es considerado como parte de un factor más amplio, organismos, en el que se incluyen sobre todo los microorganismos que por su facilidad de dispersión y transporte (13), tanta importancia tienen en algunos procesos formadores. En este factor que hemos titulado, organismos, podemos incluir la acción del hombre como factor formador, dando lugar a los suelos antrópicos y como de factor destructivo que con sus prácticas provoca o acelera los procesos erosivos de los suelos.

Por otro lado, nunca se habla del tiempo como un factor innegable que conduce a la madurez de un suelo que según Marbutt (14), «es cuando su morfología se ha desarrollado en su integridad y está en equilibrio dinámico con el hábitat que le rodea». Desde luego el suelo es un bien renovable pero hay que preguntarse

cuánto tiempo tardaría en llegar a la situación que tenía cuando fue atacado por el fuego o cuando se perdió totalmente en función de un proceso erosivo.

Partiendo por lo tanto de un material en su acepción más amplia, y por la intervención combinada de los distintos factores a través de diversos procesos, llegamos a lo que entendemos por suelos. Estos procesos son de muy distinta naturaleza pero que sintetizando, podemos incluirlos en tres grandes apartados, procesos de desintegración física (15), que conducen a la reducción del tamaño de las partes pero que no supone cambio químico del material de partida, procesos de desintegración química mediante los cuales el material sufre alteración química, necesitando para estos procesos la presencia del agua como elemento fundamental. Y por último procesos que conducen a la descomposición de los restos vegetales producidos una vez insertada una vegetación y en los que interviene de forma decisiva la acción de los distintos microorganismos.

Esta combinación de «*factores y procesos*», se refleja en la estructura y morfología que presentan los suelos, en los cuales pueden observarse distintas capas llamadas horizontes y que de una manera muy resumida agrupamos en tres tipos distintos que distinguimos con las letras A, B y C. La letra A responde a la capa superficial más o menos humificada a partir de los restos vegetales. El horizonte B, horizonte subsuperficial responde a la zona donde dominan los procesos de alteración química y la letra C se relaciona con los materiales de partida del suelo y donde domina la desintegración física. En líneas generales los suelos que presentan un mayor número de horizontes distintos son los que poseen un mayor desarrollo genético y mayor evolución.

En el término municipal donde está situado el Balneario de Alicún de las Torres, por la prospección realizada personalmente por nosotros como por la bibliografía consultada (16, 17), la mayor parte de los suelos presente en ese término presentan escaso o como mucho mediano desarrollo, consecuencia de los factores que hemos expuesto y por lo tanto de los procesos que han tenido lugar. Y por supuesto es el proceso de desintegración física el dominante, debido principalmente a cambios bruscos de temperaturas, calentamiento y enfriamiento rápidos y bruscos y a la presión que origina el agua al

convertirse en hielo por enfriamiento, presión que puede llegar a los 2.500 Kg por centímetro cuadrado.

En suelos con mayor desarrollo se han dado procesos de desintegración química y en los que el agua, como ya hemos indicado, sola o acompañada por ejemplo del anhídrido carbónico es fundamental para el ataque de los minerales que constituyen el material de partida y que realiza mediante la disolución, la hidratación, la hidrólisis y la lixiviación de los componentes. En algunas zonas del término, pueden encontrarse bien en algún tipo de material que rellena la depresión, principalmente conglomerados, bien en algún tipo de suelo como en los «calcisos» (18), encostramientos y acumulaciones calizas, originadas por ascenso, descenso o por sedimentación del carbonato cálcico, habiendo demostrado Vogt (19) y Mathieu y cols. (20), con bastante aproximación, como la teoría sedimentaria y la edáfica se combinan en la formación de las costras calizas.

Por último tenemos los procesos, principalmente bioquímicos, que conducen a la descomposición de los restos vegetales y por lo tanto a la formación del humus. La humificación es en sí un proceso que como decía Stebutt (21) es intermedio entre la carbonización y la combustión, es decir entre la mayor y mejor conservación del material orgánico del suelo, bajo la forma de humus y su destrucción. Es la humificación un proceso complejo, pero dominado fundamentalmente por los microorganismos que habitan en el suelo.

En el territorio que nos ocupa en este trabajo, y por la combinación de los distintos factores, el proceso formador dominante es la desintegración física de los materiales de partida. Procesos de hidrólisis y de lixiviación están presentes también en algunos suelos existentes e incluso procesos de humificación a partir de los escasos y pobres restos vegetales dada la poca masa forestal presente. Pero lo que una manera clara queda patente en este término y en los que le rodean, son los efectos de los diversos procesos erosivos, muchos naturales, como consecuencia del levantamiento de los depósitos que rellenaron la depresión, agentes naturales como el agua, las tormentas eléctricas y el viento que, como decía el profesor Jiménez Gómez (22), fallecido por desgracia hacía poco, un viento puede hacer perder hasta 150 toneladas de suelo en una hora. Pero por

desgracia a estas acciones naturales se suman las debidas al hombre, múltiples y de efectos rápidos y pavorosos. Todo ello conduce al panorama que podemos observar en muchos lugares de este municipio de Villanueva de las Torres.

4. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS PRESENTES EN ESTE MUNICIPIO

Como resultado de la información proporcionada por el Mapa de Suelos realizado en 1980 por los investigadores ya citados (16) de la Estación Experimental del Zaidín en Granada, por la información aportada por Finke y colaboradores, también citado (17) y a la prospección realizada por nosotros mismos en noviembre de 2008, en principio diremos que como en gran parte de España, los materiales de los que proceden los suelos, es decir las distintas litologías, son las que marcan las características de estos suelos.

En el trabajo de Finke y col (17), «Una Base de Datos de Suelos Georeferenciada para Europa» sitúa a los suelos que aquí estudiamos, en el apartado de suelos con clima mediterráneo, Region Leptosol-Cambisol nº 66.2, pero por lo observado por nosotros y lo que recoge el mapa de suelos de Granada, antes indicado, los suelos que dominan en este término municipal son los Regosoles en una proporción cercana al 60 por ciento, porcentaje que se corresponde con la presencia de litologías esencialmente margosas, calizas margosas, arcillas, margas yesíferas, es decir materiales de muy fácil alteración física, materiales todos ellos que en conjunto suman casi el 70 por ciento de todas las litologías presentes en este término. Suelos con representación muy clara son los Leptosoles, asociados a materiales duros y compactos como calizas, dolomías y conglomerados, suelos que quizá lleguen al 15 por ciento. Con menor extensión tenemos los suelos de vega denominados Fluvisoles, en la clasificación empleada por la FAO-UNESCO (7) y que así aparecen en el «Soil map of the world» preparado por esa organización. Quizá su extensión llegue al 10 por ciento. Seguramente con la misma extensión tenemos los Cambisoles, suelos con un mayor desarrollo y que en la provincia de Granada son los de mayor representación y que forman por sí solos unidades cartografiables pero que en este término de Villanueva de

las Torres, se asocian generalmente al suelo dominante que como hemos dicho son los Regosoles (Figura 1). Por último con una extensión que casi no llega al 5 por ciento, encontramos los Calcisoles, suelos que presentan algún tipo de acumulación caliza y que se asocian muchas veces con materiales que tienen gravas o que son realmente conglomerados o brechas.



Figura 1. A, Almendros en Regosoles. B, Olivares en Regosoles. C, Regosoles calcáricos.

Siguiendo el orden en que aparecen los distintos tipos de suelos en la Leyenda del ya citado «Mapa de Suelos del Mundo de la FAO», empezamos con la descripción y características de los FLUVISOLES. La FAO define estos suelos por presentar propiedades «flúvicas» y que solo pueden presentar como horizonte de diagnóstico, un horizonte A de tipo ócrico, o móllico o úmbrico, o un horizonte H, hístico o que presentan un horizonte sulfúrico o material sulfídico dentro de una profundidad de 125 centímetros. Para entenderlo mejor diremos que por «propiedades flúvicas», nos referimos al hecho de que su material de partida son sedimentos fluviales, o lacustres, materiales frescos que son aportados a intervalos regulares y en los cuales el contenido en carbono orgánico decrece de forma irregular con la profundidad y que presentan una estratificación al menos en el 25 por ciento de su volumen.

En el término de Villanueva de las Torres, los Fluvisoles son los suelos formados a partir de los sedimentos holocenos aluviales del río Fardes (Figura 2). Son suelos poco evolucionados edáficamente, fundamentalmente por el poco tiempo transcurrido desde la deposición de los sedimentos a partir de los que se forman y responden a un perfil de tipo AC y en el que el horizonte superficial A, es de tipo ócrico es decir con bajo contenido en materia orgánica. Son suelos

profundos, de texturas medias, con tendencia areno-limosa y permeables aunque en algún caso puede observarse algún signo de reducción. Casi todos los fluvisoles de este término tienen alto contenido en carbonato cálcico y alta saturación en bases siempre por encima del 50 por ciento. Se trata por lo tanto de Fluvisoles calcáreos. En la Soil Taxonomy americana (8), aparecen en el Orden de los Entisoles como Aquents.



Figura 2. Villanueva de las Torres y Fluvisoles en la vega.

Como ya hemos indicado anteriormente, con una representación cercana al 60 por ciento de la superficie del término de Villanueva de las Torres, tenemos el grupo de los REGOSOLES. Son suelos que se forman y desarrollan a partir de materiales geológicos poco consolidados, materiales que no tienen texturas gruesas ni origen fluvial. Estas litologías son generalmente margas, molasas, arcillas e incluso coluviales y derrubios de pendiente. La erosionabilidad de estos materiales y el tipo de vegetación que soportan, reducida en general a un matorral, son los condicionamientos principales que influyen en la formación de los Regosoles, y en el escaso desarrollo que presentan y que responde a un perfil de tipo AC, pues presentan un horizonte A, superficial orgánico, de tipo ócrico, es decir pobre en materia orgánica sobre el material de partida C, alterado físicamente. Son suelos en general profundos,

de texturas finas y con contenido variable en carbonato cálcico en función del material de partida. En este término encontramos Regosoles calcáricos, que son calizos en todo el perfil del suelo, que proceden principalmente de margas calizas y que son los mas abundantes y Regosoles eútricos que no son calizos pero que presentan un grado de saturación superior al 50 por ciento y que proceden principalmente de arcillas.

