

INSTITUTO DE ESPAÑA

ANALES
de la
**REAL ACADEMIA
NACIONAL
DE
FARMACIA**



2006

VOLUMEN LXXII

Núm. Extraordinario

Domicilio de la Academia

FARMACIA, 11

28004 MADRID

INSTITUTO DE ESPAÑA
REAL ACADEMIA DE FARMACIA

ESTUDIOS SOBRE EL BALNEARIO CERVANTES
(CIUDAD REAL)
(Memoria nº 27)

L. Villanúa Fungairiño, M^a C. Francés Causapé, M^a E. Torija Isasa, M. García Mata, M^a T. Orzáez Villanueva, M^a D. Tenorio Sanz, J. M. Prádena Lobón, J. Palomares López, M. Pozuelo Cuervo, M^a A. Mosso Romeo, M^a C. Sánchez Beltrán, M^a C. Rodríguez Fernández. M^a C. de la Rosa Jorge, F. J. Mantero Sáenz, Y. Galván Ramírez, M. Ladero Álvarez, M. A. Luengo, M^a T. Santos Bobillo, J. González Iglesias, M^a T. Alonso Beato, M^a E. Sánchez Rodríguez, J.I. Pinuaga Espejel, A. Ramírez Ortega, F. Monturiol Rodríguez, R. Jiménez, J. San Martín Bacaicoa, A. Valero Castejón y B. Sanz Pérez



MADRID
2006

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
Román de Vicente Jordana
Josefina San Martín Bacaicoa
Antonio Ramírez Ortega
Miguel Ladero Álvarez
Juan Ignacio Pinuaga Espejel
Francisco Monturiol Rodríguez
M^a Teresa Grande Herranz
Juan Palomares López
Agustín Valero Castejón
Francisco Javier Mantero Saenz
M^a Esperanza Torija Isasa



2006

Depósito legal: M. 3.869-1958

Impreso en Realigraf, S. A - Pedro Tezano, 26. 28039 Madrid

ANALES

DE LA

REAL ACADEMIA NACIONAL

DE FARMACIA

PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

AÑO LXXII	2006	Núm. Extraordinario
-----------	------	------------------------

ISSN - 1697-4271

ÓRGANO RECTOR
LA COMISIÓN DE PUBLICACIONES

Coden - **ARAFAY**

DIRECTORA:
Dra. M.^a TERESA MIRAS PORTUGAL

SUMARIO

Presentación	235
El Balneario Cervantes (Santa Cruz de Mudela). Historia y generalidades. León Villanúa Fungairiño, M^a Carmen Francés Causapé	241
Análisis físico-químico de las aguas del Balneario Cervantes: M^a Esperanza Torija Isasa, Mercedes García Mata, M^a Teresa Orzáez Villanueva, M^a Dolores Tenorio Sanz, J. M. Prádena Lobón	259
Análisis de la radiactividad en aguas del Balneario de Cervantes: Juan Palomares López, Milagros Pozuelo Cuervo.	277
Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario Cervantes: M^a Angeles Mosso Romeo, M^a Carmen Sánchez Beltrán, M^a Carmen Rodríguez Fernández, M^a Carmen de la Rosa Jorge	285
Climatología del Balneario Cervantes: Francisco Javier Mantero Sáenz, Yolanda Galván Ramírez	305
Vegetación del entorno del Balneario Cervantes, Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real): Miguel Ladero Álvarez, Mi-	231

guel Angel Luengo, M^a Teresa Santos Bobillo, Javier González Iglesias, M^a Teresa Alonso Beato, M^a Evangelina Sánchez Rodríguez	321
Geología, Hidrogeología y protección del Balneario Cervantes de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real): Juan Ignacio Pinuaga Espejel, Antonio Ramírez Ortega	369
Los suelos del término municipal de Santa Cruz de Mudela: Francisco Monturiol Rodríguez, Raimundo Jiménez	381
Acción terapéutica de las aguas del Balneario Cervantes: Josefina San Martín Bacaicoa, Agustín Valero Castejón.	399
Sesión Necrológica en Homenaje al Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño: Bernabé Sanz Pérez, M^a Carmen de la Rosa Jorge, Esperanza Torija Isasa	433

ANALES

DE LA

REAL ACADEMIA NACIONAL

DE FARMACIA

PUBLICACIÓN TRIMESTRAL

AÑO LXXII	2006	Núm. Extraordinario
-----------	------	------------------------

ISSN - 1697-4271

ÓRGANO RECTOR
LA COMISIÓN DE PUBLICACIONES
DIRECTORA:
Dra. M.^a TERESA MIRAS PORTUGAL

Coden - **ARAFAY**

SUMMARY

Presentation	235
Cervantes Spa (Santa Cruz de Mudela). History and generalities: León Villanúa Fungairiño, M^a Carmen Francés Causapé	241
Physico-chemical analysis of the minero-medicinal water of Cervantes Spa: M^a Esperanza Torija Isasa, Mercedes García Mata, M^a Teresa Orzáez Villanueva, M^a Dolores Tenorio Sanz, J. M. Prádena Lobón	259
Radioactivity analysis of the water of Cervantes Spa: Juan Palomares López, Milagros Pozuelo Cuervo	277
Microbiology of the mineral spring of Cervantes Spa: M^a Angeles Mosso Romeo, M^a Carmen Sánchez Beltrán, M^a Carmen Rodríguez Fernández, M^a Carmen de la Rosa Jorge	285
Climatology of Cervantes Spa: Francisco Javier Mantero Sáenz, Yolanda Galván Ramírez	305
Vegetation in the surroundings of Cervantes Spa, Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real): Miguel Ladero Álvarez, Mi-	233

guel Angel Luengo, M^a Teresa Santos Bobillo, Javier González Iglesias, M^a Teresa Alonso Beato, M^a Evangelina Sánchez Rodríguez	321
Geology, Hydrogeology and protection of Cervantes Spa in Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real): Juan Ignacio Pinuaga Espejel, Antonio Ramírez Ortega	369
The soils of municipal term of Santa Cruz de Mudela: Francisco Monturiol Rodríguez, Raimundo Jiménez	381
Therapeutic action of Cervantes Spa waters: Josefina San Martín Bacaicoa, Agustín Valero Castejón	399
Obituary session in honor of Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño: Bernabé Sanz Pérez, M^a Carmen de la Rosa Jorge, Esperanza Torija Isasa	433

Presentación

Quienes componemos la Comisión de aguas minerales y minero-medicinales de la Real Academia Nacional de Farmacia dedicamos este número extraordinario de los Anales a quien fue su eximio Presidente y gran académico, el Excelentísimo Señor Profesor doctor don León Villanúa Fungairiño, persona afable donde las haya, que sólo vivió para su familia, sus alumnos, sus colaboradores de la cátedra de Bromatología de la Facultad de Farmacia de la UCM y su Real Academia Nacional de Farmacia. Cuantos lo conocieron coinciden en señalar que uno de sus rasgos más característicos era la gran bondad que irradiaba.

Cuando el Prof. Villanúa se hizo cargo, en 1991, de la Presidencia de esta Comisión, conocida cariñosamente como la *Comisión de las aguas*, se propuso llevar a cabo estudios pluridisciplinarios profundos de todos aquellos aspectos de los balnearios españoles que pudiesen ayudar a un mejor conocimiento y aprovechamiento de las virtudes curativas de sus aguas y su entorno. Para ello se rodeó de un elenco de académicos, profesores y científicos que, por haberse dedicado muchos años a un trabajo que conocían y del que disfrutaban, eran los más adecuados para desarrollar los artículos de las que él llamaba, humildemente, *memorias* y que son en realidad verdaderas monografías que estudian exhaustivamente los distintos balnearios españoles. Esta es la número 27 y en ella, ya había comenzado a trabajar nuestro presidente (q.e.p.d.) en el verano de 2004 que sería el último de su vida. Trata de muchos aspectos distintos del Balneario Cervantes de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real).

Como sucesor del profesor Villanúa en la presidencia de la Comisión de aguas, hoy cargo, por primera vez, con la agradable obligación de hacer, a manera de prólogo, la presentación de los artículos que componen este número extraordinario de los Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia, algo que él hacía maravillosamente bien y que yo prometo que intentaré imitar.

El primer capítulo, como ya he señalado, fue iniciado por le Dr. Villanúa (véase en la página..... y siguientes su necrológica) y ha sido completado por la Dra. Francés Causapé, Académica de Número de la RANF y Catedrática de Historia de la Farmacia de la UCM. Estudia la situación geográfica del Balneario, sus vías de comunicación, orígenes y vicisitudes históricas sufridas, instalaciones y facilidades para disfrute de los usuarios y disponibilidades de alojamiento (hotel y bungalows anejos al balneario). También describe los edificios monumentales más singulares de Santa Cruz de Mudela y su escudo heráldico. El texto se acompaña de algunas fotografías.

El capítulo sobre *Análisis físico-químico de las aguas de los manantiales del Balneario Cervantes* ha sido realizado en el Departamento de Nutrición y Bromatología II de la Facultad de Farmacia de la UCM por su directora, profesora Torija Isasa y sus colaboradores que tienen amplia experiencia en trabajos de este tipo. Después de referirse a las *fuentes agrias* de las *Relaciones Topográficas* de Felipe II, tratan pormenorizadamente los antecedentes analíticos y descriptivos de las aguas del Balneario, a lo largo del pasado siglo; a continuación estudian, a la luz de las modernas técnicas analíticas, las características de sus aguas y los diversos análisis practicados con las de los manantiales Villa Rosa y Pozo Bilbao cuyos resultados se muestran en 4 tablas que son magistralmente comentadas. También se han preocupado de analizar el agua del Ferrocarril y la Balsa que se ubican fuera del recinto del Balneario y muestran un alto contenido mineral.

La *radiactividad de las aguas del Balneario Cervantes* ha sido estudiada por los doctores Palomares López y Pozuelo Cuervo del Departamento de Medio Ambiente del CIEMAT. Se trata de un trabajo serio y concienzudo, realizado con las garantías de fiabilidad que caracterizan a tan prestigiosa institución. Los niveles de radiación encontrados en el agua son muy bajos y sólo comparables a los de las aguas de Blancafort, Alange y Cofrentes, sin superar los índices de actividad alfa y beta, citados como niveles guía, para aguas potables en el BOE del 20-09-1990.

La profesora Mosso Romeo y sus colaboradores, del Departamento de Microbiología II de la Facultad de Farmacia de la UCM, han

estudiado la *microbiota autóctona de las aguas del Balneario Cervantes* y la posible presencia —nunca confirmada— de flora patógena. Además también han analizado los microorganismos de interés ecológico (proteolíticos, amilolíticos y otros) y finalmente han descrito y estudiado la composición microbiológica de los biotapetes de las emergencias de los manantiales Cervantes y San Camilo. Concluyen que el perímetro de protección es correcto y que el agua carece de microorganismos patógenos y de indicadores fecales por lo que cumple la normativa de las aguas de consumo.

El Dr. Mantero Sáenz y la Dra. Galván Ramírez son los autores del capítulo de *Climatología*, ambos trabajan en el Instituto Nacional de Meteorología. Su capítulo es un análisis detallado de la bioclimatología de la zona donde se ubica el Balneario Cervantes. Para ello han utilizado los datos termométricos y pluviométricos de la estación climatológica de Santa Cruz de Mudela. Los datos horarios de temperatura, humedad relativa y viento de este estudio proceden del Observatorio Meteorológico de Valdepeñas, distante unos 15 Km. En una serie de tablas y gráficos recogen los valores medios, máximos y mínimos de las variables estudiadas (temperatura, precipitación y heladas) así como los índices de continentalidad (Johansson), aridez (Martonne) y pluviométrico (Dantín y Revenga). Finalmente incluyen los climogramas de temperatura y humedad y las zonas de sensaciones climáticas.

En el capítulo de *Vegetación del entorno del Balneario* han participado destacados investigadores de los departamentos de Botánica y de Geografía de la Universidad de Salamanca, bajo la dirección del profesor Ladero Álvarez, catedrático de Botánica. Se trata de una verdadera monografía que estudia los aspectos biogeográficos y edáficos de la zona, describiendo a continuación las comunidades vegetales y deteniéndose en sus etapas seriales más representativas. Las descripciones van acompañadas de fotografías de los diversos ecosistemas vegetales. Por último, los autores incluyen una relación de las plantas medicinales más significativas de interés nacional y comarcal.

La *Geología, Hidrogeología y Protección del Balneario* han sido estudiadas pormenorizadamente por los Dres. Pinuaga Espejel, Ingeniero Superior del Instituto Geológico y Minero de España y Ramí-

rez Ortega, Ingeniero de Minas y Académico Correspondiente de la RANF. Después de referirse de forma general a la estratigrafía de la zona, tratan de la local del Balneario y describen con detalle la hidrogeología del término de Santa Cruz de Mudela, haciendo especial énfasis en el acuífero del Balneario Cervantes, en el flujo de sus aguas y en la influencia de las antiguas minas de estibina en la permeabilidad. A continuación se narra el vulcanismo de la zona y las características del agua (carácter manifiestamente ácido, muy mineralizada y con alto contenido de CO_2 de origen endógeno). Por último analizan el perímetro de protección de los pozos Bilbao o Cervantes y Villa Rosa.

Los profesores Monturiol, del CSIC y Jiménez, Catedrático de Edafología de la UAM, tratan en su artículo de los *suelos del término municipal de Santa Cruz de Mudela*. Primero repasan los factores formadores de estos suelos, haciendo hincapié en las estrechas relaciones entre suelos y litologías; después analizan los principales procesos que ocurren durante su conservación y desarrollo y describen sus propiedades principales siguiendo la normativa de la FAO, también se preocupan de los cultivos actuales y de su capacidad de uso potencial. Como cabía esperar de la autoridad científica de ambos firmantes, el artículo constituye una excelente contribución al conocimiento del suelo.

El último capítulo se refiere a la *acción terapéutica de las aguas del Balneario Cervantes* y ha sido desarrollado por los doctores profesora Josefina San Martín Bacaicoa, Catedrática de Hidrología de la Facultad de Medicina de la UCM y don Agustín Valero Castrejón, del Cuerpo Médico de Directores de Balnearios. Ambos son Académicos Correspondientes de la RANF y han tratado el tema basándose no sólo en la composición de las aguas sino teniendo muy presentes las vías y formas de administrarlas. Estudian los efectos derivados de su administración oral en el caso del manantial Villa Rosa y ponen de manifiesto que la vía tópica es la ruta principal utilizada con el agua del pozo Cervantes. Asimismo analizan con detalle la información que les ha suministrado la dirección del Balneario sobre técnicas, programas ofrecidos, número y edad de los usuarios y aplicaciones seguidas en las distintas patologías.

* * *

La solemne Sesión Necrológica que en homenaje del profesor Villanúa Fungairiño organizó la Real Academia Nacional de Farmacia, tuvo lugar el día 10 de marzo de 2005, acto en el que ocupó la cabecera del estrado el Dr. Reol Tejada, Presidente de la Institución, a quién acompañaban en la mesa de Presidencia la Vicepresidenta, Dra. Cascales Angosto, la Secretaria, Dra. Francés Causapé y el Tesorero, Dr. García Sacristán. En los sillones de ambos lados del estrado se sentaron los Exmos. Srs. Académicos de Número.

Ocupando lugares destacados en los asientos del salón se encontraban la Excm. Sra. Dña. María Pilar Martí Pedret viuda del profesor Villanúa y sus hijos y nietos. Otros familiares, amigos, compañeros y muchos de los antiguos alumnos del profesor Villanúa llenaron por completo el sitio disponible en el salón.

El acto comenzó con una intervención del Presidente Dr. Reol, quien glosó el significado del acto e hizo una breve y sentida *laudatio* del que fue un querido compañero y amigo de todos los aquí presentes, profesor don León Villanúa Fungairiño. A continuación expresó a su viuda e hijos el sentir de la Academia por la pérdida de tan insigne compañero.

Después intervinieron los Drs. Sanz, De la Rosa y Torija con las alocuciones que se recogen en las páginas 435 a 459 de este número de Anales.

Madrid a 10 de marzo de 2006

BERNABÉ SANZ PÉREZ

El Balneario Cervantes (Santa Cruz de Mudela). Historia y Generalidades

LEÓN VILLANÚA FUNGAIRIÑO †

Y MARÍA DEL CARMEN FRANCÉS CAUSAPÉ

Académicos de Número de la Real Academia Nacional de Farmacia.

RESUMEN

Se hace una reseña de la situación geográfica del Balneario Cervantes, de los antecedentes históricos del mismo y situación actual.

Palabras clave: Agua minero-medicinal.- Balneario Cervantes

ABSTRACT

Cervantes Spa (Santa Cruz de Mudela). History and generalities

An account of the geographical position of the Cervantes Spa is given, including a brief history of it and its situation nowadays.

Key words: Minero-medicinal water.- Cervantes Spa

El Balneario Cervantes está situado en un paraje conocido con el nombre de «El Salobral» en el término municipal de Santa Cruz de Mudela de la provincia de Ciudad Real y perteneciente al partido judicial de Valdepeñas. El Balneario se encuentra en el Camino de los Molinos a 2 Km. de Santa Cruz de Mudela, en dirección a Torrenueva, a 14 Km. de Valdepeñas, a 40 Km. de Manzanares, a 75 Km. de Ciudad Real, a 125 Km. de Jaén y a 215 Km. de Madrid.

Está bien comunicado ya que hay transporte desde Santa Cruz de Mudela en autobús, facilitado gratuitamente por el propio Balneario. El acceso a Santa Cruz de Mudela, que dista 217 Km. de la capital, se realiza desde Madrid en tren por la línea férrea de Anda-

lucía, dirección Jaén-Granada; por carretera y línea de autobús por la autovía de Andalucía, Nacional IV Madrid-Sevilla (1).

I. LA VILLA DE SANTA CRUZ DE MUDELA

La villa de Santa Cruz de Mudela está situada al suroeste de la provincia de Ciudad Real, en la suave pendiente del cerro de San Roque, cuyo término municipal confina al Norte con Valdepeñas, al Sur con Viso del Marqués, al Este con Torrenueva y al Oeste con Moral de Calatrava. Pertenece a una comarca natural que es el Campo de Calatrava, junto a otros municipios como son: Valdepeñas, Viso del Marqués, Santa Cruz de los Cáñamos, Berrinches, Torre de Juan Abad, Torrenueva, Villahermosa, Villamanrique, Villanueva de la Fuente y Villanueva de los Infantes (Fig.1). Se agrupa a lo largo del río Jabalón y sus afluentes a otra comarca natural que es el Campo de Montiel, compuesto por los municipios de Albadalejo, Alcubillas, Almedina, Almuradiel, Calzada de Calatrava, Castellar de Santiago, Cózar, Fuenllana, Montiel de Calatra-



FIGURA 1. Situación del Balneario Cervantes. Escala 1:50.000.

va y Puebla del Príncipe. Así pues conforma la Comarca de Valdepeñas y Calzada para cuyo desarrollo se constituyó el 12 de diciembre de 2000 en Ciudad Real la «Asociación del Desarrollo de Campo de Montiel y Campo de Calatrava “Tierras de Libertad”» formada por asociaciones de colectivos privados y entidades públicas como son los Ayuntamientos (2).

La fundación de Santa Cruz de Mudela se remonta a tiempo atrás (3) puesto que los hallazgos arqueológicos muestran que hubo un asentamiento ibero-romano llamado «Vitoria» y un enclave visigodo-romano denominado «Las Virtudes». No será hasta la primera mitad del siglo XIII cuando se conforme el actual grupo de población con el título de Santa Cruz de Mudela atribuido, según diversas leyendas llegadas hasta nuestros días, bien a que estando el rey Alfonso VII en 1147 descansando de un encuentro habido con los musulmanes, un hombre acusó a otro de haber dado muerte a su padre y, yéndole a dar con la espada, al ver una cruz en el aire encima de su cabeza; soltó la espada. Bien porque una cruz que apareció en el cielo ayudó en el año 1212 al triunfo de las tropas cristianas sobre las musulmanas. O bien porque simboliza un cruce de caminos sito en la Dehesa de Mudela.

Santa Cruz de Mudela, que goza de escudo propio (4) (Fig. 2), estuvo sometida a los Comendadores de la poderosa Orden Militar de Calatrava, instituida por Sancho III en 1158 y confirmada por el Papa Alejandro III en 1165, hasta después de la conquista de Granada por los Reyes Católicos, fecha en la que fue incorporada a la Corona.



FIGURA 2. Escudo de Santa Cruz de Mudela.