En el término de Villanueva de las Torres, la superficie ocupada por los Regosoles solos, son muy extensas, pero también encontramos unidades cartografiables en las que los Regosoles se asocian con otros suelos como son los Leptosoles y los Cambisoles. Para terminar con los Regosoles diremos que en la Clasificación Americana, estos suelos aparecen en el Orden de los Entisoles, Suborden Orthents y Gran grupo de los Xerorthens.

En la clasificación FAO-UNESCO ya citada (7) vienen a continuación el grupo de los LEPTOSOLES, grupo muy amplio pues engloba suelos con distintas denominaciones y procedentes de distintas clasificaciones y como ejemplo engloba la Rendzina y el Ranker del Mapa de Suelos de España E:1/1.000.000 (23) y la Xerorendzina y Xeroranker de la clasificación alemana (24). En este término de Villanueva de las Torres, el grupo de los Leptosoles es el segundo en extensión pues calculamos representan el 15 por ciento de la superficie total. Se sitúan en las zonas de topografía más accidentada, pues los encontramos ocupando todos los lugares, el 10% del término, con pendientes superiores al 45 por ciento y asociados fundamentalmente a litologías calizas.

La clasificación FAO ya citada, describe los Leptosoles, como suelos limitados en profundidad, a menos de 30 centímetros, por una roca dura continua, por ejemplo calizas, dolomías y cuarcitas, por una capa dura cementada como una costra o un conglomerado, o por un material muy calizo que contenga por lo menos más del 40% del equivalente en carbonato cálcico. Además estos suelos tienen como horizonte de diagnóstico un horizonte orgánico A y pueden tener un horizonte B cámbico.

De los siete tipos distintos de Leptosoles que presenta la FAO, en el término de Villanueva de las Torres encontramos representación de Leptosoles rendzínicos, móllicos, eútricos y líticos. Tanto

los Leptosoles rendzínicos como los móllicos tienen un horizonte A, orgánico de tipo móllico, es decir con contenidos en carbono orgánico siempre superior al 0,6 por ciento y en los que la relación Carbono/Nitrógeno es próxima a 10 lo que indica un buen grado de humificación. Se diferencian sobre todo en el contenido de carbonato cálcico, muy próximo al 60%, en los rendzínicos mientras que en los móllicos este contenido es inferior al 40%. Pueden encontrarse en algunas situaciones, sobre materiales no calizos, Leptosoles eútricos, que no son calizos pero que tienen un grado de saturación en bases superior al 50%. Y por último tenemos los Leptosoles líticos (Figura 3). Son los suelos que antes llamábamos «litosoles» y que son los leptosoles con una profundidad máxima de 10 centímetros. Son los suelos representativos de los paisajes más abruptos.



Figura 3. Leptosoles líticos.

En zonas con topografía menos accidentada, con materiales de partida más asequibles, depósitos coluviales, derrubios de ladera, terrazas fluviales antiguas, donde los procesos de formación y alteración química pueden actuar con mayor profundidad, encontramos los CAMBISOLES. Son suelos con un mayor grado de desarrollo, pues presentan lo que se llama un horizonte de alteración, horizonte B, y que en la Taxonomía americana se denomina horizonte cámbico, proveniente del latín «cambiare». Este mayor desarrollo, perfil

ABC, se refleja en la aparición de una estructura de suelo, por la aparición o aumento progresivo de arcilla, por la presencia en el suelo de un color pardo o pardo rojizo, por la liberación de óxidos de hierro procedentes de la alteración de los silicatos presentes en el material de partida y por una disminución en el contenido de carbonato cálcico respecto al material de partida. La representación de estos suelos en el término es mas bien pequeña, pues escasamente llega al 10%. En unidades continuas extensas se presentan poco, más bien en asociación con otros suelos principalmente Regosoles. Hemos distinguido dos tipos de Cambisoles, los Cambisoles eútricos, no calizos pero con saturación en bases superior al 50% y Cambisoles calcáricos que son calizos en todo el perfil.

Finalmente y con pequeña representación en este término, pues no llega al 5%, tenemos el grupo de los CALCISOLES. La característica fundamental de estos suelos es que presentan en su perfil un horizonte con acumulación caliza bien formando un horizonte petrocálcico es decir en forma de costra, o bien bajo forma de acumulación de caliza pulverulenta (18). Ya en otro lugar de esta monografía hemos hablado de las acumulaciones calizas, añadiremos que en el perfil de estos suelos además de la acumulación caliza pueden presentar un horizonte A, pobre en materia orgánica, y a veces un horizonte B impregnado en carbonato cálcico. Encontramos estos suelos sobre margas, margocalizas, depósitos coluviales, terrazas antiguas y a veces también sobre margas yesíferas.

5. USO DEL SUELO

Los suelos que hemos descrito soportan un aprovechamiento agrario que está generalmente en función de las características y propiedades de los suelos, los cuales, como hemos visto, responden a unas limitaciones impuestas por lo que hemos llamado «factores de formación» y en este término de Villanueva de las Torres, las limitaciones mayores son la erosión (Figura 4), la topografía, el espesor del suelo, los afloramientos rocosos en algunos sitios, las propiedades físicas y quizá también en algún lugar la pedregosidad.

En la actualidad vemos que el uso que de estos suelos hacen los agricultores responden a estas características. Y si en este término,



Figura 4. Paisaje erosionado.

el aprovechamiento actual, tomado de los datos que presenta para 2007, la Oficina Comarcal Agraria de Guadix no difiere mucho del que presentaba el año 1977, sacado de las hojas 971 y 993 del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos E.1:50.000, del Ministerio de Agricultura (25, 26). En los aprovechamientos actuales destaca las nuevas plantaciones de almendro en secano, pasando ya de 700 las hectáreas que hoy se dedican a ese cultivo y las del cultivo del olivar en regadío pues vemos que el año 1977 en regadío no había ningún olivo y hoy son más de 220 hectáreas de este cultivo en regadío. Los porcentajes agrupando los distintos usos de la tierra en cinco apartados vemos que en 1977 los cultivos de regadío era el 5%, cultivos en secano el 20%, matorrales, pastizales y espartales el 49%, uso forestal el 20% y sin aprovechamiento alguno el 6%. Hoy en día, empleando los datos de la citada Oficina Comarcal Agraria de Guadix y de una forma muy aproximada, los porcentajes serían del 8, 24, 39, 23 y 6% respectivamente. Es decir que se observa, un aumento considerable en los cultivos de regadío y en los de secano y que en gran parte se corresponde con lo que ya indicábamos respecto a los cultivos de olivar y almendro.

De los suelos cuya presencia hemos comprobado en el campo y cuyas características hemos expuesto, diremos que al ser los Fluvi-

soles los mejores suelos, son los que están dedicados a los cultivos en regadío, quedando para los cultivos en secano los Cambisoles, los Regosoles menos afectados por las limitaciones que antes indicábamos de erosión y pendiente y los Calcisoles en los que la mayor limitación viene impuesta por el poco espesor del suelo. Los Regosoles y Cambisoles con peor topografía son los que tienen uso forestal siendo el pino carrasco, *Pinus halepensis*, la especie forestal más importante, procedente la mayor parte de sucesivas repoblaciones. Finalmente gran parte de los Leptosoles, por su topografía y escaso espesor de suelo, corresponden con el 6 por ciento de terrenos improductivos.

Queremos terminar este capítulo de los suelos, resaltando una vez más, como característica del paisaje de este municipio de Villanueva de las Torres, el avanzado grado de erosión de sus suelos con la «Oda a la erosión» de Pablo Neruda:

*Volví a mi tierra verde
y ya no estaba,
ya no
estaba
la tierra,
se había ido.
Con el agua
hacia el mar
se había marchado.*

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Pacheco, E. (1955) Fisiografía del solar hispano. *Memorias de la Real Acad. de Cienc.* T:XVI. Madrid 665 pp.
2. Monturiol, F. (1987) Suelos. En: Fernández Galiano, E. (ed) *La Naturaleza de Madrid*. Comunidad de Madrid. Consejería de Agricultura y Ganadería. Madrid. 135-151 pp.
3. IGME (1982) *Mapa geológico de España. Escala 1/200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 78 BAZA*. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 21 pp y 1 mapa.
4. Papadakis, J. (1980) *Ecología y manejo de cultivos, pasturas y suelos*. Albatros. Buenos Aires. 304 pp.
5. Turc, L. (1955) Le Bilan D'Eau des Sols. Relations entre les Precipitations, l'Evaporation et l'Ecoulement. *Ann. Agrom.* 5: 491-495.

6. Monturiol, F. (2002) Los suelos del Término Municipal de Alhama de Granada. *An. Real Acad. Nac. Farm.* 68: 459-473.
7. FAO-UNESCO (1988) *Soil map of the world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 119 pp.
8. Soil Survey Staff (1975) *Soil Taxonomy*. Handbook n° 436. Soil Conservation Service. USDA. Washington. 754 pp.
9. Newhall, F. (1976) *Calculation of soil moisture regimes from the climatic record*. Soil Surv. Inv. Rep. Soil Cons. Serv. USDA. Washington.
10. Van Wambeke, A. (1972) Mathematical expression of eluviation Illuviation. Processes and the computation of the effects of clay migration in homogeneous soil parent materials. *J. Soil Science*. 23: 325-332. Clarendon Press. Oxford.
11. Tavernier, R. & Van Wambeke, A. (1976) Determinación del régimen hídrico de los suelos de España según el método matemático de Newhall. *Agroquímica*. 20: 406-412.
12. Lázaro, F., Elías, F. & Nieves, M. (1978) *Régimen de humedad de los suelos de la España peninsular*. Inst. Nac. de Inv. Agron. Madrid. 29 pp y un mapa.
13. Albareda, J. M. & Hoyos, A. (1955) *Edafología*. Saeta. Madrid. 368 pp.
14. Marbut, C. F. (1927) *The great soil groups of the world and their development*. New York. 402 pp.
15. Albareda, J. M. (1940) El Suelo. *Memorias de la Real Acad. de Cienc. Sec. Ciencias Naturales*. T:VII. Madrid. 485 pp.
16. Pérez Pujalte, A. & Prieto Fernández, P. (1980) *Memoria Explicativa de los Mapas de suelos y Vegetación de la Provincia de Granada*. Estación Experimental del Zaidín. CSIC. Granada. 127 pp. y 2 mapas.
17. Finke, P., Hartwich, R., Dudal, R., Ibañez, J., Jamagne, M., King, D., Montnarella, L. & Yassoglou, N. (1999) *Una base de Datos de Suelos Georeferenciada para Europa*. Comité Científico del Buró Europeo de Suelos. Joint Research Center, European Commission, CSIC & SAI. Italia. 208 pp.
18. Monturiol, F. & Jiménez Ballesta, R. (2006) Los suelos del término municipal de Santa Cruz de Mudela. *An. Real Acad. Nac. Farm.* 72: 381-398.
19. Vogt, T. (1984) Croûtes calcaires: Types et Genèse. Strasbourg.
20. Mathieu, L., Lacroix, D. & Rassel, A. (1984) Soils et croûtes calcaires dans la base Moulouya intérieure (Maroc Oriental). *Rech. Géogr.* Strasbourg, 22-23.
21. Stebutt, A. (1930) *Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde*. Berlín. 145-149 pp.
22. Jiménez Gómez, S. (2004) *La conservación del suelo base de su sostenibilidad y soporte de la salud*. Instituto de España. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 78 pp.
23. Guerra, A., Guitián, F., Paneque, G., García, A., Sanchez, J. A., Monturiol, F. & Mudarra, J. L. (1968) *Mapa de suelos de España. E: 1/1.000.000 Península y Baleares*. Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología. CSIC. Madrid. 119 pp y 1 mapa.
24. Kubiena, W. L. (1952) *Claves sistemáticas de suelos*. CSIC. Madrid. 388 pp.
25. Ministerio de Agricultura (1977) Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. E:1/50.000 Hoja 971, Cuevas del Campo. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid. 26 pp. y 1 mapa.

26. Ministerio de Agricultura (1977) Mapa de Cultivos y Aprovechamientos. E:1/50.000 Hoja 993, Benalua de Guadix. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid. 23 pp y 1 mapa.

CAPÍTULO VIII

Estudio de la acción terapéutica de las aguas del Balneario de Alicún de las Torres (Granada)

Josefina San Martín Bacaicoa¹, Agustín Valero Castejón²

¹Catedrática Emérita de la Universidad Complutense de Madrid. Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia.

²Médico del Cuerpo Nacional de Inspectores de Balnearios. Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia.

RESUMEN

El Balneario de Alicún de las Torres (Granada) está situado a 30 Km de Guadix y en su entorno se encuentran un acueducto natural de gran belleza y monumentos megalíticos de gran interés. Sus aguas mineromedicinales conocidas desde antiguo, fueron declaradas de Utilidad Pública en 1870. Según los análisis practicados en la actualidad, son aguas mesotermales, de mineralización fuerte, sulfatadas, cálcico magnésicas, extremadamente duras. En este trabajo se especifican las vías de administración y técnicas utilizadas y sus acciones con posibles indicaciones y contraindicaciones. Se analiza y expresa en forma de gráficos la información suministrada por el balneario sobre los diferentes programas que se ofrecen, número de usuarios, patología más frecuente y técnicas utilizadas en los diez últimos años.

Palabras clave: Agua minero-medicinal; Balneario; Balneoterapia; Balneario de Alicún de las Torres.

ABSTRACT

Study of the therapeutic action of the waters of Alicún de las Torres Spa (Granada)

The Spa Balneario of Alicún de las Torres (Granada) is situated at 30 Km from Guadix and near by we can find a beautiful natural aqueduct and megalithic monuments of a great interest. The spring waters of this Spa were known for a long time ago and declared of Public Utility in 1870. Recent analysis classifies this mineral water as mesothermal, strong mineralization, calcium and magnesium sulphate, extremely hard. The authors make specific reference to the ways of administration of these waters, the used techniques, its therapeutic effects, indications and contraindications. Supplied information concerning to different offered programmes, number of users, the most frequent pathologies and the techniques used during the last ten years are analyzed and shown in graphics and figures.

Key Words: Mineral waters; Spas; Balneotherapy; Alicún de las Torres Spa.

1. INTRODUCCIÓN

El balneario de Alicún a 5 Km de Villanueva de las Torres y perteneciente a su término municipal, está situado en un entorno tranquilo de singular belleza, aislado en plena naturaleza, en la parte nordeste de la provincia de Granada, cerca del cerro Mencil y al sur de las confluencias del río Gor con el río Fardes, a unos 30 Km de Guadix (Figura 1). Su altitud sobre el nivel del mar es de 850 m. Está rodeado de restos magalíticos de gran interés y los acueductos naturales formados por las aguas que por ellos discurren son de una gran belleza y confieren al balneario un atractivo especial (Figura 2).

Pedro M.^a Rubio en su Tratado de las fuentes minerales de España (1) dedica a Alicún varias páginas y las denomina ALICÚN DE ORTEGA (Baños de). «*En la provincia de Granada, partido de Guadix, se encuentra el pueblo llamado Alicún de Ortega*».

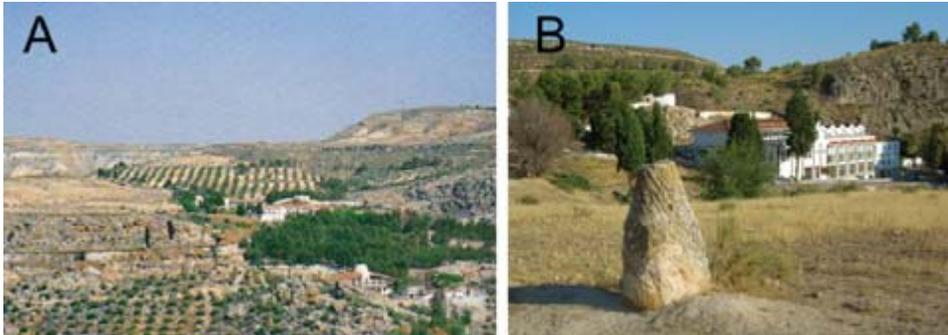


Figura 1. **A**, Vista general de Alicún de las Torres. **B**, Vista general del Balneario de Alicún.



Figura 2. **A**, Acueducto y El Toril, Alicún de las Torres. **B**, Monumento Megalítico.

«A dos leguas de este y en un derrumbadero a la orilla derecha del río Almuñecar o Fardes, se encuentran varios manantiales de agua mineral, de los cuales los tres más altos son los más abundantes. El primero se llama la Fuente, el segundo es el que se aprovecha para baño, y el tercero puede servir para lo mismo.»

«Nacen en un terreno calizo y dejan por donde pasan concreciones calcáreas tan abundantes, que en los cauces para el riego, se forman incrustaciones de varias varas de alto, que es preciso picar de tiempo en tiempo. Mana el agua a borbotones y desprende muchas burbujas gaseosas.»

Sigue Pedro M.^a Rubio haciendo referencia a las aguas de Alicún las cuales *«han tenido desde antiguo muy buena reputación y eran concurridas»*. En las inmediaciones del balneario había un cortijo del Sr. Conde de Arenales que alojada *«estrecha y no cómodamente a los bañistas»*. A mediados del siglo XIX en 1845, el marqués de Guadalcazar, propietario, construyó *«sobre el segundo manantial una alberca con gradería de piedra labrada, que tiene al lado una pieza capaz para sudadero. Se hicieron también para hospedaje seis casas,...y cuatro habitaciones en cada una. En 1847 se empezaron a construir otras casas iguales»* (2).

Desde los años veinte del siglo pasado, la familia Medialdea, hoy Empresa AGINSE, se ocupa del desarrollo del balneario; construyó una nueva instalación con fonda que dio servicio hasta los años 40. En 1960 se efectuó una renovación total del balneario, se construyó el Hotel Reina Sofía y las piscinas y en 1965 se realizaron distintas reformas de mejora en las instalaciones hidroterápicas (3, 4).

En estos últimos años, se han hecho y continúan haciendo reformas en el Hotel Balneario y sus alrededores, iglesia con culto, jardines, restaurante, etc. Se ha creado un importante complejo turístico con dos grandes piscinas al aire libre, que funcionan en verano, dando al conjunto balneario un aspecto especial muy agradable.

El Hotel Reina Isabel, abierto todo el año, es el que proporciona alojamiento a los bañistas y tiene una capacidad de 90 plazas. En él se encuentran las instalaciones balnearias, bañeras, duchas, sauna, piscina cubierta y otras.

Las últimas reformas le confieren un aspecto moderno dentro de un estilo que recuerda anteriores culturas (5) (Figura 3).

2. LAS AGUAS DEL BALNEARIO DE ALICÚN DE LAS TORRES

Han sido muchos los autores que han hecho referencia al Balneario de Alicún y sus aguas.