En el año 1539, y ante el déficit económico que sufría la Corona, Carlos V vendió la encomienda de Mudela a D. Álvaro de Bazán « el Viejo», por la cantidad de 26.208.626 maravedís, y en el año 1569 Felipe II otorgó a su hijo el título de Marqués de Santa Cruz.

Santa Cruz de Mudela, dado su emplazamiento estratégico, tuvo una destacada intervención durante la Guerra de la Independencia siendo incendiado el sur de la villa por las

tropas francesas, al mando del General Dupont, en 5 de junio de 1808 el cual se volvió a reedificar en 1844.

Santa Cruz de Mudela se halla enmarcada geográficamente dentro de la Mancha baja, por tanto en tierras con una fisonomía de planicies ininterrumpidas, de tierra seca y pobre donde sus habitantes viven de la ganadería y la agricultura, en particular del cultivo de cereales y vides (5). Sin embargo, se distingue por tener, a distancia de unos ocho km., aislado en un pequeño llano, el paraje natural llamado «Las Virtudes» que se caracteriza por las amplias alamedas y las choperas que invitan al paseante a disfrutar de la tranquilidad que en él se respira, de las romerías que allí se celebran en 25 de abril para San Marcos y en 8 de septiembre para la Virgen de las Virtudes así como de las Ferias que tienen lugar en 7 de agosto (6).

Las Virtudes, en tiempos de la Reconquista, se convirtió en una avanzadilla del ejército cristiano impidiendo que los musulmanes, desde el Reino de Jaén, intentaran de nuevo la penetración hasta el interior de la Península.

En la villa, enclavada en la ruta de los «Caballeros y el Vino» o como dicen otros de la «Arquitectura y el Vino» (7), se pueden contemplar numerosas iglesias y ermitas entre las que destaca la iglesia parroquial de Nuestra Señora de la Asunción de estilo gótico-renacentista, declarada bien de interés cultural con categoría de Monumento, y «casas-palacios», adornadas de balcones enrejados y escudos nobiliarios en sus fachadas, pero es en el paraje natural «Las Virtudes» donde reside su mayor patrimonio histórico-cultural debido a que en él se levanta el Santuario de la Virgen de las Virtudes, que data de finales del siglo XIV y principios del siglo XV. La decoración del artesonado mudéjar y las pinturas de la cúpula y el camarín están atribuidas a Antonio Palomino, discípulo de Lucas Jordán, mientras que otras que decoran el camarín son debidas a Rafael de Infantes, pintor manchego del siglo XX.

Asimismo, anejo al santuario, se construyó en 1641 un coso tau-rino, la Plaza de Toros «Las Virtudes» que es la más antigua de España. En un principio debió utilizarse para alancear toros y celebrar torneos y no se celebraron corridas de toros hasta 1722. Es de estructura cuadrada típicamente manchega en la que se combina el rojo bermellón con el blanco del encalado. Su galería alta está for-

mada por una balaustrada con zapatas de madera y columnas de piedra de la época visigótica, que soportan la galería superior, a modo de palcos; parte que da al Santuario. Por Real Decreto 1443/1981, de 24 de abril, se declaró Monumento Histórico Artístico Nacional a ambos edificios.

Santa Cruz de Mudela destaca hoy en día no sólo por su actividad turística sino también por la cinegética ya que es una importante zona de caza de la perdiz roja, liebre, conejo, ciervo y jabalí así como por su industria cerámica y cuchillera. Todo lo cual ha contribuido al crecimiento de la villa.

Entre los hijos ilustres nacidos en Santa Cruz de Mudela destacan Antonio Senen Castro, Doctor en Farmacia y Catedrático de Historia Natural, que fue miembro de la Sociedad Española de Historia Natural (8) y Juan de Mata Castro y Cacho (1812-1900), Licenciado en Farmacia, que contribuyó a formar la Academia Malagueña de Ciencias y que en 1876 fue nombrado Académico de Número de la Real Academia de Medicina de Sevilla y más tarde de la Academia de Medicina de Murcia. En Sevilla ocupó los cargos de Preparador Químico de la Pirotecnia militar, Presidente del Colegio de Farmacéuticos y Subdelegado de Farmacia (9).

II. BAÑOS DE CERVANTES

No se conoce con exactitud cuál es el origen del Balneario Cervantes. Se cree que fue en 1737 cuando tres religiosos Camilos o Padres de la Buena Muerte, pertenecientes a la orden de clérigos regulares fundada por San Camilo de Lelis en Roma en 1584 y dedicados al servicio de los enfermos, con el Padre Tomás Sánchez a la cabeza y un lego, tomaron posesión a instancias, y bajo la protección del Marqués de Santa Cruz, del Lazareto de Jesús Nazareno, situado a la entrada de la villa de Santa Cruz de Mudela. Para el mantenimiento de la Orden y el Lazareto recibieron tierras de labor a 2 Km. de la villa para su explotación y por haber en ellas pozos comenzaron a utilizar sus aguas por las propiedades beneficiosas que éstas tenían para la salud. Parece ser que ya en el año 1770 existía un balneario que, como consecuencia de la Guerra de la Independencia, quedó muy deteriorado. En el año 1835 los Padres

Camilos dejaron Santa Cruz de Mudela, tras la desamortización de Mendizábal, pero para entonces ya estaba arraigada la costumbre de usar los baños entre los vecinos de Santa Cruz de Mudela y pueblos cercanos en una pequeña instalación que recibió el sobrenombre de «Balneario de los Agonizantes» en recuerdo de sus primeros mentores que atendían a los enfermos terminales que allí acudían a curarse.

El hecho de que se descubriera la existencia de una mina de antimonio en aquellas tierras hizo que el lugar tomara el nombre de «El Salobral» atendiendo a la naturaleza salobre del terreno. La mina fue explotada en el siglo XVIII y XIX por diversos vecinos de Santa Cruz de Mudela, entre ellos en 1774 por D. Francisco Laguna, en 1776 por D. Antonio Sancha y en 1829 por D. Sebastián del Peral (10). Según Pascual Madoz, cuando se agotó el mineral, que consistía en una veta de sulfuro de antimonio, este último propietario construyó «unos baños minerales, que son frecuentados por los vecinos y forasteros de los pueblos inmediatos, logrando en ellos la curación de sus dolencias por la gran virtud tónica de que están dotados».

Estas instalaciones recibieron el nombre de «Baños de El Salobral». De estas aguas medicinales también dio cuenta Riera afirmando «que aun cuando no están reconocidas oficialmente, es grande la afluencia de enfermos que para calmar sus dolencias á ellas acuden» (11).

II.1. Balnearios

Se han conocido en el lugar tres manantiales cuyas aguas han sido utilizadas con fines curativos.

II.1.1. Manantial «El Salobral»

Tiene su origen en un pozo de la Mina Bilbao sito en una finca llamada «Noria Blanca», de aguas bicarbonatadas sódicas. Se construyó un Balneario que funcionó clandestinamente y que a principios del siglo XX era propiedad de D. Melitón Fernández quien

además vendía las aguas de este pozo por las calles de Valdepeñas y Torrenueva en envases y a granel, por litros. El Balneario, conocido con el nombre de «La Salud», según el nº 18 del *Boletín de la Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia* de 31 de marzo de 1928, no «está declarado de utilidad pública, ni reúne condiciones de ninguna clase» por lo que fue denunciado como clandestino (Fig. 3).

Después de la Guerra Civil se intentó su reapertura calificándole como unos «baños de aseo y limpieza» cuyo uso se decía contribuía a la «normalización fisiológica de la respiración y secreción urinaria». En el año 1941 la Dirección General de Sanidad ordenó la clausura de sus instalaciones y el sellado del manantial por considerar absurdo que existiera una casa de baños de esta índole en pleno campo (12). Hoy no queda de sus instalaciones sino unas ruinas.

II.1.2. *Manantial Cervantes*

Tiene su origen en un pozo de la Mina Bilbao, conocido como Pozo de los Agonizantes ó Fuente Agria ó Charcones, sito en una finca conocida como «Noria del Antimonio», situada a unos 200 m. de los «Baños de La Salud». Sus aguas están reconocidas de utilidad pública para uso externo en baños por Real Orden del Ministerio de

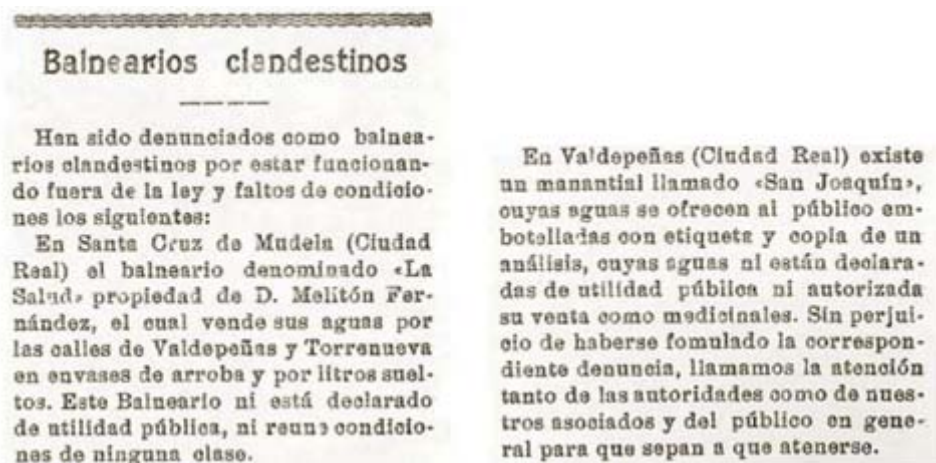


FIGURA 3. *Baños de la Salud declarados clandestinos en 1928.*

la Gobernación de 19 de junio de 1929 (13) y clasificadas como «Alcalinas-Bicarbonatadas-Ferruginosas» con efectos curativos en afecciones reumáticas, artrosis, contracturas, neuralgias y son empleadas asimismo para rehabilitación funcional.

Este Balneario estuvo funcionando clandestinamente ya que el reconocimiento de utilidad pública de sus aguas no significaba autorización para su apertura y funcionamiento mientras no dispusiera de dirección médica.

De este manantial se obtenían aguas de bebida que se distinguieron por su propietario, D. Benito Pérez Moreno con la marca «Aguas del Balneario Cervantes» que le fue concedida en 14 de agosto de 1930 e inscrita en el Registro de la Propiedad Industrial con el número 73.640, marca que compraría en 21 de mayo de 1942 el médico D. Anastasio Almarza Mazo. En la actualidad esta agua no se comercializa pero sí existe una fuente en las nuevas instalaciones y en el interior del Balneario a disposición de pacientes y visitantes (Fig. 4).



FIGURA 4. *Entrada al Balneario Cervantes, en la actualidad.*

II.1.3. *Manantial Villa Rosa*

Las aguas de este manantial emergen del Pozo Villa Rosa situado a unos 500 m. del Balneario Cervantes, en los terrenos de una finca llamada «Villa Gloria» (Fig. 5), finca conocida posteriormente como «Villa Rosa» por lo que sus aguas recibieron el nombre de «Aguas de Villarroza», según el Registro de la Propiedad, por Real Orden del Ministerio de la Gobernación de 9 de marzo de 1911, y más tarde de Villa Elena ó Santa Elena según Resolución de la Delegación Provincial de Industria y Trabajo de Ciudad Real de 7 de diciembre de 1999 (14).

Sus aguas fueron declaradas de utilidad pública por Real Orden del Ministerio de la Gobernación de 9 de marzo de 1911 (15) «sin permitir su uso al pie del manantial mientras el Establecimiento no esté dotado de todos los servicios y elementos necesarios» y nombrándose, por Real Orden de 6 de junio de ese año al Médico Direc-



FIGURA 5. *Entrada al Manantial Villa Rosa.*

tor del Cuerpo de Baños D. Eduardo Menéndez Tejo, para efectuar la visita de inspección y emitir el correspondiente informe. Las aguas estaban clasificadas como «Bicarbonatadas mixtas variedad litínicas y notablemente radiactivas» muy útiles para combatir trastornos digestivos.

El edificio de este Balneario apenas se mantiene en pie. Después de ser utilizado para envasar el agua de bebida, hoy es empleado como un simple almacén. En sus paredes interiores se aprecian todavía unas pinturas al fresco de estilo modernista.

Sus aguas de bebida se distinguieron por su propietario, D. Benito Pérez Moreno, con la marca «Aguas de Villarosa», probablemente en homenaje a su esposa, concedida en 14 de agosto de 1930 e inscrita en el Registro de la Propiedad Industrial con el n° 73.382, marca que compró D. Anastasio Almarza Mazo en 21 de mayo de 1942. Más tarde las propietarias D^a Amelia y M^a Carmen Moreno Moreno solicitaron la rehabilitación de la misma y en 21 de junio de 1943 la obtuvieron con el n° 73.862. Posteriormente el nuevo propietario D. Florencio López Saíz mantuvo la marca por concesión de 22 de mayo de 1956, registrada con el n° 304145, para distinguir esta agua minero-medicinal. Por entonces el agua de este Balneario se vendía en Valdepeñas, Tomillos y Alcázar de San Juan.

La marca, que podía adherirse en forma de etiqueta, utilizando cualquier color, aunque el empleado comúnmente fue el bermellón; a las botellas en que se envasaba el agua y de las cuales se conservan algunos ejemplares (Fig. 6). En la etiqueta se aprecia la reproducción de la escena de Don Quijote de la Mancha (Parte II, Capítulo XLVII. Comida en la Ínsula Barataria) que consta de dos figuras: Sancho sentado a la mesa y a su derecha y de pie el Dr. Pedro Recio de Agüero. Sobre la mesa un plato con un pollo, dos copas y una botella de Agua de Villarrosa. En la etiqueta figuran dos leyendas, una en la parte superior que dice «Agua Villarrosa (Balneario Cervantes)» y en la parte inferior «Excelente agua de mesa» (Fig. 7). Creemos que las aguas envasadas se han estado vendiendo hasta 1975 ya que la concesión de la marca era por veinte años y en ese año cambió la propiedad del Balneario.

En la actualidad estas aguas se han derivado hasta los jardines del Balneario Cervantes en un lugar cercano a su entrada principal



FIGURA 6. Botellas Agua Villarrosa.



FIGURA 7. Detalle de la etiqueta.

donde se ha levantado una fuente con la denominación de «Fuente de San Camilo» donde los residentes en el Balneario Cervantes pueden degustar esta agua minero-medicinal que es tan beneficiosa para la salud por sus propiedades digestivas y estomacales.

En consecuencia, hoy día las aguas de estos dos últimos manantiales se complementan y ayudan en la curación de las diversas enfermedades que padecen los agüistas (16).

III. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Al Balneario Cervantes, sito en un lindo paraje, de clima muy sano, se accede desde la población de Santa Cruz de Mudela como hemos dicho anteriormente, atravesando el paso de nivel de la línea férrea Madrid-Andalucía, en la margen izquierda de la carretera de Torrenueva, mediante el camino vecinal que parte a la altura de La Cerámica y Cantera La Lobera, con un recorrido de 1,100 Km. desde el desvío de la carretera.

Se encuentra emplazado en una situación geográfica que corresponde a 38° 39' 34,34» de latitud norte y 3° 26' 24,66" de longitud

oeste del meridiano de Greenwich. La altitud es de 735 m. sobre el nivel medio del mar en Alicante.

La temporada oficial en los años veinte del siglo pasado en que el Balneario estaba abierto, era de 1 de junio a 30 de septiembre y el Balneario contaba por entonces con un hotel de planta baja y principal, un edificio destinado a baños de planta baja y otro, llamado Casino, de dos pisos y dos grupos de casas a media agua con 22 habitaciones, cuadra y corrales. Se conservan los planos de la llamada entonces Hospedería «Cervantes».

En los años treinta del 15 de junio a 30 de septiembre y concretamente en 1931 sabemos que en sus instalaciones el Balneario contaba con tinas de mármol de Carrara para baños individuales y dos albercas destinadas una para baños de hombres y otra para baños de mujeres, hospedería, casas familiares y con personal para atender a los agüistas: médico, dos bañeras, dos operarios y un mecánico que a la sazón era el propietario D. Benito Pérez Moreno.

A partir de los años cuarenta la temporada oficial era del 15 de junio al 15 de septiembre. En estos últimos años el Balneario sufrió grandes transformaciones por las obras realizadas pues contó con dos piscinas de natación (17) y con hotel que ofrecía habitaciones amuebladas con derecho a cocina y habitaciones familiares, sin amueblar, con derecho a patio y cocina (18).

Sus instalaciones fueron renovadas en 1950 constando entonces de una galería de baños calientes, con pilas de mármol de estilo romano, equipos de chorros a presión, baño frío en piscina al aire libre de 20x10 m. y fuente para bebida. Además constaba de fonda para albergar a los pacientes durante la época de apertura del Balneario comprendida entre el 1 de julio al 30 de septiembre (6).

En el año 1993 se construyeron las instalaciones actuales y en el año 2002 el Balneario fue totalmente remodelado y ampliado (19). En la actualidad dispone de 1500 m² en que se distribuyen las distintas zonas para aplicación de las técnicas termales e hidroterápicas: baños de agua caliente mineromedicinal, chorros a presión, ducha circular, maniluvios, pediluvios y aerosoles. Tras las investigaciones llevadas a cabo por la Universidad de Castilla-La Mancha, se ha comenzado a aplicar las arcillas naturales del propio Balnea-

rio. Además de los peloides, recubrimientos de arcilla y parafangos, se utilizan: gimnasia, baños en piscina climatizada activa, baños de hidromasaje caliente-frío, baños de vapor y ducha escocesa, técnicas de presoterapia, rayos infrarrojos así como cabinas de estética para tratamientos faciales y corporales.

Para el alojamiento de los pacientes, el Balneario cuenta con un Hotel de nueva construcción, de estilo mozárabe-mudéjar cuyo edificio principal está totalmente climatizado y dispone de 32 habitaciones dotadas de baño completo, secador, tendedero, teléfono, televisión e hilo musical. Además alrededor de los jardines se distribuyen 53 bungalows que comunican con el edificio principal a través de galerías cubiertas. Los bungalows están dotados de un amplio salón, un dormitorio, cuarto de baño completo, secador, teléfono, televisión e hilo musical.

Las instalaciones se completan en el edificio principal con capilla, dedicada a San Camilo, comedor, piscina interior, gimnasio, pérgola, parque infantil, solarium, amplios jardines y piscina exterior. El conjunto renovado favorece que los enfermos realicen una verdadera cura de salud durante su estancia en el Balneario.

En la actualidad del antiguo edificio Balneario se conserva el destinado entonces a capilla donde hoy está ubicada la cafetería. Asimismo la zona dedicada a habitaciones familiares se está rehabilitando dotándola de una planta más al objeto de ampliar la capacidad hotelera.

IV. PROPIETARIOS

En 1906 era propietario D. Vidal Arés Toribio, vecino de Madrid, quien, según el médico Pedro Sanz, construyó un «amplio y sólido al par que elegante establecimiento con todas las condiciones de higiene y salubridad que la ciencia aconseja rodeado de parques y jardines, que hacen mas amena y distraida la estancia en este punto». Estaba rodeado de caseríos, viñas y olivares y cuando los vientos «reinan del Sur traen á este punto los balsámicos perfumes de la flora de Sierra Morena». Se disfruta en él de un clima «templado y sano (en) un panorama pintoresco y agradable».

Al fallecer D^a Vicenta Fernández-Cuevas Pérez, primera esposa de D. Vidal Arés Toribio, en 17 de marzo de 1921 queda éste como heredero único y universal y el título de propiedad pasa a su muerte a D^a Ventura Ponce Arés, su segunda mujer y vecina de Madrid, en 27 de septiembre de 1927. D^a Ventura, que había hipotecado el Balneario, lo vende en 1930 a D. Benito Pérez Moreno, vecino de Siguero (Segovia), quien pide un préstamo en 15 de enero de 1930 por el plazo de cinco años a D. Francisco Huertas González estableciendo una hipoteca sobre el Balneario. Fallecido éste en Carrión de Calatrava el 17 de diciembre de 1936, y adjudicada la herencia a su viuda, D^a Vicenta Izquierdo Portocarrero; D. Benito Pérez Moreno cancela la hipoteca en 9 de abril de 1941.

D. Benito Pérez Moreno, residente en 1942 en Madrid y casado con D^a Rosa López Vázquez, vende el Balneario en 21 de mayo de 1942 a D. Anastasio Almarza Mazo, médico casado con D^a Asunción Sedano Contreras, que habitaba en el Balneario. Este médico mantuvo dicha propiedad por poco tiempo puesto que lo vende a D^a Amelia Moreno Moreno, mayor de edad, y a su hermana Maria del Carmen Moreno Moreno, de 22 años, emancipada voluntariamente por su padre en 27 de junio de 1940; vecinas de Valladolid, en 5 de junio de ese mismo año quienes lo adquieren por mitad y proindiviso.

En 1956 debió producirse la venta por parte de estas hermanas a D. Florencio López Saíz, Licenciado en Ciencias y vecino de Madrid, quien en 1 de octubre de 1959 efectúa un contrato de arriendo a favor de D. Valentín García León, labrador natural y vecino de Santa Cruz de Mudela, por el tiempo de tres años que comprende las tierras de labor y anualmente respecto al transporte del agua del manantial Villarosa para su venta en Valdepeñas y Santa Cruz de Mudela, para recoger y facturar garrafas de esa agua y despacho de las mismas a particulares en el propio manantial. Entre otras contraprestaciones, se ofrece al arrendatario el derecho a habitar gratuitamente en la casa.

En 1975 la propiedad del Balneario pasó a D. Juan José Rodríguez Cano, en 1990 al Grupo B.O. Distribución, en 1996 a la Caja Rural Provincial y desde 1997 le gestiona la Sociedad Anónima Balneario Cervantes.

V. MÉDICOS DIRECTORES

El primero de que se tiene noticia es D. Pedro Sanz Ortulaza al que se debe la primera «*Memoria sobre las Aguas minerales de «Los Agonizantes»*» que firma en noviembre de 1906 y cuyo análisis químico fue practicado por el Doctor D. Enrique Ortega Mayor, del Laboratorio Municipal de Madrid en 12 de abril de 1906, dando como resultado que las aguas del Balneario podían calificarse como bicarbonatadas-mixtas-variedad litínica, radiactivas.

Según afirma Pedro Sanz eran innumerables las familias que, sin prescripción facultativa, usaban como bebida de mesa esta agua, en particular los «dispépsicos, hepáticos y nefríticos».

A principios de los años cuarenta era el médico D. Anastasio Almarza Mazo, que residía en Santa Cruz de Mudela, quien facilitaba información sobre el uso termal de las aguas del Balneario (17). En 1944 las informaciones eran facilitadas, fuera de temporada, por el médico Antonio Moreno Gil que residía en Valladolid (20). Este médico era el padre de las propietarias, las hermanas Moreno Moreno que, estando casado en segundas nupcias con D^a Mercedes Carrada Arranz, compró en 19 de noviembre de 1947 un terreno lindante con la casa del Balneario a D. Juan Antonio Lamo Roderó, por la cantidad de 275 pesetas.

En 1954 la dirección médica del Balneario estaba ejercida por D. José Galán García (21) quien continuó en la misma durante la década de los cincuenta y sesenta del siglo pasado (22) aunque hubo épocas en que el Balneario permaneció cerrado y al carecer de funcionamiento no necesitó médico director. Posteriormente ejercieron como médicos directores el Licenciado Ginés, D. Carlos Montiel y a partir de 1997 D^a Nieves Hurtado de Mendoza Rubio.

VI. PACIENTES

Se tiene noticia del número de bañistas que frecuentaban el Balneario Cervantes en sus primeros años de funcionamiento, tras ser reconocido como tal establecimiento Balneario: 117 en 1930, 206 en 1931; todos ellos de clase acomodada (23) mientras que en el año

1962, según los datos de la Dirección General de Sanidad, concurrieron 235 agüistas (24). No cabe duda que en los primeros años de la década de los sesenta del siglo XX se fue incrementando el número de agüistas pues el impuesto industrial que pagó el propietario por la actividad balnearia pasó de 20.100 pesetas en 1960 a 40.000 en 1964. No era mucho si se compara con la tasa fijada para los balnearios de Cestona y Lanjarón en esos mismos años que ascendía a un millón y medio y medio millón de pesetas respectivamente. Se valoraban entonces 10 días de tratamiento y 150 pesetas por persona y día.

En el Balneario se conservan hoy día dos libros en que se registraba a los agüistas (1960-1971) y a los que ocupaban las plazas hoteleras (1968-1990).

El Balneario Cervantes se encuentra desde el año 1998, entre las Estaciones Termales concertadas que participan en el programa de Termalismo Social que el INSERSO implantó en 1995 entre sus prestaciones para las personas de la tercera edad que lo precisan (25). En el programa para el año 2005 el Balneario Cervantes participa con 1585 plazas que se dedican a tratamientos reumatológicos y respiratorios (26) lo que supone un incremento respecto al año anterior de 665 plazas que se hallan disponibles once meses desde febrero a diciembre. Los pacientes además de la cura balnearia pueden tomar en bebida el agua del manantial «Villa Rosa» traída hasta la fuente que se halla frente a la puerta principal del Balneario y también la del manantial Cervantes traída hasta la fuente que se ha instalado en el interior del edificio en la zona nueva de aplicaciones termales.

FUENTES

ORALES: Los conocimientos aportados por D^a Dolores LLario Ciudad, Directora del Balneario Cervantes, y por el Responsable de mantenimiento del Balneario.

DOCUMENTALES: Manuscritas y Mecanografiadas del Archivo del Balneario Cervantes

BIBLIOGRAFÍA

- (1) <http://www.balneariocervantes.com/ubicacion.htm>
- (2) Tierras de Libertad. Pág. 31-33
- (3) <http://www.infolafis.com/historia.htm>
- (4) <http://www.groups.msn.com/isapi/fetch.dell>
- (5) SANZ GARCÍA, J.M^a (1975) Campo de Calatrava. Ciudad Real. En *Conocer España. Geografía y Guía*. Pamplona, Ed. Salvat S.A. Pág. 241-243
- (6) CRUZ CANTERO, J. (1986) *Guía de Estaciones Termales*. Madrid, Dirección General de Política Turística. Pág. 80-81
- (7) http://www.citelan.com/quixote/4ruta_19.html
- (8) PEDRO MORALES, J. (1996) *Santa Cruz de Mudela. Una realidad diferente*. Ciudad Real, impr. Provincial. Contracubierta posterior
- (9) ROLDAN GUERRERO, R. (1963) *Diccionario biográfico y bibliográfico de autores farmacéuticos españoles*. Tomo I. Madrid, Gráf. Valera S.A. Pág. 639-640
- (10) MADOZ, P. (1845 y 1847) *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus Posesiones de Ultramar*. Madrid, Est. Tip. de P. Madoz y L. Sagasti. Tomo II, pág. 342 y Tomo VI, pág. 424
- (11) RIERA Y SANS, P. (1886) *Diccionario geográfico, estadístico, histórico...de España y sus posesiones de Ultramar*. Barcelona, Impr. Librería del Heredero de D. Pablo Riera. Tomo IX. Pág. 525-526
- (12) FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, J.A. (1989) *Cien Fuentes de Castilla-La Mancha*. Toledo, Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Pág. 90-91
- (13) *Gaceta de Madrid* n° 171, 20-6-1929, pág. 1667
- (14) *B.O.E.* n° 88, 12-4-2000, pág. 5143
- (15) *Gaceta de Madrid* n° 78, 14-3-1911, pág. 785
- (16) *Balneario Cervantes* (1989) Folleto de la Temporada Oficial
- (17) *Guía Oficial de los Balnearios españoles y Aguas minero-medicinales 1942* (1942) Madrid, Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia. Pág. 95
- (18) *Guía Oficial de los Balnearios y aguas minero-medicinales de España 1944* (1944) Madrid, Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia y Grupo de Balnearios del Sindicato Vertical de Hostelería y Similares. Pág. 214
- (19) <http://www.balnearioscastillalamancha.com/cervantes/menu2d.htm>
- (20) *Opus cit. En 12*. Pág. 67-68
- (21) SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HIDROLOGÍA MÉDICA (1954) *Relación de Médicos Directores del Cuerpo de Baños y de Aguas minero-medicinales*. Madrid, impr. José Luis Cosano
- (22) *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica 3ª época* (1962) I, 1: 27
- (23) *Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica* (1931) XXXVIII, 12: 430-431
- (24) *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica 3ª época* (1962) I, 2: 31

- (25) INSTITUTO NACIONAL DE MIGRACIONES Y SERVICIOS SOCIALES.- Memoria del Programa de Termalismo Social (1998) *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 4^a época (1999) XIV, 1: 17-30
- (26) MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES (2005) Resolución de 15 de diciembre de 2004, del Instituto de Mayores y Servicios Sociales. *B.O.E.* n° 16, 19-1-2005, pág. 2133 y s.s.

Análisis físico-químico de las aguas de los manantiales del Balneario Cervantes

M^a ESPERANZA TORIJA ISASA, MERCEDES GARCÍA MATA,
M^a TERESA ORZÁEZ VILLANUEVA, M^a DOLORES TENORIO
SANZ, Y JOSÉ MANUEL DE PRÁDENA LOBÓN

*Departamento de Nutrición y Bromatología II. Bromatología.
Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.*

RESUMEN

En este trabajo se hace referencia a las características de las aguas del Balneario Cervantes, Manantiales «Villa Rosa» y «Pozo Bilbao», incluyendo los antecedentes analíticos y datos obtenidos más recientemente; por último se hace una clasificación de las aguas en función de sus características.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales.- Análisis físico-químico.- Balneario Cervantes.

ABSTRACT

Physico-chemical analysis of the minero-medicinal water of Cervantes Spa.

The physical and chemical characteristics of the Cervantes Spa waters have been analyzed in our laboratory. We have compared our results with those obtained by former researchers. Finally we have classified the Cervantes Spa waters according to the Spanish standards for this category of waters.

Key words: Minero-medicinal water.- physico-chemical analysis.- Cervantes Spa.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Ciudad Real, en la comarca de La Mancha, próxima a Valdepeñas se encuentra la localidad de Santa Cruz de Mudela, a cuyo término municipal pertenece el balneario Cervantes.

Próxima a esta zona se asentó la Orden de Calatrava, que da nombre a la comarca «Campo de Calatrava», que se caracteriza por sus terrenos con actividad volcánica. González Cárdenas y Gosálvez Rey (1), en un trabajo sobre hidrovulcanismo en el campo de Calatrava, dicen que la presencia de gases en el subsuelo ha dado lugar a fenómenos de emisiones excepcionales de CO₂, asociados a sondeos profundos. La cercanía de estos gases repercutirá en las características de las aguas del Balneario Cervantes.

González Cárdenas (2) comenta que los manantiales de estas tierras se caracterizan porque en sus aguas, en las que aparecen diversos elementos minerales (como el hierro) en cantidades importantes, y por su temperatura pueden incluirse dentro de la categoría de fuentes termales, que se conocen desde época romana y se han utilizado a lo largo del tiempo con fines terapéuticos. Este autor indica, además, que en las Relaciones Topográficas de Felipe II (1575), ya se mencionaban las «*fuentes agrias*» existentes en Bolaños, Puertollano (la más conocida) y Valenzuela. Añade que respecto a «las cosas notables y dignas que deben saberse», en una encuesta a los vecinos de Bolaños dicen: «... *tiene agua agria no se hace cuenta de la dulce para beber aunque la hay buena, a la parte del Oriente están las venas del hierro do dicen que viene agua agria, es maravilla que en este pueblo no hay hombre natural gordo son en extremo sueltos y no amigos de mucho vino, entiendo que debe ser por el agua tan gustosa*» y más adelante: «...*están dos fuentes que llaman hoy los Hervideros en el término del Pozuelo o Almagro junto al río Xabalón... (el agua) es aherrumbrada, tiene las mismas ampollas para arriba*».

En relación con la presencia de CO₂, debemos comentar que según IQB (3) en la región se localizan fuentes de aguas subterráneas que en algunos casos brotan con un alto contenido de anhídrido carbónico, por lo que se denominaron «*aguas agrias*»; tal es el caso de las aguas de «Hervideros de Fuensanta» «Villar del Pozo» o «Puertollano».

En el pasado y aún hoy, muchas de estas aguas se aprovecharon en forma de balnearios, en los que las aguas se utilizaban de diferentes formas, para uso externo o interno.

ORÍGENES

Como se describe en el capítulo de los Drs. Villanúa y Francés de esta Memoria, la existencia de las aguas del Balneario Cervantes se conoce desde el siglo XVII según consta en los Archivos de la Orden de los PP Camilos. En 1911 (Manantial Villarrosa) y en 1929 (Manantial de Baños) las aguas de los dos manantiales fueron declaradas de Utilidad Pública. A lo largo del tiempo las aguas de Villarrosa se han definido como *Bicarbonatadas, clorurado sódicas y radiactivas; bicarbonatadas mixtas*. Las de Baños, lo han sido como *Alcalinas, bicarbonatadas litínicas y ferruginosas* o simplemente *ferruginosas*. De forma general se ha dicho de ellas que son: *Bicarbonatadas, litínicas, radiactivas, alcalinas y ferruginosas. Bicarbonatadas, ferromanganosas, cloruradas, silicatadas y radiactivas*.

ANTECEDENTES ANALÍTICOS

Existe en el Balneario un valioso documento manuscrito del Dr. D. Enrique Ortega y Mayor (4), de 1906, en cuya portada consta lo siguiente: «*Análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas mineromedicinales de Santa Cruz de Mudela practicado en el Laboratorio químico, Carretas – 14 por el Dr. D. Enrique Ortega y Mayor*» (Figura 1). Dicho documento nos fue facilitado por Dña. Dolores Llarío Ciudad, Directora del citado Balneario Cervantes.

Según indica el mismo Dr. Ortega, D. Vidal Arés le encarga el análisis de las aguas mineromedicinales de Santa Cruz de Mudela, pero no refleja el nombre del manantial. Con tal motivo se trasladó a Santa Cruz de Mudela para realizar los análisis a pie de manantial y tomar las muestras necesarias para los que debían realizarse en el laboratorio de Carretas, 15.

En relación con las propiedades físicas dice: «*Tienen esta agua sabor fuertemente ácido, son diáfanas, incoloras e inodoras y enrojecen el tornasol*». Indica que la temperatura de las aguas es de 11°C y la temperatura exterior, el día 6 de enero, de 9°C. Continúa diciendo que: «*Cuando se las recoge en un vaso, se ven a poco tiempo numerosas burbujas adheridas a las paredes, en tanto otras suben a la superficie. Estas burbujas son de ácido carbónico que el agua contiene*

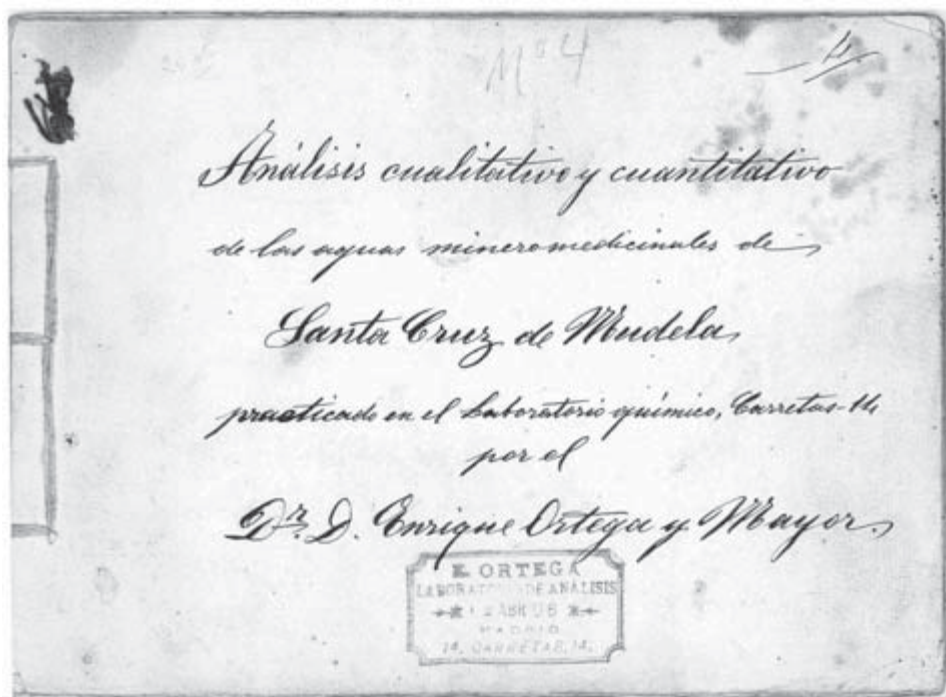
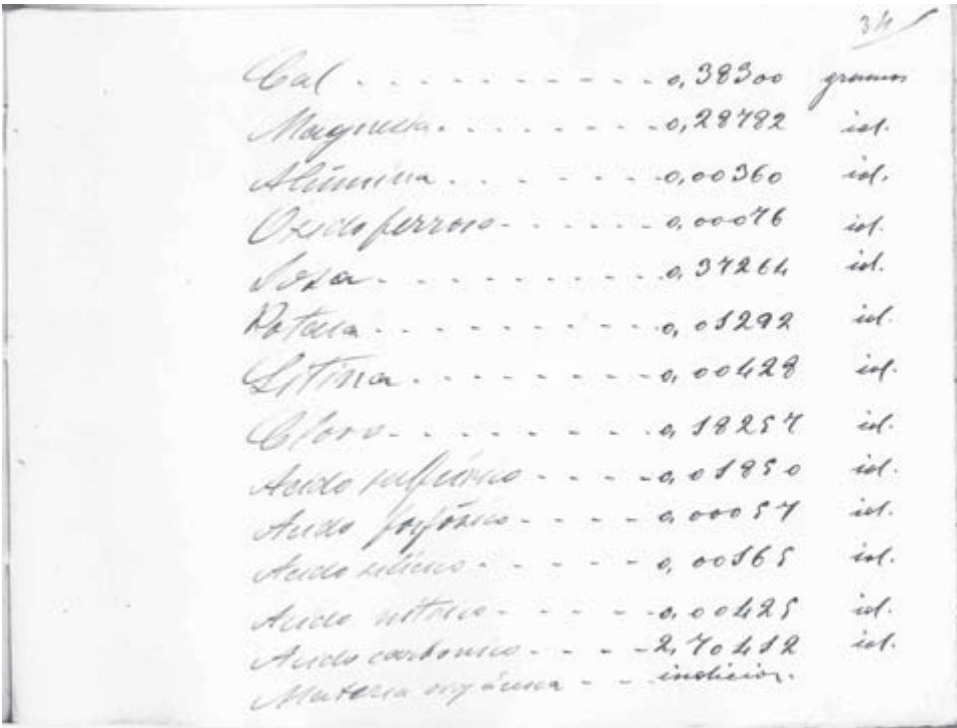


FIGURA 1. Portada del manuscrito del Dr. D. Enrique Ortega y Mayor (1906).

disuelto. Si se hierve el agua se produce un fuerte precipitado mucha parte del cual se adhiere fuertemente a las paredes de la vasija...». Indica que los gases que contiene el agua son CO₂ libre (859 c.c.), oxígeno y nitrógeno. En el laboratorio realiza análisis cuali y cuantitativos (Figura 2). Las clasifica como *radiactivas, bicarbonatadas mixtas variedad litínica*. Finalmente firma el documento en el que se recogen los datos, el día 12 de abril de 1906.

El mismo año, en el mes de noviembre, D. Pedro Sanz (5) (Médico) (que así figura), presenta una Memoria sobre las aguas minerales de «Los Agonizantes», en la que se incluyen datos de las aguas del manantial «... conocido con el nombre de «Fuente agria» o «Pozo de los Agonizantes» ... en terreno llano y fértil, rodeados de caseríos, viñas y olivares..., su historia y sus aplicaciones. La composición de las aguas que presenta es la obtenida por el Dr. D. Enrique Ortega Mayor en el estudio arriba mencionado. Se refiere a las propiedades físicas de la siguiente manera: «Observadas en el manantial antes de



Handwritten manuscript showing chemical analysis results. The table lists various elements and acids with their corresponding values and units. The values are written in cursive script.

Cal	0,38300	gramos
Magnesia	0,28482	id.
Alumina	0,00360	id.
Oxido ferrico	0,00076	id.
Soda	0,34264	id.
Potasa	0,05292	id.
Litina	0,00428	id.
Cloro	0,18254	id.
Acido sulfúrico	0,01850	id.
Acido fosfórico	0,00054	id.
Acido silícico	0,00568	id.
Acido nítrico	0,00428	id.
Acido carbónico	2,40412	id.
Materia orgánica	indistinta	

FIGURA 2. Resultados de los análisis en el manuscrito del Dr D. Enrique Ortega y Mayor (1906)

haber sido agitadas presentan una ligera coloración blanquecina, desprendiendo infinidad de burbujas gaseosas al ser movidas. Tomadas en un vaso de cristal se las vé claras y transparentes observándose que no forman sedimento cuando son embotelladas y tapadas convenientemente, pero perdiendo, como todas las alcalinas, parte de sus propiedades cuando son aireadas o conservadas sin las condiciones antes dichas, dando muchas veces lugar a que estallen las vasijas y despidan los corchos cuando no tienen la debida consistencia. Son completamente inodoras y su sabor es agradable».