En 1824 Don Juan Bautista Solsona, primer médico honorario de los Reales Ejércitos en su obra *«Examen de las aguas medicinales*

que se hallan en el Reyno de Granada» (6) (Figura 4) hace referencia entre otras fuentes «*calientes o termales*» a las de Alicún.



Figura 3. Balneario de Alicún de las Torres. Hotel Reina Isabel.

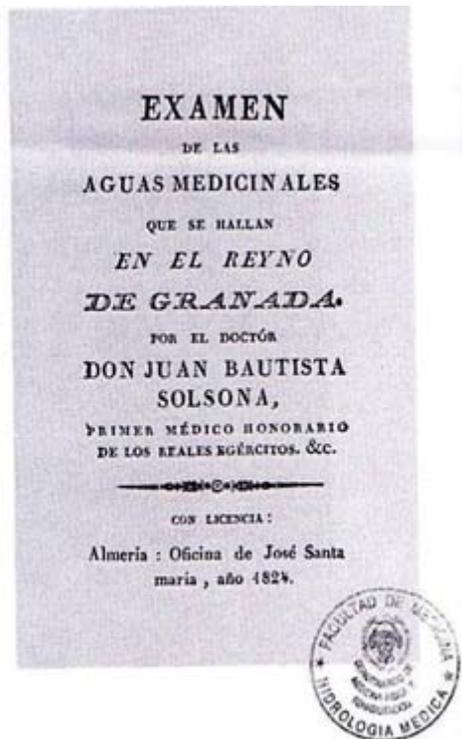


Figura 4. Portada del libro de D. Juan Bautista Solsona.

Pedro M.^a Rubio en su Tratado de las fuentes minerales de España (7) dedica a Alicún varias páginas y las denomina, como ya hemos indicado, ALICÚN DE ORTEGA (Baños de).

Entre las Memorias reglamentarias de las aguas minero-medicinales escritas por los médicos directores de los balnearios y que se conservan en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (8), catorce de ellas están dedicadas a Alicún. Se trata de manuscritos firmados por el médico director; el primero de 1873 por Antonio Lozano y el último que se recoge, correspondiente al año 1900, firmado por el médico director Rosendo Peinado Díez de Oñate.

Estas y otras referencias al Balneario de Alicún son recogidas por Martínez Reguera (9), la más antigua es del año 1811; en esas Memorias se especifican algunos detalles relacionados con las aguas, sus análisis; necesidades urgentes de reforma del balneario; técnicas y enfermedades en las que están indicadas, etc.

En las distintas publicaciones consultadas se hace referencia a la existencia de varios manantiales en este balneario de Alicún.

Como antes hemos señalado, Pedro M.^a Rubio (10) escribe «*a la orilla derecha del río Almuñecar o Fardes, se encuentran varios manantiales de agua mineral, de los cuales los tres más altos son los más abundantes. El primero se llama la Fuente, el segundo es el que se aprovecha para baño, y el tercero puede servir para lo mismo.*»

En la Guía Oficial de Establecimientos Balnearios y Aguas Medicinales de España de 1927 (11) se hace referencia a cinco manantiales: *Baño Nuevo, Baño Viejo, La Higuera, La Teja y Magnesiano. Los dos primeros de 36°,5 de temperatura y de un caudal de 200 litros.*

El ITGE recoge el número de captaciones y anota 5 Manantiales pero no se especifica cual de ellos se toma como referencia analítica para la publicación (12).

En nuestra visita al balneario pudimos comprobar la utilización de 3 manantiales: dos de ellos en crenoterapia y uno en las piscinas (agua tratada clorada).

Uno de los manantiales que abastecen el balneario tiene un aforo de 20 litros por segundo, lo que permite la utilización de amplias

tanquetas individuales para la toma de los baños de inmersión en lugar de las tradicionales bañeras.

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS

Las aguas minero medicinales del Balneario de Alicún de las Torres fueron declaradas de Utilidad Pública por Decreto del 31 de marzo de 1870. Gaceta de Madrid, 10 de abril de 1870 (13). Fueron premiadas en la Exposición Universal de París del año 1900.

De los diferentes análisis recientes consultados (14, 15) y especialmente los realizados por la Prof. Esperanza Torija y cols., podemos calificar las aguas del balneario de Alicún de las Torres como aguas mesotermales (temperatura de emergencia 34,5 °C, 33,6 °C); pH cercano a la neutralidad o ligeramente alcalino (6,9 a la temperatura del manantial); de mineralización fuerte (residuo seco a 180 °C 2163 mg/L); sulfatadas (78,72% de sulfatos expresados en mEq/L) cálcico-magnésicas (62% - 29,28%), extremadamente duras (1332,8 mg/L CO₃Ca).

Aunque se las ha calificado en alguna ocasión como aguas sulfatadas, bicarbonatadas, cálcicas y magnésicas, el porcentaje de bicarbonatos expresados en mEq/L para los aniones, no es suficiente para dar esa denominación al agua. Se las ha calificado también como aguas ferruginosas, bicarbonatadas. Sin embargo no se detecta hierro en los análisis revisados.

Tampoco las podemos incluir entre las aguas radiactivas, ya que la radiactividad en el agua de Alicún, debida al Radón222, es de 32 Bq/L, debería ser al menos de 67 Bq/L. En la intervención de las Doctoras M^a del Carmen Heras Iñiguez y M^a Antonia Simón Arauzo, en la primera Mesa Redonda sobre el Balneario de Alicún de las Torres, ya se hizo referencia a la baja radiactividad en las aguas del Balneario.

Las aguas del Balneario de Alicún de las Torres se pueden calificar como aguas **mesotermales con pH próximo a la neutralidad, de mineralización fuerte, sulfatadas, cálcico magnésicas, extremadamente duras.**

4. VÍAS DE ADMINISTRACIÓN Y TÉCNICAS UTILIZADAS. ACCIONES SOBRE EL ORGANISMO E INDICACIONES TERAPÉUTICAS

Se utilizan actualmente en aplicación tópica y por vía inhalatoria, siendo la primera la más utilizada.

4.1. Vía oral

Desde antiguo se hace referencia al uso de las aguas de Alicún en bebida. Así, Pedro M^a Rubio señala: «*Se usan en bebida y baños que se toman en el estío*» (2).

En 1903 en la obra *Reseña de los Principales Balnearios de España por los médicos Directores de Baños* (16), se incluye a Alicún entre las aguas bicarbonatadas cálcicas y se recogen como indicaciones generales: *Dispepsias, gastralgias, herpétides, neurosis y neuralgias y como especialización reumatismo erético*; la temperatura del agua 34 °C y 36 °C.

La vía oral no se recoge, de forma explícita, en los informes de los médicos directores del Balneario de los últimos años, en alguno de ellos se señala que este agua no puede ser utilizada para cura hidropínica o no se emplea en cura hidropínica o en bebida, quizás se deba entender que su alta mineralización no es recomendable como agua de bebida, pero sí puede ser prescrita en ciertos casos de patología digestiva. Así, se señalan las acciones de las aguas sulfatadas en aparato digestivo y entre las indicaciones se recogen afecciones digestivas y hepato-biliares (17), e incluso en algunas estadísticas figuran pacientes con patología digestiva (18, 19).

Por tanto, atendiendo a las características del agua de Alicún de las Torres: de mineralización fuerte, sulfatado cálcico-magnésica, extremadamente dura, sin ninguna otra peculiaridad especial, podría ser considerada útil la vía oral buscando efectos en aparato digestivo, especialmente afecciones entero-hepáticas, siempre con prescripción individual, ajustando las dosis y observando la respuesta.

Los iones sulfato pueden ejercer efecto colagogo por acción relajante del esfínter de Oddi. A su vez son agentes hepatoprotectores al

mejorar la función de la célula hepática y de las enzimas, sobre todo GPT y peroxidadas de importante acción antitóxica y antioxidante. En las aguas sulfatadas cálcicas las acciones del ión sulfato están parcialmente amortiguadas por el calcio; este agente aporta acciones propias sobre el equilibrio neurovegetativo; tiene un efecto sedante, atenuador de la excitabilidad neuromuscular y de las respuestas inflamatorias.

Entre sus indicaciones se encuentran cuadros dispépticos con alteración del tono, la motilidad y la secreción, procesos hepatobiliares, y sus síntomas, así como trastornos residuales post-colecistectomía, afecciones biliares no litiásicas, sobre todo estenosis de papila. Pueden ser útiles en determinados procesos anafilácticos y alérgicos (20).

Es necesario señalar las contraindicaciones más destacadas que son las propias de la medicación purgante en general, así como los procesos ulcerosos de aparato digestivo, afecciones inflamatorias crónicas intestinales, estados caquéticos o de grave debilidad, tumores malignos, etc.

Otro aspecto que puede tener cierto interés la administración por vía oral es que, por ser aguas extremadamente duras, se puede considerar su ingesta favorable en cardiopatía isquémica (21), más bien debido su efecto favorable al alto contenido en magnesio (108 mg/L); la ingesta habría de ser continuada.

4.2. Vía Inhalatoria

Esta vía de administración de las aguas sulfatadas de Alicún no tiene clara justificación por lo que respecta a su composición química. La acción beneficiosa sería debida principalmente a la humectación de las vías respiratorias que proporcionan las distintas técnicas empleadas. La técnica utilizada estará acorde con el sector del aparato respiratorio que se quiera tratar; así, las técnicas de gota gruesa, mayores de 15 μ L de diámetro, quedan retenidas en las vías respiratorias altas, mientras que si el aparato produce gotitas o partículas de diámetro inferior a 5 μ L (aerosoles), penetran más profundamente y pueden alcanzar los bronquiolos y hasta el alveolo. Es importante señalar que en las inhalaciones se debe atender cuidado-

samente a la temperatura del agua a inhalar que se deberá mantener cercana a 37 °C o ligeramente por debajo (22).