En septiembre del año 1928, en el Instituto Provincial de Higiene, Brigada Sanitaria Provincial de Ciudad Real (6), se realiza un análisis de las aguas del Manantial Cervantes. Se especifica que es un «Análisis mineromedicinal de unas aguas» remitido por D. Benito Pérez y corresponden al Manantial Titulado «Cervantes». Define las

aguas como de «Sabor ácido ligeramente astringente, transparentes, aunque por la acción del tiempo se va formando un depósito de color pardo-rojizo debido a las sales de hierro y calcio que precipitan al desprenderse el ácido carbónico». El contenido de CO₂ libre es de 299 cc/l. De los elementos minerales, las cantidades por litro que citan son: Ca – 307,5 mg; Mg – 150,3 mg; Na – 128,5 y K – 49,5; para el Fe refieren 41 µg/l y se citan indicios de Li. En cuanto a aniones, dicen que los sulfatos son de 202,8 y los cloruros 139,5 mg/l. Definen a este agua como *alcalinas – bicarbonatadas – ferruginosas*.

En 1943 se establece en el Registro de la propiedad Intelectual la Marca (7). Más tarde, en febrero de 1956, se emite Certificado de Registro en el Registro de la Propiedad Intelectual – Marcas, con descripción de la marca y las siguientes inscripciones: «En la parte superior: AGUA VILLARROSA (Balneario Cervantes) y en la inferior: EXCELENTE AGUA DE MESA (como indicación del producto a registrar)» (Figura 3, tomada de un documento que se encuentra en el Balneario y facilitado por Dña. Dolores Llario Ciudad).



FIGURA 3. Marca con indicaciones del agua.

En la Figura 4 se pueden ver imágenes de las primeras botellas de agua del manantial Villa Rosa y en ellas, los datos analíticos corresponden a los obtenidos por el Dr. Ortega a principios de siglo.

En noviembre de 1945 se procede a su análisis, nuevamente, en el Instituto Provincial de Sanidad de Ciudad Real, Sección Análisis Higiénico – Sanitario (8). Se refiere al Manantial de «Villa Rosa» Santa Cruz de Mudela, remitido por la Jefatura Provincial de Sanidad. Indica, entre otros datos, que *«Efectuado el análisis de COMPROBACIÓN...»*, el contenido de CO₂ es de 699 cc y el residuo seco de 2320 (no especifica unidades, ni temperatura a la que se realizó el análisis). Al emitir Informe, comenta: *«Estudiados los resultados obtenidos en las aguas analizadas, estas pueden continuar clasificándose dentro del grupo en que lo están»*. Las firmas son ilegibles.

Se efectuaron otros análisis, algunos de los cuales se citan en el trabajo realizado por los Dres. San Martín y Valero que se incluyen en esta memoria, por lo que no vamos a incluirlos aquí. Citamos algún otro, como los de la Consejería de Sanidad de Ciudad Real (9) en 1998, correspondientes al «Manantial de Baños» y «Fuente San Camilo». El realizado en el centro de Análisis de Aguas AGMA (10) en el año 2003, correspondientes a Cervantes Mina, Cervantes Villa Rosa o San Camilo.



FIGURA 4. Algunas botellas de mediados del siglo XX del manantial Villa Rosa.

Los análisis efectuados por diferentes entidades se refieren a los manantiales con nombres distintos, lo que dificulta el estudio. La diversidad de denominaciones incluye el nombre dado a las fuentes en el BOE de 19 de diciembre de 2000, referente a la Comunidad de Castilla – La Mancha (11), en el que se hace referencia al perímetro de protección de dos captaciones pertenecientes al balneario Cervantes, denominadas, la primera, *Aguas de manantial Cervantes, reconocidas de utilidad pública en 1929*, destinadas a uso externo en baños del antes denominado balneario de El Salobral. La segunda, *Aguas del manantial Villa Elena o Santa Elena, reconocidas de utilidad pública en 1911, clasificadas como aguas bicarbonatadas mixtas litínicas radiactivas* con aprovechamiento para consumo humano, lo que nos hace pensar que este segundo manantial es el que se corresponde con Villa Rosa. (Este nombre, Santa Elena, aparece citado en el capítulo de los Dres. Villanúa y Francés).

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS

En el mes de septiembre de 2004 se procedió a visitar el Balneario Cervantes para realizar los análisis previos de las aguas de los manantiales que nos ocupan. Como se ha podido observar al referirnos a los antecedentes analíticos, llama la atención los distintos nombres que se han dado a los manantiales cuando se procedió a su estudio, por lo que más adelante definiremos claramente los nombres utilizados por nosotros.

Pudimos constatar que la zona en la que se encuentra ubicado el Balneario Cervantes es una zona rica en agua que aflora en distintos puntos más o menos próximos a las instalaciones del citado Balneario.

En la Figura 5 se muestra el plano de localización del Balneario (12). En ella se pueden ver dos puntos de interés, denominados por nosotros *Ferrocarril* y *Balsa*, cuyas aguas también se analizaron, por ver si se trataba del mismo acuífero, pero de cuyos datos sólo se incluyen algunos en esta memoria por no corresponder estrictamente a los manantiales del Balneario.

En nuestro caso, y ya desde el principio, debemos concretar que hay dos surgencias. La denominada Manantial Villa Rosa, que pos-

FIGURA 5. *Puntos de muestreo.*

teriormente corresponde, después de su conducción, a las fuentes de San Camilo o la propia fuente que existe dentro del balneario, destinadas a bebida. La segunda corresponde al denominado antiguamente Manantial de Baños o Pozo Bilbao, muy próximo al edificio del balneario y cuyas aguas se utilizan para uso externo.

Las tomas de muestra para los análisis de estas aguas se efectuaron en mayo y noviembre de 2005, aunque con anterioridad se realizaron los análisis previos. Los puntos (ver Figura 5) corresponden a las siguientes denominaciones:

Manantial Villa Rosa	Villa Rosa
Fuentes correspondientes a este Manantial	
Exterior al Balneario	San Camilo
Dentro del Balneario	Fuente
Manantial «Pozo Bilbao» (Manantial de Baños)	
Exterior al Balneario	Pozo Bilbao
Dentro del Balneario	Bañera

ANÁLISIS PREVIOS

En el mes de septiembre de 2004 se procedió a realizar unos primeros análisis que nos orientaran sobre la calidad de las aguas de los manantiales Villa Rosa y Pozo Bilbao.

La temperatura ambiente en este mes era del orden de 26°C, estando la del agua en torno a los 20°C. El pH próximo a 7,0 y la densidad del agua de Villa Rosa 1,0011 y la del Pozo Bilbao 1,0023.

En estos primeros análisis pudo verse claramente la importante cantidad de CO₂ que caracteriza a las aguas del Balneario Cervantes, ya que los valores eran superiores a 500 mg/l de CO₂. La cantidad total de sales, expresada como residuo seco fue superior a los 1000 mg/l y la conductividad a 20°C mayor de 2000 µS/cm. Por su parte la dureza, expresada en CaCO₃, también superó los 500 mg/l. Dentro de las sales, se observó la presencia en cantidad elevada de bicarbonatos, sulfatos y cloruros, que han definido y caracterizado estas aguas a lo largo del tiempo. Los principales elementos eran sodio y magnesio.

En lo referente a las características de contaminación, la oxidabilidad al permanganato (en torno a 3,5 mg O₂/l) y las sales nitrogenadas (nitratos en cantidad inferior a 3,0 mg/l, indicios de nitritos y ausencia de amonio) indicaron que se trataba de aguas de buena calidad, lo que se mantuvo en los análisis posteriores. En todos los casos, las cifras se encuentran por debajo del máximo señalado en el RD 140/2003 (13) para calidad de las aguas de consumo humano.

Por todo ello, en los análisis realizados a lo largo de 2005 se procedió a investigar más profundamente los parámetros de mayor interés.

MANANTIALES «VILLA ROSA» Y «POZO BILBAO»

En primer lugar comentaremos las características generales. La densidad de las aguas del manantial Villa Rosa es de 1,0011 y de las del Pozo Bilbao, de 1,0023. La turbidez del primero fue de – 1,0 FAU y la del segundo, de 12,0 FAU. La temperatura ambiente fue de alrededor de 28°C en el mes de mayo y de 15°C en noviembre.

En la Tabla 1 se recogen los valores obtenidos para temperatura y pH el agua y contenido de sales expresado como residuo seco, dureza y conductividad.

TABLA 1. *Características generales de las aguas de Cervantes*

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Villa Rosa</i>		<i>Fuente</i>	<i>Pozo Bilbao</i>		<i>Bañera</i>
		<i>Mayo 2005</i>	<i>Nov 2005</i>	<i>Nov 2005</i>	<i>Mayo 2005</i>	<i>Nov 2005</i>	<i>Nov 2005</i>
Temperatura del agua	°C	15,3	18,5	7,0	18,8	17,6	19,1
pH		7,56	7,5	6,63	7,68	6,68	6,61
Residuo seco	mg/l	2152,0	1892,0	1882,0	2204,0	1982,0	2122,0
Dureza total	mg/l (CaCO ₃)	1122,0	1398,0	880,0	1125,0	1372,0	1165,0
Conductividad eléctrica a 20°C	µS/cm	2413,0	2165,99	3446,23	2366,15	3475,11	3484,74

Según el CAE (14), las aguas cuya temperatura es inferior a 20°C permite considerarlas como frías, lo que se corresponde con las aguas estudiadas. Se aprecia una temperatura bastante menor en la Fuente del Balneario (7°C), lo que es lógico, ya que existe un enfriador. El pH permite clasificarlas como aguas alcalino - acídulas.

La cantidad total de sales, expresada como residuo seco (a 180°C), nos indica que son aguas de mineralización fuerte; Rodier (15) considera que aquellas aguas potables de uso doméstico cuyo residuo esté comprendido entre 1000 y 2000 mg/l son aguas de tipo medio-cre. Según el RD1164/1991 sobre aguas minerales naturales, actualmente RD 1074/2002 (16) sobre aguas de bebida envasadas, se las incluiría en aguas de mineralización fuerte.

Su conductividad, superior en todos los casos a 2000 µS/cm, indica que son aguas de mineralización excesiva si se tratara de aguas potables; no obstante, y más especialmente las del Pozo Bilbao y la Bañera, son destinadas a uso externo.

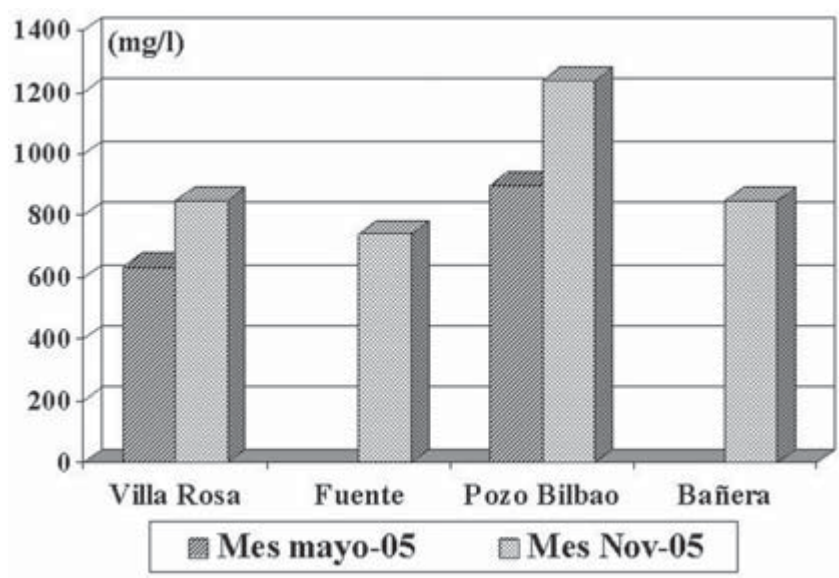
La menor dureza corresponde a las aguas de Villa Rosa en noviembre de 2005, pero en todos los casos fue superior a 800 mg

CaCO₃/l. Según Rodier (15) las aguas con más de 600 mg CaCO₃/l son difícilmente utilizables cuando se trata de aguas potables de uso doméstico. Casares *et al.* (17) por su parte, clasificarían estas aguas como muy duras. En alguno de los análisis consultados aparece la dureza expresada en Grados franceses (cg CaCO₃/l) En cualquier caso estas aguas podrían plantear problemas en las conducciones debido a su gran dureza.

En relación con los gases disueltos es de destacar la ausencia de oxígeno, frente a la importante cantidad de CO₂ característico de las aguas de la zona, que hace que se las denomine como «Agua agria» por los pobladores del entorno. En la Gráfica 1 se representa el contenido de CO₂ de las aguas en los diferentes análisis.

Según el RD 1074/2002 (16), son aguas aciduladas las que contienen más de 250 mg de CO₂/l, lo que ocurre en todas nuestras muestras. Se aprecia la disminución del CO₂ desde el manantial a la fuente de bebida o la Bañera, lo que es lógico dado que se va perdiendo en el recorrido.

En la Tabla 2 se incluyen los datos correspondientes a los aniones.



GRÁFICA 1. CO₂ en las aguas del Balneario Cervantes.

TABLA 2. *Aniones en las aguas de Cervantes.*

<i>Parámetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Villa Rosa</i>		<i>Pozo Bilbao</i>	
		<i>Mayo - 05</i>	<i>Nov - 05</i>	<i>Mayo - 05</i>	<i>Nov - 05</i>
Bicarbonatos	mg/l	1178,5	1190,3	1107,8	1068,7
Bromatos	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Carbonatos	mg/l	446,0	—	530,0	—
Cianuros	µg/l	< 5	< 5	< 5	< 5
Cloruros	mg/l	294,34	309,4	271,7	256,6
Fluoruros	mg/l	0,13	0,13	0,19	0,19
Nitratos	mg/l	2,6	2,0	2,5	2,0
Nitritos	mg/l	Indicios	Indicios	Indicios	Indicios
Sílice	mg/l	4,39	—	4,54	—
Sulfatos	mg/l	599,0	770,0	990,0	735,0

La cantidad de bicarbonatos fue en todos los casos superior a 1000 mg/l, lo que según RD 1074/2002 (16) permite incluirlas en el grupo de aguas (minerales naturales) bicarbonatadas. Existen carbonatos, debido a la importante cantidad de CO₂ característica de estas aguas.

Respecto a los cloruros, han sido superiores a 250 mg/l, lo que explica la denominación de cloruradas RD 1074/2002 (16). Según Rodier (15), la Reglamentación francesa y las normas americanas sugieren que las aguas potables deben contener menos de la cifra señalada, pero debemos recordar que este agua tienen un destino diferente.

Los sulfatos (599,0 – 990,0 mg/l), en cantidades mayores de 200 mg/l (RD 1074/2002 (16)), dan idea de que se trata de aguas sulfatadas, denominación con la que se las conoce desde antiguo, igual que las denominaciones clorurada y bicarbonatada. La presencia de sílice es mínima y a este respecto también se trata de un agua de buena calidad.

En la Tabla 3 se recogen los contenidos de cationes. En ella no se ha incluido el amonio porque en todas las ocasiones dio 0.

Destaca, fundamentalmente, la elevada cantidad de sodio y magnesio, también característicos de estas aguas. El calcio en aguas

TABLA 3. *Cationes en las aguas de Cervantes*

Parámetro	Unidades	Villa Rosa		Pozo Bilbao	
		Mayo 2005	Nov 2005	Mayo 2005	Nov 2005
Calcio	mg/l	319,2	272,0	304,0	294,8
Magnesio	mg/l	144,0	110,7	150,0	85,1
Potasio	mg/l	13,0	17,0	25,0	18,0
Sodio	mg/l	360,0	245,0	286,0	162,0

potables de buena calidad debe estar entre 100 – 149 mg/l, que correspondería a una dureza de 250 – 350 mg CaCO₃/l; si el calcio se encuentra por encima de 200 mg/l puede plantear problemas a la hora del uso del agua (15). Según la Directiva Comunitaria 80/777 (18) y el RD 1074/2002 (16), las aguas minerales naturales con un contenido de calcio superior a 150 mg/l son cálcicas, lo que se corresponde con las nuestras. Del mismo modo son magnésicas aquellas que tienen más de 50 mg/l de magnesio, que también es nuestro caso. El sodio por encima de 200 mg/l (RD 1074/2002 (16)), que hemos encontrado en casi todos nuestros análisis, da idea de que son aguas sódicas.

La Tabla 4 recoge los datos obtenidos para los elementos minerales minoritarios.

Es importante resaltar las diferencias encontradas para algunos elementos en las aguas de los manantiales Villa Rosa y Pozo Bilbao. Se trata de antimonio, hierro y manganeso, principalmente, aunque en menor medida también se observan para el plomo. Para los tres primeros, los contenidos son superiores en las aguas del Pozo Bilbao.

El hierro dio valores muy elevados en el Pozo Bilbao, especialmente en el mes de noviembre de 2005, lo que se observaba a simple vista en forma de una turbidez rojiza que puede aparecer en aguas cuyo contenido de hierro sea mayor de 50 mg/l. Según la cantidad encontrada y teniendo en cuenta que en el RD 1074/2002 (16) se indica que un contenido superior a 1 mg/l de hierro bivalente es el que hace que un agua mineral natural sea considerada ferruginosa, la correspondiente al manantial Villa Rosa no se podría considerar

TABLA 4. *Elementos minerales en las aguas de Cervantes*

<i>Parámetro</i>	<i>Unids.</i>	<i>Villa Rosa</i>		<i>Fuente</i>	<i>Pozo Bilbao</i>		<i>Bañera</i>
		<i>Mayo 2005</i>	<i>Nov 2005</i>	<i>Nov 2005</i>	<i>Mayo 2005</i>	<i>Nov 2005</i>	<i>Nov 2005</i>
Aluminio	µg/l	10,8	12,2	6,9	3,0	5,2	36,1
Antimonio	µg/l	8,0	9,8	9,8	240,0	91,7	87,7
Arsénico	µg/l	2,3	1,7	1,7	4,0	7,3	4,8
Boro	µg/l	< 0,1	0,70	0,1	< 0,1	0,1	0,1
Cadmio	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cobre	µg/l	18,0	25,0	173,0	9,0	84,0	7,0
Cromo	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hierro	µg/l	98,0	37,0	87,0	1172,0	3674,0	3250,0
Litio	µg/l	—	1,7	1,7	—	2,0	2,0
Manganeso	µg/l	34,0	4,0	4,0	760,0	754,0	687,0
Mercurio	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Níquel	µg/l	6,0	6,7	40,2	34,0	42,8	32,1
Plomo	µg/l	< 0,1	< 0,1	3,0	3,0	7,0	4,0
Selenio	µg/l	5,4	5,4	5,4	2,5	4,3	5,3
Zinc	µg/l	—	29,0	180,0	—	98,0	25,0

como tal y en el caso del Pozo Bilbao habría que realizar un estudio más profundo.

FUENTES Y BAÑERA

Se hicieron algunos análisis de las aguas de la Fuente San Camilo y la Fuente que está situada en el interior del Balneario, así como del agua destinada a uso externo en la muestra que denominamos Bañera.

En San Camilo: el pH fue de 7,2; el residuo seco de 1256,0 mg/l; la conductividad a 20°C, 2261,48 µS/cm y la dureza, 500 mg/l de CaCO₃. La oxidabilidad al permanganato de 3,53 mg O₂/l está dentro de los límites establecidos para aguas potables.

En lo que respecta a la Fuente que se encuentra en el interior del Balneario destaca (como ya dijimos más arriba) la baja temperatura,

debida al enfriador existente. El pH de la Fuente es de 6,63 siendo algo superior a 7,0 en San Camilo (análisis previos, 7,5).

El residuo seco y la dureza son elevados y de acuerdo al obtenido en Villa Rosa, aunque algo mayor en la Fuente del Balneario que en San Camilo, alcanzando en la Fuente una dureza de 1125 mg CaCO₃/l. Por su parte en la Bañera se alcanzó una conductividad de 3484,74 µS/cm y un residuo de 2122 mg/l de acuerdo, también, con el agua del manantial del que proceden manantial Pozo Bilbao.

El CO₂ en la Fuente es de 740,52 mg/l y en la Bañera 849,42 mg/l, en noviembre de 2005 (Gráfica 1), totalmente en concordancia con los manatales de origen, aunque algo menor que en ellos, como ya dijimos.

OTROS ANÁLISIS

Ya indicamos más arriba, que, aunque no son datos característicos de los manatales que nos ocupan, se hicieron unos análisis orientativos de las aguas que denominamos «Ferrocarril» y «Balsa», situadas fuera del Balneario aunque en su entorno (al otro lado de la vía del ferrocarril) (Figura 5) para conocer algo más las aguas de esta zona, dado su elevado contenido mineral.

La muestra que denominamos Ferrocarril procede de un pozo (se tomó en mayo de 2005) y la de la Balsa de un afloramiento (tomada en mayo y noviembre de 2005). En la primera se obtuvo una importante cantidad de CO₂ 1956 mg/l lo que se observaba claramente al tomar la muestra o una vez en el envase, por medio del desprendimiento de burbujas, tan bien descrito por el Dr. Ortega en 1906 (4).

En ambos casos se trata de aguas de elevada conductividad, de 2161,51 y 2599,11 µS/cm respectivamente, lo que está de acuerdo con el residuo seco de 1920 mg/l y una dureza de 1466,0 mg CaCO₃/l en Ferrocarril y con un valor medio de residuo de 1092,0 mg/l y de 655,2 mg CaCO₃/l en la Balsa. Los bicarbonatos son superiores en Ferrocarril (1367,1 frente a 235,7 mg/l en la Balsa) y los cloruros algo superiores en la Balsa (286,8 frente a 181,1 mg/l en Ferrocarril).

De los elementos minerales destaca un mayor contenido de Na y K en Ferrocarril y especialmente una cantidad muy superior de Fe

en esta muestra (611,0 mg Fe/l) frente a la correspondiente a la Balsa (92 mg Fe/l).

En conjunto, podemos decir que ambas son aguas de muy elevada concentración de sales y con un cierto parecido a las de los manantiales del Balneario.

CONCLUSIONES

Al estudiar las aguas de los manantiales Villa Rosa y Pozo Bilbao del Balneario Cervantes, podemos concluir que según el CAE se trataría de aguas frías, aciduladas por contener más de 250 mg CO₂/l; alcalinas por el predominio de iones sodio y bicarbonatos; amargas por el predominio de iones sulfato, sodio, magnesio y con sabor perceptible.

Según el RD 1074/2002 para aguas envasadas, sería un agua de mineralización fuerte. Acidulada por el contenido de CO₂. Por las sales, sería bicarbonatada, clorurada, sulfatada. Por los elementos minerales, serían aguas sódicas, cálcicas y magnésicas.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) GONZÁLEZ CÁRDENAS, M^a.E. Y GOSÁLVEZ REY, R.U. (2004) «Nuevas aportaciones al conocimiento del hidrovulcanismo en el Campo de Calatrava (España). VIII Reunión Nacional de Geomorfología. Toledo. 2006. <http://www.uclm.es/dep/geot/b2.htm>
- (2) GONZÁLEZ CÁRDENAS, M^a.E. (2006). Los volcanes. Los gases. 2006. <http://www.uclm.es/profesorado/egcardenas/gases.htm>
- (3) IQB. INSTITUTO QUÍMICO BIOLÓGICO. (2006) MEDCICLOPEDIA. Diccionario de Terminología Médica. <http://www.iqb.es>
- (4) ORTEGA Y MAYOR, E. (1906) «Análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas mineromedicinales de Santa Cruz de Mudela practicado en el Laboratorio químico, Carretas – 14 por el Dr. D. Enrique Ortega y Mayor».
- (5) SANZ, P. (1906) Memoria Sobre aguas minerales de «Los Agonizantes». Copia del original; documento mecanografiado.
- (6) INSTITUTO PROVINCIAL DE HIGIENE. (1928) Brigada Sanitaria Provincial de Ciudad Real Análisis mineromedicinal de unas aguas. Copia del documento mecanografiado.
- (7) REGISTRO PROPIEDAD INTELECTUAL-MARCAS. (1943) Copia del documento.

- (8) INSTITUTO PROVINCIAL DE SANIDAD. (1945) Ciudad Real. Sección de Análisis Higiénico-Sanitario. Análisis de Aguas Minero-Medicinales. Copia del documento original.
- (9) CONSEJERÍA DE SANIDAD. (1998) Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. Boletín de Análisis de Agua para consumo. Copia del documento original.
- (10) AGMA, S.L. (2003) Agua y Medioambiente Asesoría Industrial, S.L. Análisis ed Aguas. Granada.
- (11) COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CASTILLA-LA MANCHA. (2000) Anuncio de la Delegación Provincial de Industria y Trabajo de Ciudad Real de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha por el que se somete a información pública la solicitud de perímetro de protección del balneario Cervantes en término municipal de Santa Cruz de Mudela. BOE n° 303. 19 de diciembre de 2000.
- (12) AGMA, S.L. (2004) Inventario y Caracterización de puntos de agua. Agua y Medioambiente Asesoría Industrial, S.L. Granada.
- (13) REAL DECRETO 140/2003 BOE n° 45 de 21 de febrero de 2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- (14) CÓDIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL (1991) 6ªed. Madrid: Ed. Boletín Oficial del Estado. Colección Textos Legales.
- (15) RODIER, J. (1998) Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3ª ed. Ed. Omega Barcelona.
- (16) 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.
- (17) CASARES LÓPEZ, R.; GARCÍA OLMEDO, R.; VALLS PAYES, C. (1978) Tratado de Bromatología. 5ª ed. Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado. UCM. Madrid.
- (18) DIRECTIVA COMUNITARIA. (1980) 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.

Análisis de la radiactividad en aguas del Balneario Cervantes

JUAN PALOMARES LÓPEZ, MILAGROS POZUELO CUERVO
Departamento de Medio Ambiente (CIEMAT)

RESUMEN

Se ha realizado el estudio radiológico del agua de los manantiales del Balneario Cervantes: Mina Bilbao y Villa Rosa.

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 semidesintegración, series radiactivas.

ABSTRACT

Radioactivity analysis of Cervantes Spa waters

Radioactivity analysis of Cervantes 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 Mina Bilbao and spring water Villa Rosa.

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

El Laboratorio de Radiactividad Ambiental del Departamento de Medio Ambiente del CIEMAT ha realizado un estudio de la radiactividad en las aguas de los manantiales del Balneario Cervantes. 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 primogénicos, 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.

2.1. 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 (1)(2).

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.

2.2. 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 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 emisor alfa con un periodo de semidesintegración de $T_{1/2} = 138,4$ días. Se ha determinado por espectrometría alfa (8). La deposición electrolítica del mismo se realiza sobre un disco de plata de forma espontánea debido al diferente potencial redox existente entre los mismos. Para la cuantificación de la medida se utiliza un patrón interno de Po-209.

K-40

El K-40 es un emisor beta-gamma con un periodo de semidesintegración $T_{1/2} = 1.28 \times 10^9$ 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 lleva a cabo según el procedimiento normalizado (9), mediante destilación de la muestra y posterior medida por centelleo líquido.

3. CONCLUSIONES

1. Todos los radionucleidos que han sido determinados en las aguas por encima de los límites de detección son naturales: K-40 y los pertenecientes a las series radiactivas naturales del U-238, U-235 y Th-232.

2. Los niveles de radiactividad total encontrada en las aguas de los balnearios son muy bajos. En comparación con los encontrados en otros balnearios son los más bajos, solamente comparables a las de Blancafort, Alange y Cofrentes.

3. La escasa actividad detectada es fundamentalmente debida a miembros de la serie radiactiva natural del U-238.

4. Los valores encontrados para los índices de actividad alfa y beta total no superan los mencionados como niveles guía en el BOE del 20 de septiembre de 1990 para aguas potables.

5. El Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre, publicado el 20 de septiembre en el BOE y la Directiva Europea 98/83/EC de 4 de noviembre de 1998 sobre la calidad del agua para consumo humano no se aplican a aguas naturales mineromedicinales.

TABLA 1. *Resultados obtenidos en el estudio radiológico en las aguas del Balneario Cervantes.*

ANÁLISIS DE RADIATIVIDAD EN AGUAS DEL BALNEARIO CERVANTES		
TIPO DE ANÁLISIS	ACTIVIDAD Bq/l	
	MINA BILBAO	VILLA ROSA
ALFA TOTAL	0,086 ± 0,003	0,079 ± 0,003
BETA TOTAL	0,78 ± 0,05	0,34 ± 0,04
Ra-226	(16 ± 5) 10 ⁻³	(10 ± 7) 10 ⁻³
Rn-222	< 0,4	15 ± 1
Pb-210	< 9,22 10 ⁻³	< 11 10 ⁻³
Po-210	(2,1 ± 0,4) 10 ⁻³	(1,9 ± 0,5) 10 ⁻³
Th-232	(1,6 ± 0,7) 10 ⁻³	(1,1 ± 0,3) 10 ⁻³
Th-230	(4,4 ± 0,7) 10 ⁻³	(2,9 ± 0,4) 10 ⁻³
Th-228	(3,0 ± 0,6) 10 ⁻³	(1,6 ± 0,3) 10 ⁻³
U-238	(4,6 ± 0,6) 10 ⁻³	(38,2 ± 2,1) 10 ⁻³
U-235	(1,7 ± 1,2) 10 ⁻⁴	(1,6 ± 0,3) 10 ⁻³
U-234	(10,2 ± 0,9) 10 ⁻³	(59,6 ± 2,9) 10 ⁻³
K-40	< 1,92	4,9 ± 1,2
H-3	< 3,95	< 3,79

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Procedimiento para la determinación de la actividad alfa total en muestras de agua por precipitación. Procedimiento específico CIEMAT, PE-IA-LRA-08
- (2) Procedimiento para la determinación de actividad beta total en muestras ambientales de diversa naturaleza. Procedimiento específico UNE 73311-4
- (3) Procedimiento de determinación de emisores gamma en muestras ambientales. Procedimiento específico CIEMAT, PE-IA-LRA-07
- (4) Procedimiento para la determinación de Ra-226 y Ra-224 en aguas mediante separación radioquímica. Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-04.
- (5) Procedimiento para la separación radioquímica y determinación mediante espectrometría alfa de uranio en aguas. Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-09.
- (6) Procedimiento para la determinación de Th-230 en aguas. Procedimiento específico CIEMAT, PE-IA-LRA-09
- (7) Procedimiento para la determinación de Pb-210 en aguas. Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-05
- (8) Procedimiento para la determinación de Po-210 en agua superficial. Procedimiento específico CIEMAT, PR-X2-10.
- (9) Procedimiento para la determinación de Tritio en agua. Procedimiento específico CIEMAT, PE-IA-LRA-04.
- (10) Real Decreto 1138/1990 de 14 de septiembre, BOE de 20 de septiembre de 1990.

Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario Cervantes

M^a ÁNGELES MOSSO ROMEO, M^a CARMEN SÁNCHEZ
BELTRÁN, CARMINA RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ Y M^a CARMEN
DE LA ROSA JORGE

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

RESUMEN

Se han estudiado dos manantiales de aguas bicarbonatadas hipotermales Cervantes y San Camilo, utilizados en los tratamientos terapéuticos en el Balneario Cervantes, situado en Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real). Se tomaron muestras en tres épocas del año de los puntos de emergencia y de los tapetes microbianos formados a la salida de los manantiales. El agua muestra un número de microorganismos totales de 10^5 /mL, estando la mayoría vivos (97,1 %). El número de bacterias heterótrofas viables ha sido inferior a 100 ufc/mL y el de esporuladas menor de 5 ufc/mL. Las cepas de bacterias heterótrofas aisladas corresponden, en su mayoría, a bacilos Gram negativos (56,0%) y en menor proporción a bacilos Gram positivos (24,0%) y cocos Gram positivos (14,6%). Los principales géneros de bacilos Gram negativos identificados han sido: *Burkholderia*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Pseudomonas* y *Ochrobactrum*. Los cocos Gram positivos han sido *Staphylococcus* y los bacilos Gram positivos *Bacillus*. El manantial San Camilo tiene una mayor diversidad que el Cervantes. No se han encontrado indicadores fecales ni microorganismos patógenos. Se han detectado microorganismos proteolíticos, amilolíticos y amonificantes en número alto (10^4 /100 mL), sulfato reductores en número medio (10^2 /100 mL), celulolíticos, halófilos y hongos en número inferior a 20/100 mL. Los tapetes microbianos están formados por una asociación de algas verdes (*Cosmarium*), diatomeas, cianobacterias filamentosas (*Oscillatoria*, *Pseudanabaena*, *Spirulina*) y esféricas (*Gloeocapsa*) y bacterias fototrofas filamentosas.

Palabras clave: Manantiales bicarbonatados.-Aguas mineromedicinales.-Balneario Cervantes.-Microbiología.

ABSTRACT

Microbiology of the mineral spring of Cervantes Spa

The hypothermal carbonated spring waters from Cervantes and San Camilo mineral springs were studied. Waters from both mineral springs are used in the curative spa therapy at the Cervantes Spa located in the town of Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real). At three different seasons of the year, samples were collected both at the source and at the microbial mats formed where the spring waters emerge. The number of total microorganisms determined was $10^5/\text{mL}$, most of which were alive (97,1%). The number of heterotrophic viable bacteria and sporulated bacilli was lower than 100 cfu/mL and 5 cfu/mL, respectively. The majority of the isolated heterotrophic bacteria strains was Gram-negative bacilli (56,0%), while Gram-positive bacilli (24,0%) and Gram-positive cocci (14,6%) were found in lower percentages. The main genera of Gram-negative bacilli identified were: *Burkholderia*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Pseudomonas* and *Ochrobactrum*; while Gram-positive cocci belonged to the genus *Staphylococcus* and Gram-positive bacilli belonged to the genus *Bacillus*. Waters from San Camilo spring have shown greater microbial diversity than those from Cervantes spring. There were not detected faecal indicators neither were pathogenic microorganisms. On the other hand, proteolytic, amylolytic, and ammonifiers microorganisms were detected at a high number ($10^4/100 \text{ mL}$); sulphate-reducing bacteria at a medium number ($10^2/100 \text{ mL}$); cellulolytic and halophiles microorganisms and fungi were detected at a reduced number (lower than 20/100 mL). Finally, the analyzed microbial mats consist of an association of green algi (*Cosmarium*), diatoms, filamentous cyanobacteria (*Oscillatoria*, *Pseudanabaena*, *Spirulina*), sphaeric cyanobacteria (*Gloeocapsa*) and filamentous phototrophic bacteria.

Key words: Carbonated mineral springs.-Natural water.-Cervantes Spa.-Microbiology.

Respondió Sancho (...) he dormido en la dura tierra al cielo abierto (...) sustentándome con rajas de queso y mendrugos de pan y bebiendo aguas, ya de arroyos, ya de fuentes, de las que encontramos por esos andurriales donde andamos.

*El ingenioso hidalgo don Quijote de la Mancha
Parte II. Capítulo XXVIII.
Miguel de Cervantes*

INTRODUCCIÓN

El balneario Cervantes se encuentra ubicado en el término municipal de Santa Cruz de Mudela, al noroeste de la provincia de Ciudad Real, en un paraje denominado «El Salobral». Sus orígenes se remontan al siglo XVIII y en la actualidad se utilizan dos manantiales: «San Camilo», denominado antes «Villa Rosa» y «Cervantes», llamado antiguamente «de los agonizantes» que procede de un pozo de la mina Bilbao.

El manantial San Camilo se utiliza para agua de bebida mediante una fuente instalada en el parque que rodea al establecimiento del balneario. El agua emerge a una temperatura de 15,6°C, tiene un pH de 6,1 y se clasifica como bicarbonatada sódica, cálcica y carbogaseosa (1). El manantial Cervantes se usa para los tratamientos terapéuticos que se realizan en las instalaciones del balneario. La temperatura de emergencia del agua es de 17,5°C, el pH 6,6 y se clasifica como sulfatada, bicarbonatada, cálcica y magnésica (1). El primer análisis microbiológico de este manantial se realizó para gestionar el expediente de declaración de utilidad pública, por un organismo oficial de reconocido prestigio, como la Brigada Sanitaria de Ciudad Real (2).

El objeto del trabajo ha sido investigar la microbiota autóctona que tiene como hábitat las aguas de estos dos manantiales, con la finalidad de cuantificar y caracterizar su población. Los ecosistemas acuáticos por sus características específicas constituyen nichos ecológicos que favorecen el desarrollo de determinadas especies, el conocimiento de estos micro-hábitat nos ayudará a establecer la biología y la ecología de los mismos. El agua es un vehículo importante de transmisión de enfermedades, por lo cual también se han investigado los microorganismos patógenos que pudieran suponer un riesgo para la salud de los usuarios del balneario ya que el agua se utiliza en tratamientos terapéuticos tanto por vía oral como tópica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se tomaron muestras del agua en los puntos de emergencia de los dos manantiales, en los grifos de las bañeras, así como en la fuente de San Camilo. El manantial Cervantes tiene el punto de emergencia en la zona noreste del edificio balneario y se accede a éste por una entrada protegida del exterior por una tapa de hierro, situada sobre una superficie de obra a una altura de 1,5 metros del suelo (Figura 1). El agua se encuentra a una profundidad de 9-10 metros. Además de la muestra del pozo, se ha tomado otra a la salida de la conducción donde una bomba vierte el agua extraída del pozo en un antiguo aljibe, desde donde se distribuye a los baños. También se han tomado muestras del grifo de una de las bañeras.



FIGURA 1. *Manantial Cervantes. Punto de emergencia.*

El punto de emergencia del manantial San Camilo se encuentra situado a unos 500 metros del edificio del balneario dentro de una pequeña edificación rodeada por una tapia con una verja de hierro donde aún se puede leer el nombre antiguo del manantial «Villa Rosa». El brocal del pozo se encuentra protegido por una tapa de cristal, el agua se encuentra a una profundidad de 2 metros (Figura 2). La muestra se ha tomado en un grifo que hay junto al pozo. Desde este punto el agua se canaliza y se trata con radiaciones ultravioletas hasta una fuente clásica de chorro denominada de San Camilo, instalada en una edificación abierta en los jardines del balneario. La muestra de agua se ha tomado del grifo de la fuente.



FIGURA 2. Manantial San Camilo (izquierda) y punto de emergencia (derecha).

El muestreo se ha realizado en tres épocas del año: en otoño (17 de octubre de 2004), en invierno (8 de febrero de 2005) y en primavera (9 de mayo de 2005). En las tres ocasiones, se tomaron 2 muestras de agua de 1,5 litros, que se recogieron en recipientes estériles de plástico, los cuales se trasladaron a temperatura de refrigeración y en la oscuridad, al laboratorio, realizándose los análisis microbiológicos antes de las 24 horas.

Además se han tomado muestras de los tapetes microbianos que se desarrollan en la fuente de San Camilo, en la pared del vaso donde cae el agua y a la salida de la canalización del agua utilizada en los baños, que discurre al aire libre formando un pequeño riachuelo antes de verterse en un estanque.

Microorganismos totales y vivos

El recuento de microorganismos totales y vivos se ha realizado por la técnica de fluorescencia. Las muestras de agua se tiñeron durante 15 minutos con el «kit» de viabilidad bacteriana «BacLight Live/Dead» (Molecular Probes, Eugene, OR, USA), compuesto de dos colorantes con afinidad a los ácidos nucleicos, SYTO 9 y yoduro de propidio. El SYTO 9 colorea todas las células de verde y el yoduro de propidio penetra en las células que tengan dañada su membrana, tiñéndolas de rojo (3). Después de teñir la muestra se filtró a través de un filtro Nucleopore de 0,2 μm y se observó con objetivo de inmersión en un microscopio de epifluorescencia (Nikon). Seguidamente se cuantificó el número de células verdes (vivas) y rojas (muertas) presentes, en al menos 10 campos del microscopio, y se calculó el número de microorganismos totales y vivos por mililitro de muestra (4).

Bacterias heterótrofas aerobias viables y esporuladas

El recuento de bacterias viables se ha realizado por dos técnicas: filtración y dilución en placa, en los medios, agar recuento en placa (PCA) (5) y agar R₂A (6). La incubación se ha realizado a 22° C durante 5 días y a 37° C durante dos días. Para el recuento de bacterias esporuladas se calentó la muestra a 80°C, 10 min, sembrando por las mismas técnicas y medios descritos anteriormente, adicionados con 0,1% de almidón e incubando a las mismas temperaturas. Los resultados se expresaron como medias aritméticas de las unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/mL) de agua.