Las técnicas de lavado como ducha nasal o la ducha nasal micronizada que se emplean en el Balneario de Alicún son útiles como medios de hidratación de las mucosas, facilitación de la eliminación de secreciones y como prevención e higiene de las cavidades nasales y rino-faríngeas. Se señalan como indicaciones, algunos problemas respiratorios entre los que se destacan: laringitis crónica, sinusitis crónica, rinitis, ..., asma, bronquitis y EPOC (producida por el tabaco) (23).

Los accesorios utilizados en las técnicas de inhalación (tobera, horquilla o aplicador nasal, mascarillas para adultos o pediátricas...) son cuidadosamente limpiados y desinfectados después de cada terapia y reemplazados periódicamente.

4.3. Vía tópica

La vía tópica constituye hoy día la principal técnica de aplicación de las aguas de Alicún.

Las técnicas de aplicación tópica son principalmente los baños generales de inmersión y las aplicaciones con presión: duchas y chorros en todas sus modalidades; los primeros se toman en bañera o tanqueta individual o en piscina de tratamiento y las duchas y chorros tienen dispositivos específicos para su aplicación a distinta presión y temperatura o están incorporados a las bañeras o en las piscinas de tratamiento (hidromasaje).

Las acciones derivadas de la composición química del agua en las diferentes técnicas de aplicación tópica no son particularmente relevantes; en estas técnicas se buscan efectos dependientes de factores físicos: térmicos y mecánicos.

Factores hidrotérmicos y sus efectos

La temperatura de aplicación puede ser variable en cada una de las técnicas y debe ser ajustada individualmente. Dado que la tem-

peratura del agua en Alicún en la surgencia es cercana a la indiferente no será necesario modificarla para ser utilizada en algunas de las aplicaciones tópicas; en la mayoría se debe atemperar, acomodando la temperatura a la técnica a utilizar, a la afección a tratar y a la idiosincrasia del paciente.

Los efectos térmicos de la balneación se producen gracias a que el agua es un excelente vehículo del calor, en virtud de su anormalmente elevado calor específico. La transmisión del calor y los efectos que en el organismo se producen son dependientes del gradiente de temperatura, de la extensión de la aplicación, de la duración del contacto y de la sensibilidad individual.

En los baños calientes individuales, a temperatura ligeramente superior a la indiferencia (35-37 °C) se producen cambios en la vascularización periférica, una vasoconstricción inmediata breve seguida de una vasodilatación periférica prolongada, que conlleva a la activación de la circulación, apertura de nuevos capilares y arteriolas de tejidos superficiales, con la consiguiente mejoría del trofismo tisular.

Las aplicaciones de calor producen también analgesia y una acción sedante general por la influencia sobre el sistema nervioso, elevan el umbral del dolor, dificultan la conducción de la sensibilidad dolorosa por atenuar o abolir la sensibilidad de los receptores periféricos, con repercusión sobre los centros moduladores del dolor y la liberación de sustancias endorfinas.

Cuando la temperatura del agua es superior a la indiferente (37-38 °C) y la aplicación es prolongada, se produce además relajación del tono muscular, disminuyendo la contractura y la fatiga muscular (Figura 5A).

En las técnicas con presión, duchas o chorros, aplicados directamente sobre la piel o de forma subacuática, se añade a los efectos térmicos, el efecto de percusión o de masaje que es fuente de estimulación de receptores cutáneos que, actuando de manera refleja o bien por acción directa, van a facilitar la relajación muscular, la liberación de adherencias, el aumento del flujo sanguíneo, sedación y analgesia.

Factores mecánicos: hidrostáticos e hidrodinámicos

En los baños de inmersión en tanque o piscina se buscan además de los efectos térmicos, efectos derivados de otros factores físicos, hidrostáticos e hidrodinámicos que condicionan la facilitación o la dificultad de realizar ejercicio dentro del agua (balneocinesiterapia).

La terapia por el ejercicio dentro del agua constituye la técnica más sofisticada y específica en la recuperación funcional de alteraciones del aparato locomotor y en ella los efectos más destacables son, además de los térmicos, los determinados por la presión hidrostática y su consecuencia el principio de flotación o de empuje que proporciona alivio a los pacientes porque facilita la movilidad, especialmente de las articulaciones que soportan carga, de gran importancia en caderas dolorosas y en columna lumbar; la aplicación simultánea de calor (temperatura del agua de la piscina 34-35 °C) que produce analgesia colabora en la acción favorable de esta técnica (Figura 5).



Figura 5. A, Tanqueta para baño individual. B, Piscina de tratamiento-Piscina de marcha. C, Piscina de tratamiento-Balneocinesiterapia dirigida

Otro aspecto a destacar de la presión hidrostática es que manifiesta su acción directa sobre el sistema venoso y las grandes cavidades corporales, provoca compresión en las estructuras orgánicas y facilita la circulación de retorno, más acusada si el individuo está de pie en la piscina, y que puede ser muy beneficiosa en aquellos pacientes con pequeñas varices o con ligera retención de líquidos en extremidades inferiores. Esto obliga a una mayor actividad cardiaca que es fácilmente superada en personas normales, pero en las de

edad avanzada o con alteraciones circulatorias, en especial, con dilataciones varicosas importantes, puede causar desfallecimiento cardíaco.

A esto debemos añadir los efectos sobre la función respiratoria, que debido a la compresión sobre la caja torácica y el diafragma, produce modificaciones que, en los pacientes con enfermedad respiratoria o cardíaca, pueden ser causa de disnea y opresión en los baños. Con esto, queremos llamar la atención sobre la necesidad de una especial vigilancia de la situación cardiorrespiratoria en las personas sometidas a estos tratamientos, siendo conveniente y necesario acudir a la consulta médica para recibir la prescripción individual del tratamiento crenoterápico.

En el ejercicio físico dentro del agua intervienen además de la presión hidrostática otras fuerzas: cohesión, viscosidad, tensión superficial, turbulencias, superficie a movilizar, velocidad de ejecución del movimiento, etc., que son factores de resistencia al movimiento dentro del agua y que permite aprovecharlos para realizar una muy amplia gama de ejercicios, desde los más facilitados o soportados hasta otros más o menos resistidos. También se pueden considerar esos factores como origen de estímulos esteroceptivos, aprovechables para una mejor percepción del esquema corporal, de la posición de los miembros y del sentido del equilibrio, de utilidad en el tratamiento de personas con procesos postraumáticos o neurológicos (24).

Por todo lo hasta ahora señalado, podemos considerar la balneocinesiterapia, el ejercicio dentro del agua, un proceder terapéutico de primer orden o como coadyuvante, en la prevención y en la recuperación funcional de aquellos procesos que cursan con dolor y limitación funcional, que son manifestaciones muy frecuentes en las personas mayores que acuden al balneario y que padecen alteraciones de aparato locomotor, de tipo reumático, postraumático o neurológico.

Se benefician principalmente de la hidrocinesiterapia, todos esos pacientes que deben realizar ejercicios específicos según localización de la patología y, particularmente, la marcha en la piscina del balneario, diseñada para ello. También pueden obtener beneficio las personas que deseen mantenerse en forma o evitar los nefastos efectos de una vida sedentaria y estresada.

Acción general estimulante inespecífica

Además de todos estos efectos hasta ahora señalados, las técnicas de aplicación tópica y, específicamente la balneocinesiterapia, pueden comportarse como estimulantes indiferenciados de la capacidad defensiva del organismo y como un factor de acción general inespecífico. Tales aplicaciones constituyen un estrés o agresión repetida que, aunque de escasa intensidad, es suficiente para poner en marcha los mecanismos defensivos generales, lo que nos permite explicar, en parte, la beneficiosa acción general de las curas balnearias (25, 26).

Como complemento en esta terapia se asocian en muchos casos, especialmente en pacientes con patología lumbar, duchas y/o chorros en la modalidad más adecuada. Hay que ajustar individualmente, con gran cuidado y precisión, la aplicación de chorros a presión, pues una mala praxis podría ser nefasta, especialmente en personas mayores o con osteoporosis.

La aplicación de parapeloides, técnica utilizada en este balneario, puede ser también favorable como técnica termoterápica, coadyuvante en el buen resultado de la cura. Otras técnicas complementarias utilizadas en este balneario son: electroterapia; onda corta e infrarrojos; técnicas de masaje manual terapéutico; drenaje linfático, relajante y otros.

Indicaciones principales de la Vía Tópica

Las principales indicaciones están relacionados con afecciones de aparato locomotor, de tipo reumático: reumatismos inflamatorios fuera de la fase aguda, y reumatismos degenerativos de cualquier localización, reumatismos para o abarticulares, lumbalgias, fibrositis, secuelas postraumáticas e incluso neurológicas.

A estos procesos se podrían añadir los psicossomáticos, los derivados de la Patología de la Civilización, tales como, situaciones de estrés, depresión, síndrome de fatiga crónica y otros: minusvalías propias del envejecimiento y retardos del desarrollo en las primeras edades de la vida. Así mismo personas que sin presentar patología especial están sometidas a un excesivo ritmo de vida muy activa y

estresante que en ocasiones se traduce en estrés y agotamiento, o simplemente como terapia puesta en forma.

En el beneficio de la cura balnearia, influyen en distinta medida, otros factores: la favorable influencia del ambiente balneario de Alicún por la tranquilidad y belleza del lugar, la pureza del aire y la riqueza de iones negativos atmosféricos, la ruptura con el entorno habitual, la regularización del ritmo de vida, la atención individual y amabilidad del personal sanitario y hotelero, todo ello se integra en un conjunto operante capaz de aliviar las manifestaciones de trastornos orgánicos y/o psicofuncionales que contribuyen al logro de un resultado final satisfactorio del tratamiento balneario (27-29).