Microorganismos de interés sanitario

Se han utilizado los métodos oficiales de las aguas de bebida envasadas (7). Los recuentos de coliformes totales, coliformes fecales y enterococos, se han realizado por las técnicas del número más probable (NMP/100 mL) y de filtración, filtrando 100 mL de agua. Las esporas de *Clostridium* sulfito-reductores y *C. perfringens* se han determinado por el método de dilución en tubo, inoculando 100 mL

de agua. Se ha investigado la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Pseudomonas aeruginosa* filtrando 250 mL de agua. La detección de *Staphylococcus aureus* se ha realizado por la técnica de filtración, filtrando 250 mL de agua y depositando el filtro en caldo triptona soja y posteriormente aislando en agar Baird-Parker (5) e incubando a 37°C, de 24 a 48 horas. El estudio de *Legionella pneumophila* se ha hecho por la técnica de filtración descrita por Pelaz y Martin (8).

Microorganismos de interés ecológico

Las bacterias proteolíticas, amilolíticas, celulolíticas, amonificantes, nitrificantes y sulfato-reductoras, se determinaron por la técnica del número más probable (NMP), utilizando los medios descritos por Pochon y Tardieux (9) y el medio de Starkey (10) para las últimas, e incubando a 30°C durante 30 días. Los recuentos se han expresado como NMP de microorganismos por 100 mL de agua.

Los recuentos de las bacterias halófilas moderadas, actinomicetos y los hongos se han realizado por la técnica de filtración, utilizando agar halófilo con 15 % de cloruro sódico (11), agar para actinomicetos (Difco) y agar Sabouraud con cloramfenicol al 0,05 % (5), respectivamente. Las bacterias se incubaron a 30°C durante 5-7 días y los hongos a 24° C, durante 7 días. Los resultados se han expresado como unidades formadoras de colonias (ufc) por 100 mililitros de agua.

La investigación de las bacterias del hierro se hizo en el medio Duchon-Miller (glucosa y sulfato ferroso 10 mg por litro) y las bacterias que oxidan el azufre en medios con tiosulfato (12,13), incubando a 30°C, durante 15 días.

Identificación de microorganismos

Las cepas de bacterias 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 movi-

lidad (14). Además los bacilos Gram negativos no fermentadores se inocularon en las galerías API 20NE (bioMérieux), los bacilos Gram negativos fermentadores en API 20E (bioMérieux), los bacilos Gram positivos no esporulados en API Coryne (bioMérieux) y los cocos Gram positivos en API Staph (bioMérieux).

Las cepas bacterianas aisladas se han clasificado siguiendo los criterios taxonómicos del Manual de Bergey (15, 16, 17) y la nomenclatura del Comité Internacional de Sistemática Bacteriana (ICSB), publicada en el *International Journal of Systematic Bacteriology*.

Los hongos filamentosos se han identificado por la morfología de las colonias y las observaciones microscópicas de las hifas, esporangios y esporas, siguiendo los criterios de Pitt y Hocking (18).

Tapetes Microbianos

El estudio microbiológico de los tapetes microbianos se ha realizado por técnicas microscópicas, utilizando microscopios de campo claro, campo oscuro, contraste de fases y fluorescencia (Nikon).

Además se ha realizado la investigación, por cultivo, de las bacterias del hierro y las que oxidan el azufre utilizando los medios y condiciones de cultivo descritos anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados corresponden a la media aritmética de los valores obtenidos en las determinaciones microbiológicas de los tres muestreos efectuados en cada uno de los manantiales.

Microorganismos totales y vivos

El número de microorganismos totales fue semejante en los dos manantiales analizados, Cervantes y San Camilo, con un valor medio por mL de $4,4 \times 10^5$ y $3,2 \times 10^5$, estando la mayoría vivos 95,9 % y 98,3 %, respectivamente (Tabla 1). Estos resultados son similares a

los encontrados en otros manantiales de aguas minerales naturales (19) y mineromedicinales hipotermas (20, 21, 22).

TABLA 1. *Microorganismos totales y vivos (Nº/mL)*

<i>Microorganismos</i>	<i>Manantiales</i>	
	<i>Cervantes</i>	<i>San Camilo</i>
Totales	4,4 x 10 ⁵	3,2 x 10 ⁵
Vivos	4,2 x 10 ⁵	3,1 x 10 ⁵
%	95,9	98,3

Bacterias heterótrofas aerobias viables y esporuladas

En los puntos de emergencia de los dos manantiales, el número de bacterias heterotróficas y oligotróficas aerobias viables ha sido inferior a 100 ufc/mL (Tabla 2) y el de esporuladas inferior a 5 ufc/mL, lo que indica una buena protección de los manantiales. Estos valores son semejantes a los obtenidos en otros manantiales carbónicos (20) y bicarbonatados españoles (23). No se han observado diferencias en el número de bacterias obtenido en los distintos medios y temperaturas de incubación, debido a que en los ecosistemas subterráneos predominan las bacterias oligotróficas facultativas capaces de adaptarse a distintas concentraciones de sustratos orgánicos (24).

El agua utilizada para los tratamientos terapéuticos tanto en baños como en bebida presenta un número muy bajo de bacterias.

El recuento de bacterias viables ha sido inferior en dos a tres unidades logarítmicas, al de microorganismos totales. La selectividad de los medios de cultivo y las condiciones de incubación para el crecimiento de los microorganismos presentes en esos manantiales, hace que solo una pequeña proporción de los que se encuentran en las aguas sean cultivables (25). Diversos autores señalan estas diferencias, en los recuentos, cuando se analizan distintos tipos de aguas (26,27).

TABLA 2. Número de bacterias heterótrofas aerobias viables (ufc/mL)

Tª	Medio cultivo	Manantiales				Fuente
		Cervantes		Baño	San Camilo	
		P. emergencia Pozo	Conducción		P.emergencia	
22°C	PCA	20	1	20	49	2
	R ₂ A	14	13	32	85	12
37°C	PCA	96	1	6	24	6
	R ₂ A	26	2	7	12	1

En la tabla 3 se muestra el porcentaje de cepas identificadas en los dos manantiales. Se han aislado 75 cepas de bacterias heterótrofas de las cuales se han identificado 71 que corresponden a: bacilos Gram negativos 42 (56,0 %), bacilos Gram positivos 18 (24,0 %) y cocos Gram positivos 11 (14,6 %). En los manantiales han predominado los bacilos Gram negativos, encontrándose especies fermentadoras y no fermentadoras, lo que es característico de aguas minerales hipotermas (24,28). El manantial San Camilo tiene una gran biodiversidad presentando un número de especies diferentes mayor que el manantial Cervantes.

En el manantial Cervantes se han aislado en mayor proporción cepas de bacilos no fermentadores, principalmente la especie *Burkholderia cepacia*. Este microorganismo es frecuente en aguas minerales ya que es muy ubicuo y necesita muy pocos nutrientes para su desarrollo (21, 23,29).

En el manantial San Camilo han predominado las especies fermentadoras, *Aeromonas hydrophila* y *Serratia marcescens*. La especie *A. hydrophila* forma parte de la micropoblación autóctona de las aguas y se aísla con frecuencia en manantiales de aguas minerales (23, 30). Lo mismo sucede con algunas especies de Enterobacterias, no coliformes, como *S. marcescens* y *S. liquefaciens* (31). También se ha aislado la especie *Escherichia vulneris*, coliforme de origen no fecal, que se ha encontrado en aguas de bebida y coloniza conducciones y depósitos refrigerados, debido a la producción de biopelículas (32). Entre las especies no fermentadoras detectadas en este manantial destaca *Ochrobactrum anthropi* que utiliza una gran variedad de compuestos orgánicos y se ha aislado en otros manantiales (23, 33).

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

<i>Bacterias</i>	<i>Manantiales</i>	
	<i>Cervantes</i> (n° = 35)	<i>San Camilo</i> (n° = 40)
BACILOS GRAM -	54,4	57,5
Fermentadores	22,9	37,5
<i>Aeromonas hydrophila</i>	—	12,5
<i>Citrobacter spp.</i>	—	2,5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5,7	—
<i>Proteus spp.</i>	—	2,5
<i>Providencia rettgeri</i>	5,7	—
<i>Serratia liquefaciens</i>	2,9	5,0
<i>Serratia marcescens</i>	8,6	10,0
<i>Escherichia vulneris</i>	—	2,5
<i>Enterobacter spp.</i>	—	2,5
No fermentadores	31,5	20,0
<i>Acinetobacter baumannii</i>	—	5,0
<i>Burkholderia cepacia</i>	22,9	5,9
<i>Ochrobactrum anthropi</i>	—	7,5
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	5,7	2,5
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2,9	—
BACILOS GRAM +	31,4	17,5
<i>Bacillus spp.</i>	11,4	5,0
<i>Clostridium spp.</i>	14,3	5,0
<i>Corynebacterium aquaticum</i>	2,9	—
<i>Corynebacterium spp.</i>	—	7,5
<i>Rhodococcus spp.</i>	2,9	—
COCOS GRAM +	11,5	17,5
<i>Micrococcus spp.</i>	2,9	2,5
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	—	2,5
<i>Staphylococcus warneri</i>	—	2,5
<i>Staphylococcus xylosus</i>	5,7	2,5
<i>Staphylococcus spp.</i>	2,9	7,5
No identificadas	2,9	7,5

También se han encontrado cepas de bacilos Gram positivos esporulados, de los géneros *Bacillus* y *Clostridium* y bacilos irregulares no esporulados de los géneros *Corynebacterium* y *Rhodococcus* (Tabla 3). Estas bacterias pueden proceder del aire y del suelo de donde pasan al agua y han sido aislados en aguas minerales naturales por diversos autores (21, 23, 24, 34).

Los cocos Gram positivos se encuentran en baja proporción en ambos manantiales y corresponden en su mayoría al género *Staphylococcus*. Estas bacterias están en el ambiente y pueden llegar a los manantiales a través del aire, el suelo y la lluvia (24) Otros investigadores han señalado su presencia en aguas minerales naturales y mineromedicinales (21, 22, 23, 34).

Microorganismos de interés sanitario

En los análisis realizados, tanto en los puntos de emergencia de los manantiales como en los baños y agua de bebida de la fuente de San Camilo, no se encontraron indicadores fecales (*Escherichia coli*, enterococos y *Clostridium perfringens*) en 100 mL de agua, por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano (35). En ninguna muestra se han detectado bacterias patógenas (*Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* y *Staphylococcus aureus*) en 250 mL de agua.

Se han detectado coliformes totales y esporas de *Clostridium* sulfito-reductores, en número muy bajo, menos de 10/100 mL de agua, en los puntos de emergencia de los dos manantiales. Estos microorganismos no se consideran indicadores de contaminación fecal en las últimas normativas de las aguas de bebida (35, 36), debido a que proceden del suelo y desde éste pueden pasar a las aguas subterráneas.

Microorganismos de interés ecológico

Las comunidades microbianas autóctonas de las aguas naturales participan en los ciclos biogeológicos transformando los com-

puestos para proveer de nutrientes a otros organismos de la comunidad lo que contribuye al mantenimiento del equilibrio biológico en el ecosistema, además estas actividades les permiten llevar a cabo una autodepuración de posibles contaminantes orgánicos (24).

En el punto de emergencia del manantial Cervantes se han detectado bacterias proteolíticas, amilolíticas y amonificantes en número alto ($10^4/100\text{ mL}$) y sulfato reductoras en número medio ($10^2/100\text{ mL}$) (Tabla 4). En el manantial San Camilo también se han detectado bacterias proteolíticas en número alto, mientras que las bacterias amilolíticas y sulfato-reductoras se han encontrado en número medio y las amonificantes en número bajo. En ambos manantiales los microorganismos celulolíticos y halófilos están en número inferior a $10/100\text{ mL}$.

TABLA 4. Número de microorganismos de interés ecológico.

Microorganismos	Manantiales	
	Cervantes	San Camilo
NMP/100 mL		
Proteolíticos	$2,4 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$
Amilolíticos	$2,4 \times 10^4$	$4,6 \times 10^2$
Amonificantes	$2,4 \times 10^4$	3,6
Celulolíticos	3,0	3,0
Sulfato reductores	$2,4 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$
ufc/100 mL		
Halófilos	10,0	5,0
Hongos	14,0	19,0

Las bacterias proteolíticas y amilolíticas aisladas de estos manantiales pertenecen, principalmente, a los géneros *Burkholderia*, *Serratia*, *Aeromonas* y *Bacillus*. En aguas dulces se ha encontrado que un número alto de bacterias que hidrolizan la gelatina indica una buena calidad del agua (37). Estas bacterias corresponden a bacilos aerobios Gram negativos y Gram positivos esporulados, lo que está de acuerdo con nuestros resultados. Las bacterias amilolíticas están ampliamente distribuidas en la naturaleza y corresponden a especies

mesófilas y termófilas muy diversas (38). Esta diversidad se ha encontrado en manantiales mineromedicinales hipo, meso e hipertérmicos españoles (23, 39, 40).

Las bacterias amonificantes aisladas en estas aguas son bacilos Gram negativos de los géneros *Aeromonas*, *Pseudomonas* y *Acinetobacter*. Estas bacterias del ciclo del nitrógeno son esenciales en los hábitats acuáticos ya que degradan la materia orgánica (41).

Las bacterias sulfato-reductoras pertenecen a los géneros *Clostridium*, *Desulfovibrio* y *Desulfococcus*. Estas bacterias que intervienen en el ciclo del azufre, son frecuentes en manantiales ricos en sulfatos y sulfuros (40, 42).

En estos manantiales se han identificado bacterias halófilas facultativas del género *Staphylococcus* que también han sido descritas en otros manantiales hipotérmicos (21,22, 39).

En ambos manantiales no se detectaron bacterias nitrificantes, oxidantes del azufre, del hierro ni actinomicetos.

Se han aislado hongos filamentosos en un número muy pequeño (<20/100 mL) que pertenecen a los géneros *Penicillium*, *Acremonium*, *Mucor* y *Aureobasidium* (Tabla 4). Los hongos son microorganismos muy ubicuos pero en aguas subterráneas están en número bajo o no se detectan (24), sin embargo, diversos autores los han encontrado en manantiales de aguas hipotérmicas (22, 39), en aguas minerales envasadas (43) y en aguas subterráneas de consumo público (44). Algunos de estos géneros han sido aislados en manantiales minero-medicinales españoles (23,40).

Los microorganismos celulolíticos detectados corresponden a mohos de los géneros *Mucor* y *Acremonium*. La capacidad de degradar la celulosa por enzimas extracelulares la poseen muchas especies de mohos (45) como los encontrados en estas aguas.

Tapetes microbianos

En ambientes acuáticos es frecuente la formación de biotapetes adheridos a superficies que también se han encontrado en manantiales minerales de aguas frías (21) y térmicos (40, 46). Están forma-

dos por comunidades microbianas complejas, dependiendo de las características físico-químicas ambientales (luz, oxígeno, temperatura, pH y composición química del agua). Estos tapetes están formados por asociaciones entre microorganismos filamentosos (algas y cianobacterias) entretejidos y otros organismos unicelulares (diatomeas, algas verdes, protozoos y bacterias) ya que de esta forma se favorece el aporte de nutrientes.

El tapete microbiano epilítico que se desarrolla en la fuente de San Camilo, es de color verde oscuro y marrón terroso en la parte inferior, gelatinoso y de consistencia media (Figura 5). Está compuesto por una gran diversidad de diatomeas (*Navicula*, *Fragilaria*, *Cymbella*), cianobacterias filamentosas tipo *Oscillatoria* y esféricas como *Gloeocapsa*. En menor proporción se encuentran algas verdes unicelulares esféricas (*Chlorococcum*) y tetraédricas (Figura 3 y 4).

El tapete del manantial Cervantes está constituido por tres capas y tiene una estructura consistente. La capa superior es de color verde, la intermedia marrón y la inferior negra. La parte superior esta formada por algas verdes, tipo *Cosmarium* y diatomeas, de distintas morfologías, así como cianobacterias filamentosas (*Oscillatoria* y *Pseudanabaena*) y bacterias fototrofas filamentosas (*Chloroflexus*) (Figura 5). En la zona intermedia marrón disminuyen las

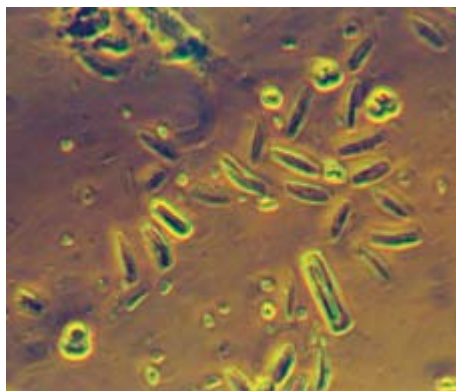


FIGURA 3. Diatomeas, *Chlorococcum* y *Gloeocapsa*. Observaciones por microscopía de contraste de fases. Objetivo 20X.

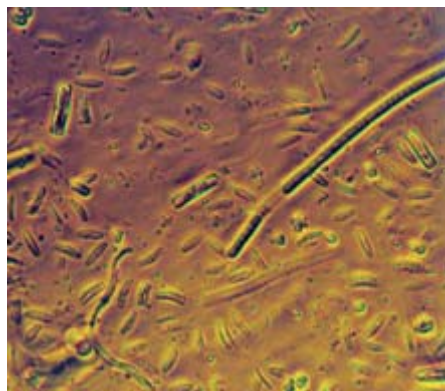


FIGURA 4. Diatomeas y *Oscillatoria*. Observaciones por microscopía de contraste de fases. Objetivo 20X.

algas verdes y aparecen cianobacterias en forma de espiral (*Spirulina*) y en cadenas de células esféricas (*Nostoc*) (Figura 6). En la zona inferior se observan cianobacterias filamentosas (*Pseudanabaena*) junto con un gran número de las bacterias que reducen los sulfatos.

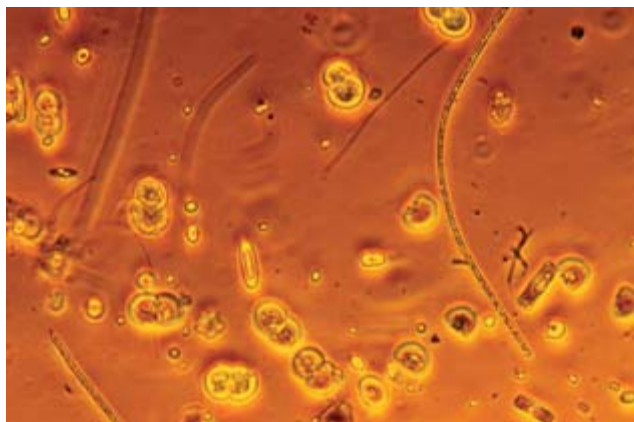


FIGURA 5. Algas verdes (*Cosmarium*), diatomeas y cianobacterias. Observaciones por microscopía de contraste de fases. Objetivo 20X.



FIGURA 6. Cianobacterias (*Spirulina*). Observaciones por microscopía de contraste de fases. Objetivo 40X.

Las algas conjugadas tipo *Cosmarium* y las diatomeas están ampliamente distribuidas en las aguas dulces donde juegan un importante papel en la cadena trófica ya que forman parte del plancton (47). Las cianobacterias *Spirulina* y *Pseudanabaena* se encuentran en la zona inferior del tapete, en condiciones anóxicas, donde las bacterias sulfato reductoras producen sulfhídrico que favorece su desarrollo (48).

En el cultivo de ambos tapetes en medios con tiosulfato sódico se han detectado unas bacterias de gran tamaño y forma irregular que forman agregados, debido a la producción de un polisacárido. También se han encontrado bacterias filamentosas que oxidan el azufre (*Thiothrix*) al igual que en otros manantiales minerales (21). En el cultivo de las bacterias del hierro se han observado bacterias fila-

mentos que forman precipitados de óxidos y sulfuros de hierro y manganeso (*Sphaerotilus* y *Leptothrix*) (Figuras 7 y 8).

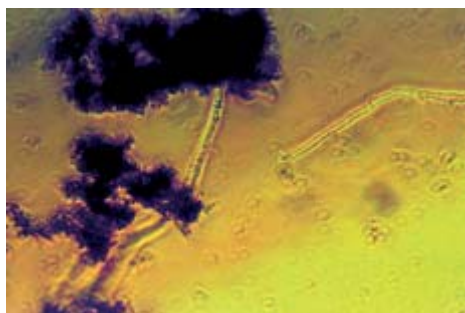


FIGURA 7. Bacterias del hierro (*Sphaerotilus*). Observaciones por microscopía de contraste de fases. Objetivo 20X.

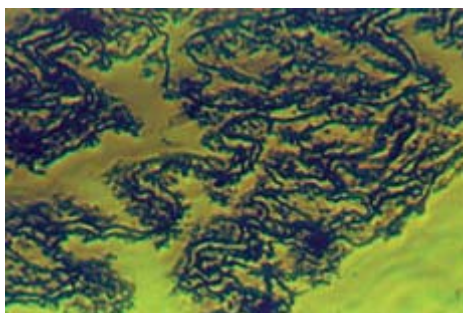


FIGURA 8. Bacterias del hierro (*Leptothrix*). Observaciones por microscopía de contraste de fases. Objetivo 20X.

CONCLUSIONES

Los manantiales Cervantes y San Camilo presentan un número bajo de bacterias viables y esporuladas, lo que indica un correcto perímetro de protección. Desde el punto de vista sanitario, no contiene indicadores fecales ni microorganismos patógenos por lo que cumplen con la normativa de aguas de consumo humano. La micro-población autóctona está constituida principalmente por bacilos Gram negativos fermentadores y no fermentadores, característica de manantiales hipotermales. El manantial San Camilo presenta una mayor diversidad microbiana.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ANÓNIMO (2004) Vademécum de las aguas mineromedicinales españolas. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
- (2) ANÓNIMO (1929) Gaceta de Madrid 171, 20 de junio de 1929. Pag: 1167.
- (3) RAMALHO, R.; CUNHA, J.; TEIXEIRA, P. AND GIBBS, P. (2001) Improved methods for the enumeration of heterotrophic bacteria in bottled mineral waters. *J. Microbiol. Method.* 44: 97-103.
- (4) BOULOS, L. ; PRÉVOST, M. ; BARBEAU, B. ; COALLIER, J. AND DESJARDINS, R. (1999) LIVE/DEAD BacLight : 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) ANÓNIMO (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater 20th edition. American Public Health Association. Washington.
 - (6) REASONER, D.J. AND GELDREICH, E. (1985) A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. *Appl. Environ. Microbiol.* 49: 1-7.
 - (7) 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.
 - (8) PELAZ, C. Y MARTIN, C. (1993) Legionelosis. Datos de España, diagnóstico de laboratorio y control en instalaciones de edificios. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
 - (9) POCHON, J. ET TARDIEUX, P. (1956) Techniques d'analyse en microbiologie du sol. De la Tourelle. St. Mandé (Seine).
 - (10) RODINA, A.G. (1972) Methods in aquatic microbiology. University Park Press. Baltimore.
 - (11) ANÓNIMO (2001) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 14th edition. American Public Health Association. Washington.
 - (12) STANIER, R.; ADELBERG, E. AND INGRAHAM, J. (1984) Microbiología. Reverté. Barcelona.
 - (13) DAS, S.K.; MISHR, A.K.; TINDALL, B.J.; RAINEY, F.A. AND STACHEBRANDT, E. (1996) Oxidation of thiosulfate by a new bacterium, *Bosae thiooxidans* (strain BI-42) gen. Nov., sp. Nov.: Analysis of phylogeny based on chemotaxonomy and 16S ribosomal DNA sequencing. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 46: 981-987.
 - (14) BARROW, G.I. AND FELTHAM, R.K.A. (1993) Cowan and Steel's. Manual for the identification of medical bacteria. Cambridge University Press. Cambridge.
 - (15) KRIEG, R. AND HOLT, G. (1984) Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. Vol. I. Williams & Wilkins. Baltimore.
 - (16) SNEATH, P.H.A.; MAIR, N.S.; SHAPE, M. AND HOLT, J. (1986) Bergey's Manual of Sistematic Bacteriology. Vol. II. Williams & Wilkins. Baltimore.
 - (17) HOLT, J.G.; KRIEG, N.; SNEATH, D.; SLALEY, J. AND WILLIAMS, S. (1994) Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Williams & Wilkins. Baltimore.
 - (18) PITT, J.L. AND HOCKING, A.D. (1997) Fungi and food spoilage. Blackie Academic & Professional. London.
 - (19) URMENETA, J.; NAVARRETE, A. AND SANCHO, J. (2000) Isolation and identification of autochthonous microbiota from a granitic aquifer and its variation after the bottling process. *Current Microbiol.* 41: 379-383.
 - (20) MOSSO, M.A.; DE LA ROSA, M.C.; DÍAZ, F.; VIVAR, C. Y MEDINA, M.R. (1990) Microbiología del manantial de aguas mineromedicinales de Alange. Monografía n° 16. Real Academia de Farmacia. Pag: 28-40.
 - (21) DE LA ROSA, M.C.; MOSSO, M.A.; PRIETO, M.P. Y ULLÁN, C. (1999) Microbiología del manantial mineromedicinal de Carratraca. *Anal. Real Acad. Farm.* 65: 439-456.
 - (22) DE LA ROSA, M.C.; MOSSO, M.A. Y PRIETO, M.P. (2001) Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario «El Paraíso» de Manzanera (Teruel). *Anal. Real Acad. Farm.* 67: 173-183.

- (23) DE LA ROSA, M.C.; ANDUEZA, F.; SANCHEZ, M.C.; RODRÍGUEZ, C. Y MOSSO, M.C. (2004) Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. *Anal. Real Acad. Nac. Farm.* 70: 521-542.
- (24) LECLERC, H. AND MOREAU, A. (2002) Microbiological safety of natural mineral water. *FEMS Microbiol. Rev.* 26: 207-222.
- (25) BYRD, J.J.; XU, H.S. AND COLWELL, R.R. (1991) Viable but nonculturable bacteria in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 875-878.
- (26) GASOL, J.M.; ZWEIFEL, U.; PETERS, F.; FUHRMAN, J.A. AND HAGSTRÖM, A. (1999) Significance of size and nucleic acid content heterogeneity as measured by flow cytometry in natural planktonic bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 65 : 4475-4483
- (27) LEPEUPLE, A.S.; GILOUPPE, S.; PIERLOT, E. AND DE ROUBIN, M.R. (2004) Rapid and automated detection of fluorescent total bacteria in water samples. *Int. J. Food Microbiol.* 92: 327-332.
- (28) MOSSO, M.A.; DE LA ROSA, M.C.; VIVAR, C. AND MEDINA, M.R. (1994) Heterotrophic bacterial populations in the mineral waters thermal springs in Spain. *J. Appl. Bacteriol.* 77: 370-381.
- (29) ZANETTI, F.; DE LUCA, G. AND STAMPI, S. (2000) Recovery of *Burkholderia pseudomallei* and *B. cepacia* from drinking water. *Int. J. Food Microbiol.* 59: 67-72.
- (30) CROCI, L.; DI PASQUALE, S.; CROZZI, L. AND TOTI, L. (2001) Behavior of *Aeromonas hydrophila* in bottled mineral waters. *J. Food Prot.* 64: 1836-1840.
- (31) SCHINDLER, P.R. (1994) Enterobacteria in mineral, spring and table water. *Gesundheitswesen* 56: 690-693.
- (32) LE QUERLER, L.; DONNIO, P.Y.; POISSON, M.; ROUZET-GRAS, S. AND AVRIL, J.L. (1997) Isolation of *Escherichia vulneris* in drinking water. *Ann. Biol. Clin. (Paris)* 55: 33-35.
- (33) HOLMES, B.; POPOFF, M.; KIREDJIAN AND KERSTERS, K. (1988) *Ochrobactrum anthropi* ge, nov., sp. Nov. From clinical specimens and previously known as group Vd. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 38: 406-416.
- (34) MAVRIDOU, A. (1992) Study of the bacterial flora of non-carbonated natural mineral water. *J. Appl. Bacteriol.* 73: 355-361.
- (35) 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.
- (36) ANÓNIMO (1998) Directiva del Consejo 98/83/CE de 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas de consumo humano. *DOCE L* 330: 32-54.
- (37) STILINOVIC, B. AND HRENOVIC, J. (2004) Percentage of gelatinolytic bacteria among heterotrophic bacteria as indicator of water quality. *Folia Microbiol.* 49: 53-58.
- (38) JONES, R.A.; JERMIIN, L.S.; EASTEAL, S.; PATEL, B.K. AND BEACHAM, I.R. (1999) Amylase and 16S rRNA genes from a hyperthermophilic archaeobacterium. *J. Appl. Microbiol.* 86:93-107.
- (39) MOSSO, M.A.; DE LA ROSA, M.C. Y VIVAR C. (1998) Microbiología del manantial hervideros del balneario de Cofrentes. *Anal. Real Acad. Farm.* 64: 53-63.
- (40) MOSSO, M.A.; SÁNCHEZ, M. Y DE LA ROSA, M.C. (2002) Microbiología del agua mineromedicinal de los balnearios de Alhama de Granada. *Anal. Real Acad. Nac. Farm.* 68: 381-405.

- (41) WARD, B.B. (1996) Nitrification and ammonification in aquatic systems. *Life Support Biosph. Sci.* 3: 25-29.
- (42) EL SHAHED, M.S.; SENKO, J.M.; NAJAR, F.Z.; KENTON, S.M.; ROE, B.A.; DEWERS, T.A.; SPEAR, J.R. AND KRUMHOLZ, L.R. (2003) Bacterial diversity and sulfur cycling in a mesophilic sulfide-spring. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 5609-5621.
- (43) CABRAL, D. AND FERNÁNDEZ, P. (2002) Fungal spoilage of bottled mineral water. *J. Food Microbiol.* 30: 73-76.
- (44) GOTTLICH, E.; VAN DER LUBBE, W.; LANGE, B.; FIEDLER, S.; MELCHERT, I.; REIFENRATH, M.; FLEMING, H.C.; AND DE HOOG, S. (2002) Fungal flora in groundwater-derived public drinking water. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 205: 269-279.
- (45) ENARI, T.M. (1983) Microbial Cellulases. En Microbial enzymes and biotechnology. Ed. W.M. Fogarty. Applied Science Publishers. London.
- (46) SKIRNISDOTTIR, S. ; HREGGIDSSON, G.O. ; HJÖRLEIFSDOTTIR, S.; MARTEINSSON, V.T.; PETURDOTTIR, S.K.; HOLST, O. AND KRISSTJANSSON, J.K. (2000) Influence of sulfite and temperature on species composition and community structure of hot spring microbial mats. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 2835-2841.
- (47) STREBLE, H. AND KRAUTER, D. (1987) Atlas de los microorganismos de agua dulce. Omega. Barcelona.
- (48) CASTENHOLZ, R.W. (2001) Phylum BX. Cyanobacteria. Oxygenic Photosynthetic bacteria. En Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, second edition, Vol. I, Boone, D.R. and Castenholz, R.W. Springer. New York.

Climatología del Balneario Cervantes

FRANCISCO JAVIER MANTERO SÁENZ
Y YOLANDA GALVÁN RAMÍREZ

*Servicio de Desarrollos Medioambientales.
Instituto Nacional de Meteorología*

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio bioclimático de la zona donde está ubicado el Balneario Cervantes. El análisis climatológico se efectúa a través de estudios tanto termométricos como pluviométricos, utilizando datos obtenidos en la estación climatológica de Santa Cruz de Mudela, próxima al Balneario. El estudio bioclimático 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 Cervantes Spa

A bioclimatic study of the Cervantes Spa is described in this paper. The thermometric and pluviometric data corresponding to climatological station of the Santa Cruz de Mudela, 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.

INTRODUCCIÓN

El Balneario Cervantes se encuentra situado a 38° 38' de latitud, a 3° 28' W de longitud, y a unos 720 metros de altitud, en la Cuenca del Jabalón, a unos 15 km de Valdepeñas, y a unos 60 de Ciudad Real. Los datos de temperatura y precipitación corresponden a la

estación climatológica de Santa Cruz de Mudela, durante el periodo de 1965 a 1984. Los datos horarios de temperatura, humedad relativa y viento utilizados en el estudio bioclimático corresponden al Observatorio Meteorológico de Valdepeñas.

1. ESTUDIO TERMOMÉTRICO

a) **Temperatura media mensual y anual, temperaturas medias máximas y mínimas mensuales y anuales, y temperaturas máximas y mínimas absolutas**

En el Cuadro I se muestran las temperaturas medias mensuales y anuales, así como las medias de las temperaturas máximas y mínimas registradas en el Balneario, 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 46 °C los días 5 y 6 de agosto de 1965, y la temperatura mínima absoluta registrada fue de -13 °C el día 13 de febrero de 1983, siendo de destacar la existencia de un largo periodo anual en el que se producen valores mínimos absolutos por debajo de cero grados, o muy próximos a este valor, excepto durante los meses de verano, en los que el aumento de temperatura es muy acusado.

Los valores medios mensuales superan los 10 °C a lo largo de siete meses, de abril a octubre; superando los 20 °C en los meses de junio a septiembre.

La media de las temperaturas máximas registradas en el Balneario durante el periodo de estudio tiene un valor anual de 22,1 °C, siendo los valores medios más altos durante los meses de julio y agosto con unos índices de 36,2 °C y 35,7 °C respectivamente.

Asimismo, la media anual de las temperaturas mínimas registradas es de 7,8 °C, siendo los meses de enero y diciembre los que tienen valores medios de las temperaturas mínimas inferiores, correspondiendo el valor medio alcanzado a 0,7 °C, y el mes de agosto el que presenta valores medios de las mínimas más alto con un valor de 17,3 °C.

CUADRO I

	<i>Temperatura Máxima Absoluta</i>	<i>Temperatura Máxima Media</i>	<i>Temperatura Mínima Absoluta</i>	<i>Temperatura Mínima Media</i>	<i>Temperatura Media</i>
Enero	21,0	11,7	-10,0	0,7	6,2
Febrero	28,0	12,7	-13,0	1,4	7,0
Marzo	31,0	16,0	-7,0	2,9	9,5
Abril	32,0	19,1	-5,0	5,3	12,2
Mayo	40,0	23,7	1,0	8,3	16,0
Junio	43,0	30,4	5,0	13,4	21,9
Julio	44,5	36,2	9,0	17,2	26,7
Agosto	46,0	35,7	7,0	17,3	26,5
Septiembre	43,0	30,4	4,0	13,4	21,9
Octubre	38,0	22,2	-2,0	8,8	15,5
Noviembre	27,0	15,7	-6,0	3,9	9,8
Diciembre	21,0	11,9	-10,0	0,7	6,3
Anual	46,0	22,1	-13,0	7,8	15,0

En la Figura 1 se representa gráficamente la evolución anual de la temperatura media, máxima y mínima absoluta, así como las temperaturas medias de la máximas y de las mínimas. La diferencia

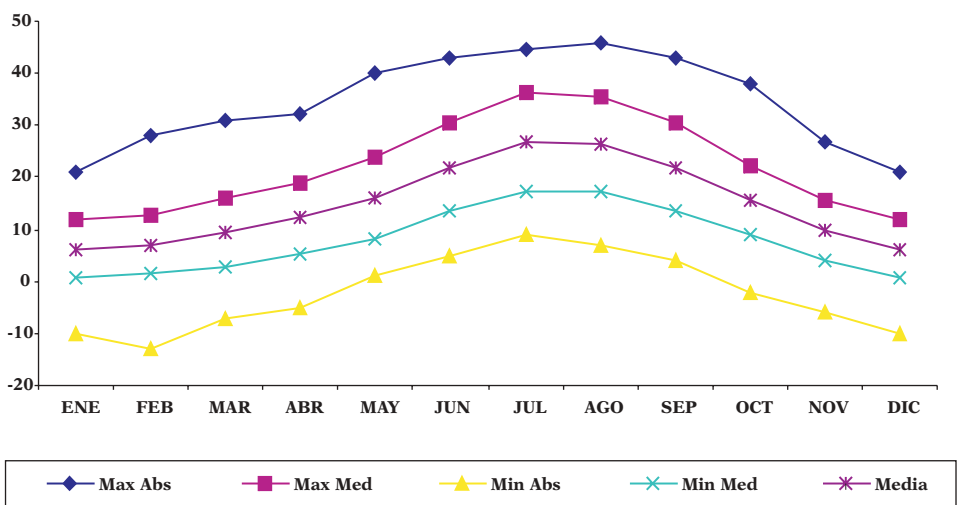


FIGURA 1. Diagrama Termométrico.

entre la temperatura media del mes más cálido (26,7 °C), y la del mes mas frío (6,2 °C), es de 20,5 °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 °C. El valor mínimo corresponde a enero con un valor de 11 °C de oscilación media.

b) Numero de días de helada, bochorno, días con T máxima > 25 °, >30 ° 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. El Cuadro II muestra que los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo presentan un considerable número de días con heladas. 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 55,9.

CUADRO II

	<i>Días de Tmax >25°C</i>	<i>Días de Tmax >30°C</i>	<i>Días de helada</i>	<i>Días de bochorno</i>	<i>Días de Tmin <-5°C</i>
Enero	0,0	0,0	15,8	0,0	2,5
Febrero	0,3	0,0	10,0	0,0	1,5
Marzo	1,8	0,1	6,1	0,0	0,7
Abril	5,8	0,3	2,1	0,0	0,1
Mayo	13,5	5,2	0,0	0,0	0,0
Junio	24,8	18,6	0,0	1,2	0,0
Julio	30,5	29,0	0,0	7,8	0,0
Agosto	30,6	28,3	0,0	8,7	0,0
Septiembre	25,6	18,3	0,0	1,1	0,0
Octubre	11,4	3,2	0,5	0,0	0,0
Noviembre	1,2	0,0	5,5	0,0	0,3
Diciembre	0,0	0,0	15,9	0,0	2,3
Anual	145,5	103,0	55,9	18,8	7,4

Es de destacar de igual manera que los días de bochorno (días con temperatura mínima mayor de 20 °C), registrados para el perio-

do de estudio, son muy escasos, estando distribuidos entre los meses de junio y septiembre, pero en una proporción que hemos de considerar muy baja dadas las características continentales del clima de la región en general.

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 octubre, con un máximo de días con estas características registrado en los meses de julio y agosto en los que prácticamente ningún día la temperatura máxima fue inferior a 25 °C.

Los días calurosos, con temperaturas máximas que alcanzan o superan los 30 °C, se dan desde mayo a octubre, y prácticamente todo el mes de julio y agosto.

Atendiendo a la temperatura media diaria, se tiene que el nº anual de días suaves, con $t > 10^{\circ}\text{C}$, es de 250. El de días de bienestar, con $t > 15^{\circ}\text{C}$, es de 158. El de días tropicales, con $t > 20^{\circ}\text{C}$, es de 111.

En la Figura 2, se muestran gráficamente el número de días de helada, días con temperatura máxima $> 25^{\circ}\text{C}$, $> 30^{\circ}\text{C}$, así como los de temperatura mínima $< -5^{\circ}\text{C}$.

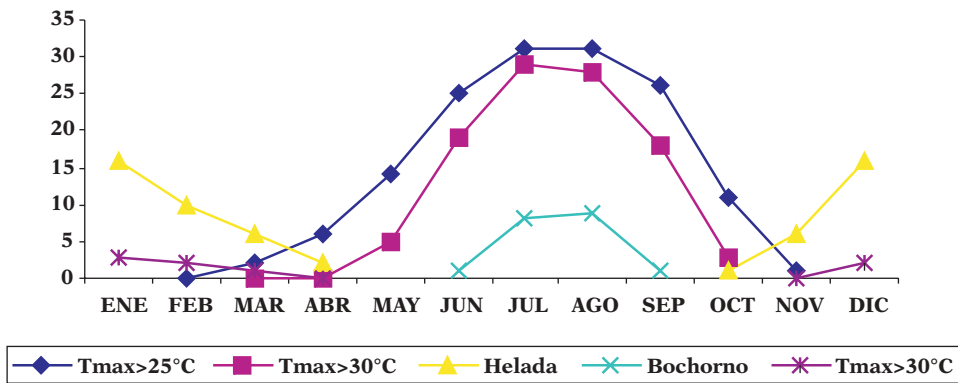


FIGURA 2.

c) Oscilaciones extremas

La oscilación es la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias alcanzadas en Santa Cruz de Mudela. Dicha evolu-

ción, 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 11 °C en enero a los 19 °C en julio.