Contraindicaciones de las aplicaciones tópicas

Consideramos contraindicaciones absolutas: todos los procesos agudos o en fase de agudización; procesos tumorales malignos; insuficiencias descompensadas: hepática, respiratoria, renal, ...; hipertensión arterial grave; accidentes cerebrovasculares recientes, epilepsia, estados caquéticos y de agotamiento de la capacidad de respuesta orgánica.

Contraindicaciones relativas: son escasas en las aplicaciones tópicas. Cada técnica empleada debe ser prescrita individualmente y adaptada al estado patológico e idiosincrasia de cada paciente.

5. CLIMATOTERAPIA

El balneario se sitúa a 800 metros sobre el nivel del mar. Su clima es continental semiárido con grandes variaciones de temperatura entre verano e invierno.

La humedad es escasa, los vientos frecuentes y la pureza atmosférica es digna de reseñar. Las precipitaciones son poco frecuentes y de tipo torrencial (18).

Su clima seco, soleado de altitud media, junto con la pureza del aire y la riqueza de iones atmosféricos negativos hacen de este balneario un lugar ideal para el restablecimiento de organismos debi-

litados o deprimidos, curas antiestrés, de fatiga crónica y «surmenaje»; es decir, en todos aquellos casos en que sea necesario una estimulación de los mecanismos de defensa orgánicos por sus efectos tonificantes generales (30).

Las características del entorno del Balneario de Alicún, por su clima sedante, ambiente seco y soleado, de altitud media con pureza del aire y riqueza de iones negativos atmosféricos, ausencia de contaminación acústica y lumínica, hacen de este balneario un lugar ideal para el restablecimiento de personas que sufren de estrés u otros problemas provocados por la vida agitada, organismos debilitados o deprimidos y en todos aquellos casos en los que es necesario la estimulación de los mecanismos de defensa orgánica, o simplemente para aquellas personas que buscan la tranquilidad y belleza de un lugar singular.

6. INSTALACIONES DEL BALNEARIO

La totalidad de las dependencias que configuran el balneario, se encuentran comunicadas interiormente con el hotel y ocupan una extensión de 600 m².

Las instalaciones que dispone el balneario en la actualidad para la aplicación de las distintas técnicas balneoterápicas y otras complementarias, según la información aportada por el director médico del balneario, son:

- seis tanquetas para baños de inmersión y
- bañera de hidromasaje,
- duchas y chorros de presión variable con una ducha circular,
- un baño de vapor,
- dos salas de masaje,
- tres salas de parafangos,
- dos salas de electroterapia,
- una sala de inhalación con tres inhaladores, un aerosol, una ducha nasal micronizada,
- piscina de rehabilitación, cubierta, climatizada.

Estas dependencias resultan suficientes para la atención de 150 pacientes por día.

Para este año 2009 se tienen proyectos de ampliación que abarcan: ampliación de la sala de inhalaciones, con máquina nebulizadora; duchas circulares, calentadores y bombas del balneario (de interés en diversas técnicas), hidrolinfa, pediluvios y maniluvios y tumbona térmica de recuperación (31).

7. PERSONAL DE ATENCIÓN AL USUARIO

El balneario dispone de servicio médico para el reconocimiento, prescripción del tratamiento y seguimiento de los pacientes; el equipo paramédico lo forman una fisioterapeuta, masajistas y auxiliares de balneario.

8. PROGRAMAS QUE OFRECE EL BALNEARIO

El balneario ofrece diversos programas de distinta duración para adaptarse a la demanda.

Programas de corta estancia:

* FORFAIT R-3 de fin de semana, para dar a conocer el termalismo. Incluye control médico.

* ALEVÍN TERMAL Versión A: Reumatológico o Versión B: Respiratorio. Son programas de cuatro noches, se ofrecen distintas técnicas incluido masaje parcial, y se considera tratamiento preventivo con control médico.

Programa de media estancia:

* ESTRELLA ALICÚN. Se exige reconocimiento médico y prescripción del tratamiento que incluye 3 técnicas diarias. Se considera tratamiento intensivo de distintas patologías.

Programas de larga estancia:

* SOCIAL COMPATIBLE. 11 noches de duración. Incluye reconocimiento médico, prescripción del tratamiento, 2 ó 3 técnicas diarias e informe médico final.

* ESTRELLA ALICÚN. 14 noches. Incluye reconocimiento médico, prescripción del tratamiento, 2 ó 3 técnicas diarias. Seguimiento e informe médico final.

El balneario permanece abierto durante 10 meses al año, febrero-diciembre, y recibe pacientes del IMSERSO y PRIVADOS

9. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN ASISTENTE

Con la información recibida del Director Médico del Balneario, sobre la actividad balneoterápica desarrollada, programas, población balnearia, número de agüistas, diagnósticos, número de técnicas por años, etc., hemos realizado unos gráficos que presentamos para mayor facilidad de observación.

En la Figura 6 se recoge el número total de pacientes que acudieron al balneario durante el año 2007 y 2008, con referencia al género y edad. Podemos apreciar un aumento considerable de asistencia en el 2008, siendo el número de mujeres muy superior al de hombres, correspondiendo la edad media entre las mujeres a 65,6 y en los hombres 66,6 años.

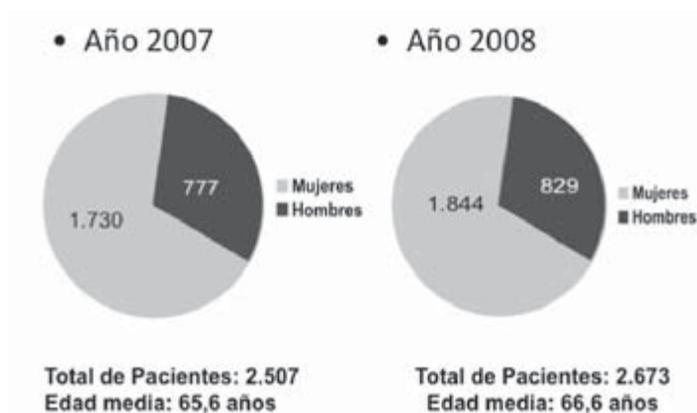


Figura 6. Número total de pacientes en los años 2007 y 2008.

En la Figura 7 se recoge el número total de pacientes que acudieron en 2008 que fueron 2.673, de ellos 1.158 habían acudido en años anteriores y 1.515 lo han hecho por primera vez esta temporada, de

ellos 1524 pertenecen al IMSERSO y 1.149 son particulares. El tiempo medio de estancia ha sido de 8,45 días.



Figura 7. Pacientes atendidos en el año 2008.

Por lo que respecta al tipo de patología de los pacientes que acuden al balneario, las afecciones de aparato locomotor, con muy variada patología constituyen el mayor porcentaje y de ellas el mayor número corresponden a los reumatismos degenerativos. En segundo lugar están las afecciones aparato respiratorio y en lugar también destacado, las personas que acuden para cura de reposo (Figura 8).



Figura 8. Tipo de patología.

En la Figura 9, se hace una distribución comparativa del número de técnicas empleadas durante diez años consecutivos, 1998 a 2007 y el número total de cada una de las técnicas. Se observa que en todos los años son los baños la técnica más utilizada, excepto en el año 2006 que fue la estufa utilizada por mayor número de usuarios, más que los baños. La utilización del resto de las técnicas se ha mantenido sin grandes diferencias.

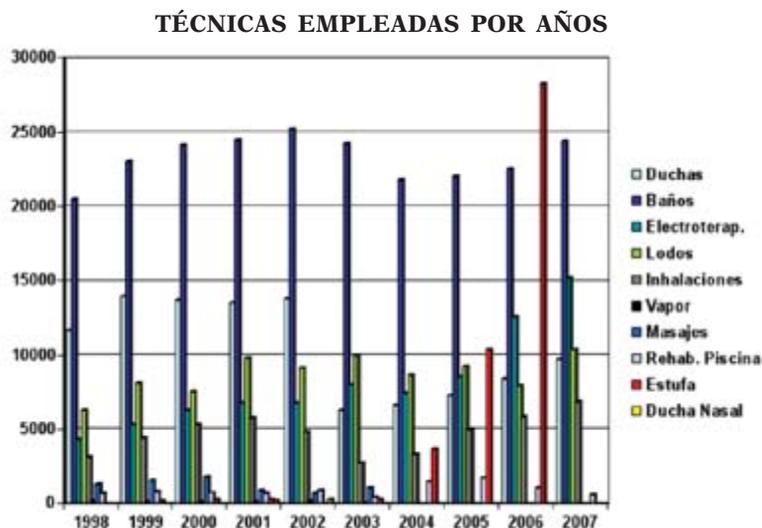


Figura 9. Número de técnicas empleadas en los últimos 10 años.

10. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Director del Balneario Don José María Medialdea Torre-Marín y familiares, a Don José Ignacio Garrido, Médico Director y a cuantas personas nos atendieron durante la visita-estudio que realizamos al Balneario de Alicún, por la información y atenciones que recibimos para hacernos la estancia interesante y agradable, que nos permitió además, disfrutar de la tranquilidad y belleza de un lugar tan singular.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Rubio, P. M. (1853) *Tratado completo de la Fuentes Minerales de España*. Establecimiento topográfico de D. R. R. de Rivera. Madrid. Tomo II. pp. 492-493.
2. Rubio, P. M. (1853) *Tratado completo de la Fuentes Minerales de España*. Establecimiento topográfico de D. R. R. de Rivera. Madrid. Tomo II. p. 493.
3. Cruz Cantero, J. (1986) *Balnearios Guía de Estaciones Termales*. Ed. Dirección Gral de Política Turística. pp. 14-15.
4. Sánchez Ferre, J. (1992) *Guía de Establecimientos Balnearios de España*. Ed. MOPT. p. 44.
5. ANBAL (2007) *Balnearios de España*. Gráficas Calima, 1ª Edición. 2007.
6. Solsona, J. B. (1824) *Examen de las Aguas Medicinales que se hallan en el Reyno de Granada*.
7. Opus cit. en 1 y 2. pp. 492-493.
8. Méndez Aparico, J.A. (2008) *Balnea*. núm. 3 – extraordinario. Public. Universidad Complutense de Madrid. pp. 40-42.
9. Martínez Reguera, L. (1896) *Bibliografía Hidrológico-Médica Española*. Segunda parte (Manuscritos y biografías). Tomo Primero. Establecimiento Tipográfico «Sucesores de Rivadeneyra». Madrid.
10. Opus cit. en 7.
11. A.A.D.D. (1927) *Guía Oficial de Establecimientos Balnearios y Aguas Medicinales de España*. Ed. Rudolf Mosse. Madrid-Barcelona. p. 84.
12. Baeza Rodríguez-Caro, J., López Geta, J. A. & Ramírez Ortega, A. (2001) *Las Aguas Minerales de España*. Ed. ITGE, Madrid, p.114.
13. *Gaceta de Madrid*, 10 de abril de 1870.
14. *Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas*. (2002) Ed. Instituto Carlos III. Madrid.
15. Opus cit. en 12.
16. Médicos Directores de Baños (1903) *Reseña de los Principales Balnearios de España*. Imprenta Ricardo Rojas, Madrid. pp. 312-313.
17. Carmona Ruiz, E. colaboración en *Vademécum de Aguas Mineromedicinales Españolas*. (2002) Ed. Instituto Carlos III. Madrid. p. 60.
18. Alonso Palacio, A. (1989) *Balneario Alicún de las Torres*. Trabajo presentado en la Cátedra de Hidrología Médica de la UCM. Inédito.
19. Garrido Fernández-Pita, J.I. (2002 a 2006-2007) *Memorias años 2002 a 2006-2007 y Fichas técnicas del Balneario inéditas*.
20. Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. & cols. (1994) *Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Ed. Complutense. Madrid. pp. 246-248.
21. Armijo Valenzuela, M. (1982) Dureza y relación calcio-magnesio de las aguas de mesa y su posible influencia sobre las cardiopatías isquémicas. *Anal. Real. Acad. Nat. Med.* XCVII, pp. 415-436.
22. San Martín Bacaicoa, J. (1994) *Crenotecnia*, Cap. 15 en Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. y cols. (1994) *Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Ed. Complutense. Madrid, pp. 195-215

23. Garrido Fernández-Pita, J.J. (2007) *Fichas técnicas balneario*. Inédito.
24. Armijo Valenzuela, M. y San Martín Bacaicoa, J. (1986-1991) Hidroterapia. Fasc. Colecc. En *Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med.* Vol. I a VI.
25. Armijo Valenzuela, M. (2004) Consideraciones en torno a las Curas Balnearias. *Anales Real Acad. Nac. Med.* Tomo CXXI, 3º, 391-401.
26. San Martín Bacaicoa, J. (2000) *Técnicas actuales de tratamiento balneario. Hidrocinesiterapia*. En Panorama actual de las aguas Minerales y Mineromedicinales en España. Ministerio de Medio Ambiente. ITGE Madrid: 105-114.
27. Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. & cols. (1994) *Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia. Helioterapia*. Ed. Complutense. Madrid. 227-240.
28. San Martín Bacaicoa, J. (1988) Reumatismos psicógenos y curas balnearias. *Bol. Soc. Hidrol. Méd.* 3, 1: 35-38.
29. Valero Castejón, A. (1988) Alteraciones degenerativas articulares y termalismo. *Bol. Soc. Hidrol. Méd.* 3, 3: 125.
30. San José Aránjo, M.C. (2000) *Guía médica de los balnearios de España*. Pub. Universidad de Sevilla, pp.52, 53.
31. Garrido Fernández-Pita, J.I. (2008) *Memorias del balneario, fichas técnicas y otras informaciones suministradas*. Inéditas.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

A. POLÍTICA EDITORIAL

1. ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA es una revista trimestral que publica trabajos de investigación básica o aplicada relacionados con las ciencias farmacéuticas y afines.
2. Serán aceptados y considerados para publicación, aquellos manuscritos que no hayan sido publicados previamente (excepto resúmenes), que actualmente no estén siendo revisados en otras revistas, que su publicación haya sido aprobada por todos los autores y tácitamente o explícitamente por las autoridades responsables de los laboratorios donde se ha desarrollado el trabajo, y que si es aceptado, no será publicado en otra revista en la misma forma, en el mismo o diferente idioma, sin el consentimiento de los Editores.

B. ENVÍO ONLINE

Todos los manuscritos deben ser enviados online en formato DOC de Microsoft Word. Descargue la plantilla para Microsoft Word DOC. El tamaño máximo de los archivos que se envían es de 4 MB, pero es aconsejable no superen los 2 MB. Alternativamente pueden ser enviados como ficheros adjuntos por correo electrónico a la oficina editorial. **Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia** invita a realizar contribuciones de cuatro tipos: artículos originales, comunicaciones cortas, revisiones y cartas al editor. Las contribuciones deberán regirse por la política de temática y alcance, que puede consultar en la sección Acerca de. En particular, nuestra revista anima a enviar manuscritos de investigación farmacéutica sobre aspectos prácticos.

C. PREPARACIÓN PARA EL ENVÍO

El envío de un manuscrito implica que el trabajo no ha sido sometido a evaluación o publicado en cualquier otra revista, en el mismo formato o similar, en español, inglés o en cualquier otro idioma. Los manuscritos publicados en un congreso, simposio o conferencia pueden ser sometidos a la consideración del editor, si los autores informan a la oficina editorial en el momento del envío, indicando que han realizado una revisión sustancial.

1. FORMATO

Archivos

El formato preferido es el DOC de Microsoft Word. Otros formatos aceptados son: PDF y RTF.

Archivos gráficos

Se admiten los siguientes formatos: GIF y JPEG o gráficos incrustados en Microsoft Word o Power Point.

Idioma

Sólo se aceptan manuscritos escritos en español o inglés (nativo o americano).

Unidades

Se utilizará el sistema internacional de unidades (SI). Si se mencionan otras unidades, se debe proporcionar su equivalente en el SI.

Notas a pie de página

No se aconseja el uso de notas a pie de página. Si se utilizan deben de estar incorporadas al texto.

Texto

Se utilizará espacio simple. Times New Roman de 12 puntos de tamaño. Para destacar el texto se utilizará itálica y no subrayado (excepto en direcciones URL).

Figuras

Todas las figuras deben de ser citadas en el texto y numeradas consecutivamente con números árabes. Se debe proporcionar un título de no más de quince palabras. Los formatos preferidos son PNG y JPEG. Todas las figuras se colocarán dentro del texto en los sitios apropiados, mejor que al final.

Tablas

Todas las tablas se citarán en el texto y serán numeradas consecutivamente con números árabes. Se proporcionará un título de no más de quince palabras y una leyenda que explique cualquier abreviatura usada en aquella. Todas las tablas se colocarán dentro del texto en los sitios apropiados, mejor que al final.

URL

Todas las direcciones URL (ej., <http://www.ranf.com>) deben de estar activas.

2. LONGITUD DEL MANUSCRITO**Artículos originales**

No deben tener una extensión superior a 4.000 palabras (excluyendo resumen, bibliografía y página del título, pero incluyendo la leyenda de las figuras y las tablas) y la bibliografía no debe superar las 40 citas. Aunque

los artículos cortos son aceptables, los editores no aceptan la fragmentación de un trabajo en varias publicaciones breves.

Comunicaciones

Están restringidas a informes de urgencia y de trascendencia o interés. Deben ser enviadas con una carta a los autores respecto a porqué el trabajo debe ser incluido como comunicación. El trabajo no será aceptado si, en opinión del editor, el contenido ha sido dado a conocer o divulgado en cualquier otro medio anteriormente. La extensión no debe sobrepasar las 1.500 palabras y no puede ocupar más de tres páginas de la revista. El título, los nombres de escritores y bibliografía no cuentan. Las comunicaciones deben contener la información suficiente, pero sin entrar en detalles experimentales.

Revisiones

No deben tener una extensión superior a las 6.000 palabras (excluyendo resumen, bibliografía y página del título, pero incluyendo la leyenda de las figuras y las tablas) y la bibliografía no debe superar las 80 citas. Aunque la mayor parte de las revisiones serán invitaciones a petición de la Comisión Editorial, los autores interesados en contribuir con revisiones podrán contactar previamente con el Editor.

Cartas al editor

No deben superar las 1.000 palabras de extensión con un máximo de tres citas bibliográficas. Las cartas deben enfocarse en comentar artículos publicados previamente, o tratar diferentes aspectos de Política Educativa, Sanitaria y Ciencias Farmacéuticas.

Archivos Multimedia

Los autores son animados a probar los beneficios de divulgar la información complementaria en forma electrónica. Los archivos multimedia, como modelos de ordenador en 3D, vídeos y demostraciones interactivas, serán publicados online en una página web extra al manuscrito. Los formatos preferidos son MPEG y Quicktime. Información: esi.html.

Permisos

Los autores deben obtener permiso para reproducir materiales registrados como propiedad intelectual tanto en la revista impresa como en la electrónica.

3. SECCIONES DEL MANUSCRITO

En general, se debe enviar a los **Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia** un único archivo DOC que incorpore: Texto, Figuras y Tablas (las figuras y tablas deben estar integradas en el texto tan cerca como

sea posible a donde estén citadas). También puede guardarse el texto (incluyendo tablas y pies de figuras) en uno de los formatos de archivo de texto aceptados (preferentemente PDF). En este caso, las figuras o fotos deben de enviarse individualmente en uno de los formatos de archivo aceptados (preferentemente JPG).

Se sugiere el siguiente formato de presentación:

Título, autor(es), dirección(es)

Sólo se permite un título conciso e informativo de no más de 100 caracteres, no incluyendo espacios entre palabras. Los nombres de todos los autores deben ser completos y con su afiliación institucional. En un trabajo multidisciplinar que implica a más de una institución, indique la afiliación individual mediante un número de árabe superescrito. El autor al que se dirija la correspondencia tiene que proporcionar la dirección completa y la dirección de correo electrónico como una nota a pie de página.

Resumen

Se deberá proporcionar un resumen en español y un abstract en inglés de no más de 200 palabras, que indique las técnicas usadas y los resultados más importantes.

Palabras clave

Se darán cinco palabras clave después del abstract.

Introducción

Exponga la información principal y antecedentes del tema que puedan orientar al lector.

Material y métodos

En esta sección se explicarán los métodos experimentales empleados en el trabajo con un nivel de detalle suficiente que permita a otros investigadores repetir el trabajo; para aquellos métodos empleados sin modificaciones significativas respecto al método original, la citación del trabajo original será suficiente.

Experimentación en humanos. En aquellos trabajos de investigación que requieran de seres humanos, se deberá proporcionar: *a)* consentimiento por escrito de cada paciente o sujeto sano, y *b)* el protocolo del estudio conforme con las directrices éticas de la Declaración de Helsinki de 1975, reflejado por la aprobación del comité apropiado de revisión de la institución. Se hará referencia a cada paciente mediante números, no mediante iniciales.

Experimentación animal. En los estudios en los que se emplee experimentación animal, se asegurará que todos los animales reciben cuidados hu-

manos de acuerdo con los criterios resaltados en «Guía para el Cuidado y Empleo de Animales de Laboratorio», preparada por la National Academy of Sciences y publicada por National Institutes of Health (NIH publicación 8623 revisada 1985).

Fabricantes y proveedores. Incluir los nombres y las localidades (ciudad y estado o país) de los fabricantes y proveedores cuando se mencionen fármacos, instrumentación, aparatos, software, etc.

Resultados

Se presentarán los principales hallazgos del estudio en forma gráfica cuando sea posible. No ilustrar los pequeños detalles si su información puede ser descrita adecuadamente mediante texto.

Discusión

En esta sección se presentarán de forma concisa las implicaciones de los nuevos hallazgos en el campo que corresponda, minimizando la reiteración de los resultados, evitando la repetición de información dada en la introducción, y ajustándose al enfoque y objetivo inicial del trabajo.

Conclusión

La conclusión es la posibilidad del autor para tener la última palabra sobre el trabajo, resumir sus pensamientos, demostrar la importancia de sus ideas y propulsar al lector a una nueva opinión del trabajo.

Agradecimientos

Se incluirán los agradecimientos al personal de apoyo y a proveedores de reactivos especiales. Las becas y ayudas financieras se deberán incluir en esta sección.

Bibliografía

Las referencias sólo deben incluir los trabajos que son citados en el texto y que hayan sido publicados o aceptados para su publicación. Se seguirá el sistema APA. Algunos ejemplos son:

Artículos:

Desmet, P. M. A., & Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Design, 1* (1), 5766.

Artículos en Internet:

Bergen, D. (2002, Spring). The role of pretend play in children's cognitive development. *Early Childhood Research & Practice, 4* (1). Retrieved February 1, 2004, from <http://ecrp.uiuc.edu/v4n1/bergen.html>.

Libros:

Wundt, W. (1905). *Fundamentals of psychology* (7th ed.). Leipzig: Engelmann.

Traducciones de libros:

Baudrillard, J. (2006). *The system of objects* (J. Benedict, Trans.). New York: Verso (Original work published 1968).

Capítulos de libros:

Schifferstein, H. N. J., Mugge, R. & Hekkert, P. (2004). Designing consumerproduct attachment. In D. McDonagh, P. Hekkert, J. Van Erp & D. Gyi (Eds.), *Design and emotion: The experience of everyday things* (pp. 327331). London: Taylor & Francis.

Tesis doctoral o conferencias:

McNeil, P. (1993). *Designing women: Gender, modernism and interior decoration in Sydney, c. 1920-1940*. Unpublished master's thesis, Australian National University, Canberra, Australia.

Comunicaciones:

Wu, J. T., & Liu, I. M. (1987). Exploring the phonetic and semantic features of Chinese words (Tech. Rep. No. NSC75 0310 H002024). Taiwan National Science Council.

Documentos Web:

Degelman, D. & Harris, M. L. (2000). *APA style essentials*. Retrieved May 18, 2000, from Vanguard University, Department of Psychology Web site: http://www.vanguard.edu/faculty/ddegelman/index.aspx?doc_id=796.

Nielsen, M. E. (n.d.). *Notable people in psychology of religion*. Retrieved August 3, 2001, from <http://www.psywww.com/psyrelig/psyrelpr.htm>.

Gender and society. (n.d.). Retrieved December 3, 2001, from <http://www.trinity.edu/~mkearl/gender.html>.

Artículo en una base de datos:

Hien, D. & Honeyman, T. (2000). A closer look at the drug abuse maternal aggression link. *Journal of Interpersonal Violence*, 15 (5), 503522. Retrieved May 20, 2000, from ProQuest database.

Resumen de una base de datos:

Garrity, K., & Degelman, D. (1990). Effect of server introduction on restaurant tipping. *Journal of Applied Social Psychology*, 20 (1), 168172. Abstract retrieved July 23, 2001, from PsycINFO database.

D. LISTA DE COMPROBACIÓN DE PREPARACIÓN DE ENVÍOS

Como parte del proceso de envío, se les requiere a los autores que indiquen que su envío cumpla con todos los siguientes elementos, y que acepten que envíos que no cumplan con estas indicaciones pueden ser devueltos al autor.

- El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación en Comentarios al/a la editor/a).
- El fichero enviado está en formato DOC de Microsoft Word.
- Se han añadido direcciones web para las referencias donde ha sido posible.
- El texto tiene interlineado simple; el tamaño de fuente es 12 puntos; se usa cursiva en vez de subrayado (exceptuando las direcciones URL); y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final del todo.
- El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo indicados en las Normas para autoras/es, que se pueden encontrar en Acerca de la revista.

E. NOTA DE COPYRIGHT

Los autores que presentan un manuscrito deben saber que si se acepta para su publicación, los derechos de autor serán transferidos a la Real Academia Nacional de Farmacia. Los derechos de autor comprenden los exclusivos de reproducción y difusión en toda forma y medios de comunicación, incluyendo reimpressiones, fotografías, microfilms y cualesquiera otras reproducciones similares, además de las traducciones. La reproducción de cualquier parte de esta revista, su almacenaje en bases de datos y su transmisión por cualquier forma o medios de comunicación electrónica, copias mecánicas, fotocopias, grabaciones en entornos magnéticos, etc., deben ser autorizadas por la Real Academia Nacional de Farmacia, que es la legítima propietaria de los derechos de autor. La Real Academia Nacional de Farmacia, los editores y el consejo editorial intentarán asegurar que no se publiquen datos equivocados o engañosos. Los contenidos de los artículos publicados en los Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia son responsabilidad única y exclusiva de sus autores. Por lo tanto, la Real Academia Nacional de Farmacia, los editores, consejo editorial y director se declaran totalmente libres de cualquier responsabilidad en cuanto a las consecuencias que puedan resultar de esos datos equivocados o engañosos, de las opiniones o las declaraciones. El consentimiento del propietario de derecho de autor no se extiende a la realización de copias para la distribución general, su promoción, crear nuevas obras, o para la reventa. Debe obtenerse autorización por escrito en estos casos.

F. DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y direcciones de correo e introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por esta revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

MONOGRAFÍAS PUBLICADAS

AGUAS MINEROMEDICINALES

| | | |
|------|--|------|
| (1) | CALDAS DE TUYUS | 1968 |
| (2) | CALDAS DE CUNTIS..... | 1974 |
| (3) | MONTEMAYOR..... | 1975 |
| (4) | CORCONTE..... | 1976 |
| (5) | LEDESMA..... | 1977 |
| (6) | SOLAN DE CABRAS (Primera edición agotada)..... | 1978 |
| | (Segunda edición)..... | 1980 |
| (7) | LANJARON..... | 1980 |
| (8) | CARABAÑA..... | 1981 |
| (9) | ALHAMA DE ARAGON..... | 1983 |
| (10) | CALDAS DE MONTBUI..... | 1984 |
| (11) | FUENTE AMARGA DE CHICLANA DE LA FRONTERA. | 1985 |
| (12) | ARCHENA..... | 1986 |
| (13) | FORTUNA..... | 1987 |
| (14) | ARNEDILLO..... | 1988 |
| (15) | CALDAS DE BOHI..... | 1989 |
| (16) | ALANGE..... | 1990 |
| (17) | EL CLIMA EN ALGUNOS BALNEARIOS..... | 1990 |
| (18) | FITERO..... | 1991 |
| (19) | LA TOJA..... | 1993 |
| (20) | LUGO..... | 1994 |
| (21) | BLANCAFORT..... | 1995 |
| (22) | HERVIDEROS DE COFRENTES..... | 1998 |
| (23) | CARRATRACA..... | 1999 |
| (24) | EL PARAÍSO MANZANERA..... | 2001 |
| (25) | ALHAMA DE GRANADA | 2002 |
| (26) | JARABA..... | 2004 |
| (27) | CERVANTES..... | 2006 |
| (28) | PUENTE VIESGO..... | 2007 |
| (29) | VALDELATEJA..... | 2008 |
| (30) | ALICÚN DE LAS TORRES..... | 2009 |