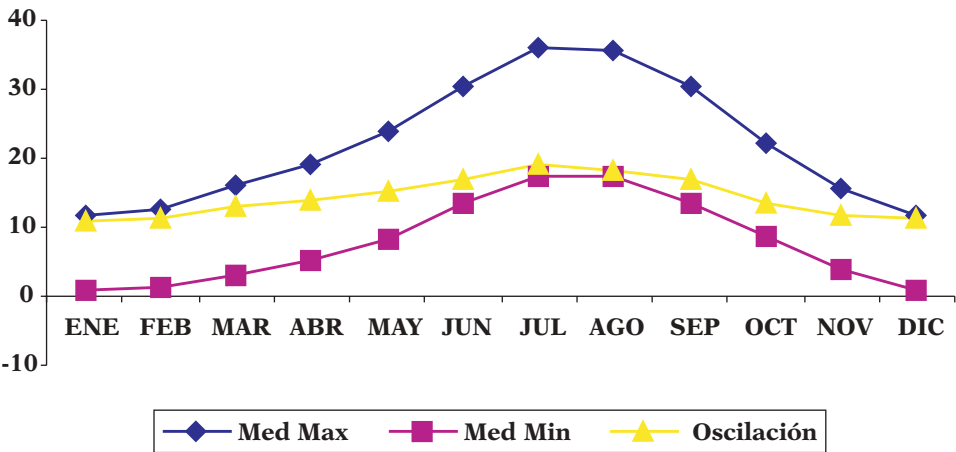


FIGURA 3. Oscilación de temperatura.

d) 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

De acuerdo con este criterio, se ha obtenido el Cuadro III donde se refleja el comienzo y duración de cada una de las estaciones del año en Santa Cruz de Mudela y alrededores.

CUADRO III.

<i>Estación</i>	<i>Comienzo</i>	<i>Final</i>	<i>Porcentaje</i>
Primavera	20 de marzo	21 de mayo	17,3
Verano	22 de mayo	8 de octubre	38,4
Otoño	9 de octubre	14 de noviembre	10,1
Invierno	15 de noviembre	19 de marzo	34,2

Del cuadro anterior podemos deducir la existencia de dos estaciones predominantes que son el verano y el invierno, y la poca duración que tienen la primavera y el otoño, lo que da idea de que generalmente el cambio de las estaciones extremas se hace de una manera brusca sin que apenas tengan desarrollo estas estaciones que tienen un papel moderador del clima.

2. 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 Santa Cruz de Mudela son en forma de lluvia, teniendo cierta relevancia las nevadas desde noviembre a abril, que no llegan a cubrir el suelo, y las tormentas de primavera y verano.

Pluviométricamente, se observa que la precipitación media anual alcanza el valor de 377,8 mm, con un mínimo en verano, y distribuida uniformemente a lo largo del resto del año. El valor medio más bajo se produce en el mes de agosto con un valor de 5,2 mm (Cuadro IV). Los períodos estivales de sequía son relativamente frecuentes, destacando el año 1985, en el que, a lo largo de cinco meses, de junio a octubre, no se registró ninguna precipitación.

La precipitación máxima en un día tuvo lugar el 19 de enero de 1967, con 130 mm., seguida de la del 18 de octubre de 1973 con 84 mm. Es de destacar el mes de julio de 1976 en el que en 8 días de tormentas se recogieron 51 mm.

CUADRO IV.

	<i>Precipitación Total</i>	<i>Precipitación Máxima en 24 horas</i>
Enero	41,3	130,0
Febrero	44,6	56,0
Marzo	41,6	28,0
Abril	43,9	42,5
Mayo	37,8	36,5
Junio	26,1	32,0
Julio	7,2	17,0
Agosto	5,2	12,0
Septiembre	13,3	22,5
Octubre	38,5	84,0
Noviembre	40,4	46,0
Diciembre	37,9	35,0
Anual	377,8	130,0

El número medio anual de días de lluvia es de 54,7, estando regularmente repartido a lo largo de todo el año, excepto en verano, en que disminuye significativamente.

El promedio anual de días de nieve es de 2, de noviembre a abril. El granizo es aún más escaso, siendo algo más frecuente en junio.

El promedio anual de días de precipitación igual o superior a 1 mm es de 54,2. Como nos indica el Cuadro V, las menores frecuencias se observan en los meses de verano, mientras que en el resto del año es relativamente uniforme.

En cuanto al número de días en los que la precipitación media ha sido igual o superior a 10 mm asciende a 11,8 días, con parecida frecuencia mensual, excepto en verano.

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 el mínimo veraniego.

CUADRO V.

	<i>Días de Lluvia</i>	<i>Días de Nieve</i>	<i>Días de Granizo</i>	<i>Días de Tormenta</i>	<i>Días de Niebla</i>	<i>Días ≥0,1</i>	<i>con ≥1,0</i>	<i>Precip. ≥10,0</i>	<i>≥30,0</i>
Enero	4,9	0,4	0,1	0,0	0,2	5,4	5,1	1,3	0,1
Febrero	6,5	0,4	0,1	0,0	0,0	6,8	6,7	1,5	0,1
Marzo	6,4	0,4	0,0	0,1	0,1	6,7	6,4	1,2	0,0
Abril	6,9	0,2	0,1	0,4	0,1	7,0	7,0	1,3	0,2
Mayo	6,0	0,0	0,0	0,9	0,0	5,9	5,9	1,2	0,1
Junio	3,6	0,0	0,2	1,8	0,0	3,6	3,5	0,9	0,1
Julio	1,1	0,0	0,0	0,9	0,0	1,1	1,0	0,2	0,0
Agosto	1,1	0,0	0,0	0,8	0,0	1,0	0,9	0,1	0,0
Septiembre	2,6	0,0	0,1	0,7	0,0	2,6	2,4	0,4	0,0
Octubre	4,9	0,0	0,0	0,2	0,0	4,8	4,7	1,2	0,1
Noviembre	5,2	0,1	0,0	0,1	0,3	5,2	5,0	1,3	0,2
Diciembre	5,5	0,4	0,1	0,1	1,7	5,8	5,6	1,2	0,1
Anual	54,7	1,9	0,7	6,0	1,4	55,9	54,2	11,8	1,0

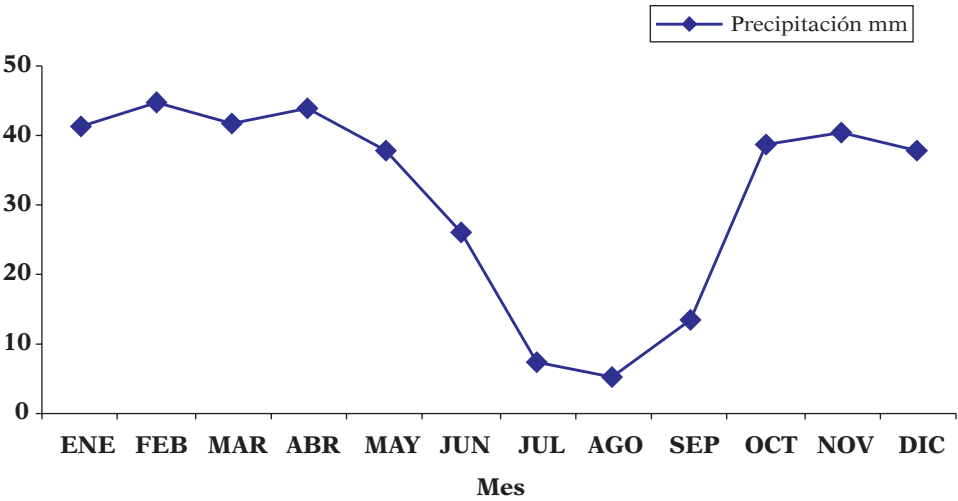


FIGURA 4. Precipitación mensual.

3. DIAGRAMA OMBROMÉTRICO DE GAUSSEN

En el diagrama ombrométrico de GausSEN (Figura 5) se observa la existencia de meses en los cuales la temperatura es superior a la precipitación, desde mediados de mayo a mediados de octubre, ocurriendo lo contrario en el resto de los meses.

Cuando la temperatura es superior a la precipitación, supone un déficit de humedad en el suelo, ya que existe mucha evapotranspiración; en cambio, cuando la precipitación es superior a la temperatura, existe un superávit de humedad en el suelo.

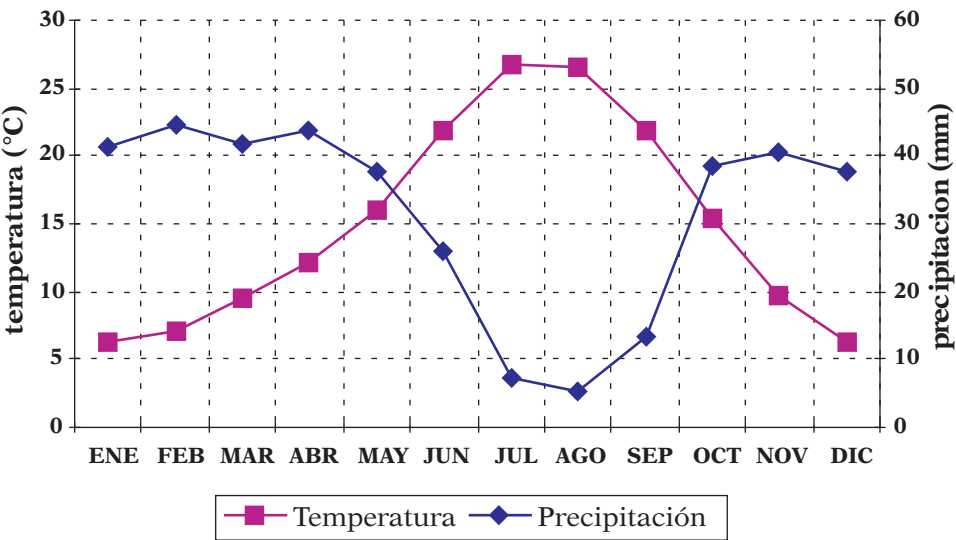


FIGURA 5. Diagrama Ombrométrico.

4. VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS

En el Cuadro VI 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 termopluviométrico 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 mas frío y **J** es la latitud geográfica.

CUADRO VI.

<i>Índice de Johansson</i>	<i>Índice de Lang</i>	<i>Índice de Martonne</i>	<i>Índice de Dantin-Revenga</i>
28,2	32,0	17,8	3,1
Continental	Árido	Semiárido	Semiárido/árido

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

5. CLIMOGRAMA

Dentro del estudio realizado para el Balneario Cervantes, nos parece interesante incluir los climogramas y el estudio bioclimatológico de la zona, representada por los datos de Valdepeñas, muy próximo a la zona de estudio, y que presenta parecidas características bioclimáticas.

La serie de datos utilizada ha sido obtenida de la información registrada por la estación meteorológica automática de Valdepeñas. Las medidas han sido horarias, de viento, temperatura y humedad, para el período 1992 a 2003 aunque, debido a múltiples fallos, el número de horas válido ha sido equivalente a unos cinco años.

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-

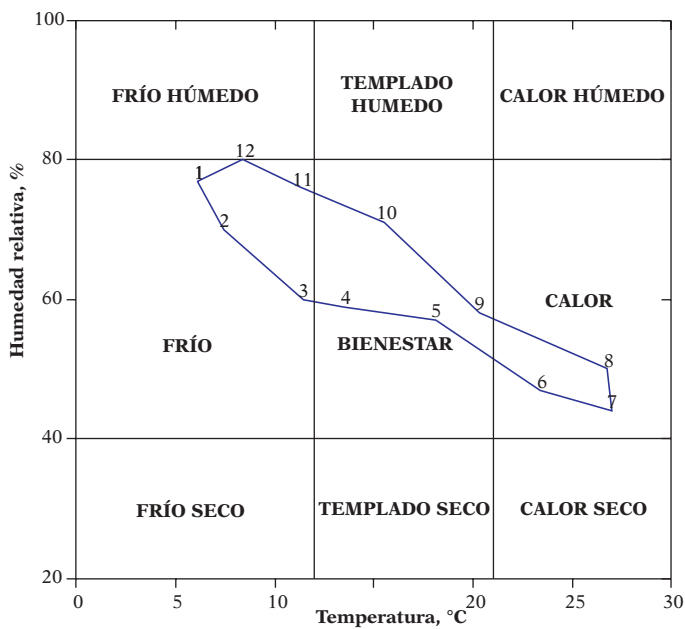


FIGURA 6. *Climograma Temperatura - Humedad.*

humedad relativa, representándose igualmente las zonas de sensaciones climáticas.

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 Valdepeñas 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 el Cuadro VII figuran las distribuciones mensuales de frecuencias de las temperaturas efectivas TE de Missenard, así como su valor medio, calculadas para Valdepeñas, 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.

A fin de apreciar la importancia tanto de la humedad relativa como del viento, en el Cuadro VIII 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.

El efecto del viento es más acusado a bajas temperaturas. La máxima temperatura efectiva registrada en el período de medidas fue de 35,5 °C el día 24 de julio de 1995 a las 16 horas, correspondiendo a una temperatura de 43,2 °C, una humedad del 29 %, y una velocidad del viento de 3 m/s. La mínima temperatura efectiva se registró el día 22 de febrero de 1992 a las 3 horas, siendo de -16,0 °C, correspondiendo a una temperatura del aire de -1,4 °C, una humedad del 93 %, y una velocidad del viento de 4 m/s. La máxima diferencia entre la temperatura real y la efectiva de sensación fue de

CUADRO VII. *Distribución de frecuencias de las TE de Missenard T-H-V.*

	<-12	-12-0	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	>30	MEDIA
Enero	0,63	44,26	42,90	11,81	0,40	0,00	0,00	0,00	0,5
Febrero	0,77	35,33	38,93	21,73	3,25	0,00	0,00	0,00	2,1
Marzo	0,29	18,11	32,04	30,13	18,63	0,80	0,00	0,00	6,0
Abril	0,00	9,84	29,60	33,49	22,07	5,00	0,00	0,00	7,9
Mayo	0,00	1,45	14,02	32,73	33,09	17,16	1,55	0,00	12,4
Junio	0,00	0,00	1,49	12,92	36,34	36,81	12,23	0,21	17,8
Julio	0,00	0,00	0,00	3,47	20,50	42,22	29,60	4,21	21,7
Agosto	0,00	0,00	0,00	2,83	20,43	43,35	29,30	4,10	21,7
Septiembre	0,00	0,00	1,69	19,70	46,04	28,24	4,33	0,00	15,9
Octubre	0,00	1,41	20,64	38,80	29,73	9,23	0,20	0,00	10,6
Noviembre	0,00	8,72	38,49	36,74	15,57	0,48	0,00	0,00	6,7
Diciembre	0,22	25,60	53,33	19,33	1,53	0,00	0,00	0,00	2,7
Anual	0,19	13,88	24,35	22,07	19,36	13,65	5,84	0,66	9,8

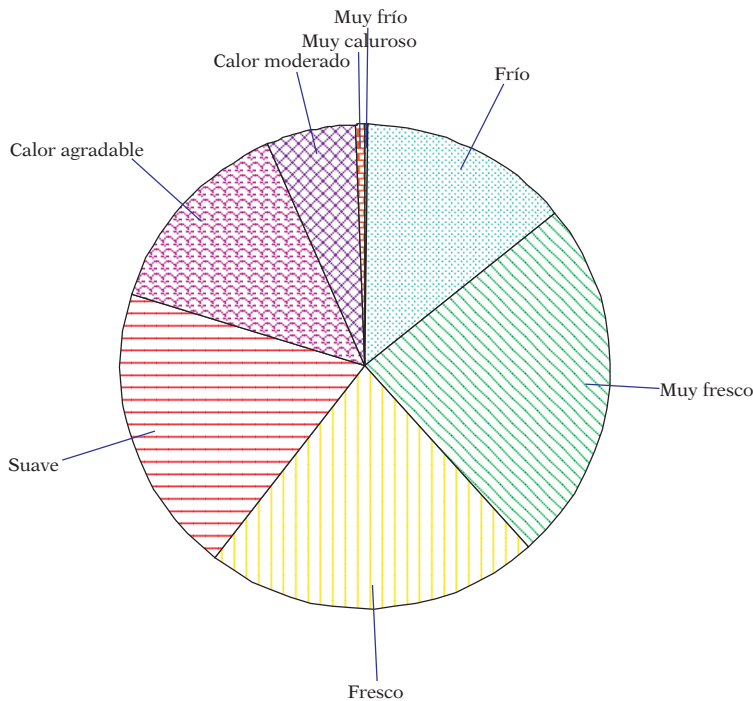


FIGURA 7. *Distribución anual de sensaciones térmicas.*

CUADRO VIII. *Temperaturas medias, Sensación térmica de Missenard y Sensación térmica de Missenard con viento.*

	<i>T. media</i>	<i>T-H</i>	<i>T-H-V</i>
Enero	6,1	6,3	0,5
Febrero	7,3	7,4	2,1
Marzo	11,3	10,8	6,0
Abril	13,5	12,6	7,9
Mayo	18,1	16,4	12,4
Junio	23,3	20,3	17,8
Julio	27,0	23,0	21,7
Agosto	26,8	23,3	21,7
Septiembre	20,3	18,4	15,9
Octubre	15,5	14,6	10,6
Noviembre	11,3	11,0	6,7
Diciembre	8,4	8,4	2,7
Anual	15,0	13,8	9,8

16,7 °C el 19 de febrero de 1992 a las 8 horas, correspondiendo a una temperatura real de 3,5 °C, con un 100 % de humedad y un viento de 7 m/s, siendo la temperatura efectiva de -13,2 °C.

6. VIENTO

En el Cuadro IX figura la rosa de vientos de Valdepeñas para el período 1992 a 2003 citado, en la forma de frecuencias de simultaneidad de la dirección y la velocidad del viento, expresadas en tantos por ciento.

Porcentaje de vientos en calma: 14,91

El número de observaciones horarias que se han tenido en cuenta en este estudio es de 48833.

En la Figura 8 se representan gráficamente las frecuencias en que el viento ha soplado de cada dirección. Destaca el predominio de los vientos procedentes del cuadrante Nordeste y del cuadrante Suroeste, siendo éste último más acusado en los meses de verano.

CUADRO IX. *Rosa de vientos.*

	Velocidades, m/s							
	0-1	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	TOTAL
N	1,85	2,81	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	4,69
NNE	2,30	4,37	0,60	0,03	0,00	0,00	0,00	7,31
NE	4,62	2,10	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	6,91
ENE	4,32	4,60	0,96	0,08	0,00	0,00	0,00	9,97
E	1,73	2,63	1,81	0,31	0,06	0,00	0,00	6,54
ESE	0,98	1,16	0,55	0,21	0,06	0,01	0,00	2,96
SE	1,36	1,11	0,26	0,05	0,00	0,00	0,00	2,79
SSE	2,16	2,02	0,69	0,11	0,00	0,00	0,00	4,99
S	3,33	4,07	0,96	0,13	0,01	0,00	0,00	8,50
SSW	3,73	5,45	1,70	0,38	0,07	0,01	0,00	11,34
SW	2,53	4,41	2,70	1,05	0,20	0,02	0,01	10,93
WSW	1,60	3,18	1,61	0,36	0,06	0,01	0,00	6,82
W	1,73	3,57	1,96	0,36	0,09	0,00	0,00	7,71
WNW	1,46	2,33	0,48	0,04	0,00	0,00	0,00	4,30
NW	1,15	0,81	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	2,05
NNW	1,13	1,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21
TOTAL	35,98	45,66	14,60	3,13	0,56	0,05	0,01	100,00

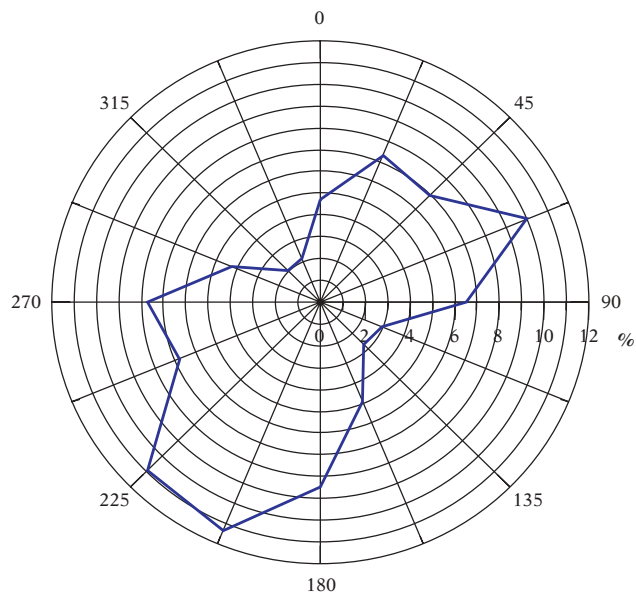


FIGURA 8. *Rosa de vientos.*

Vegetación del entorno del Balneario de Cervantes, Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real)

MIGUEL LADERO ÁLVAREZ, MIGUEL ÁNGEL LUENGO UGIDOS*, M^a TERESA SANTOS BOBILLO, JAVIER GONZÁLEZ IGLESIAS, M^a TERESA ALONSO BEATO Y M^a EVANGELINA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ.

Dpto. de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca.

** Dpto. de Geografía, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Salamanca*

RESUMEN

Se estudian los principales aspectos bioclimáticos, biogeográficos y edáficos de los alrededores del Balneario de Cervantes (Ciudad-Real), señalando las comunidades vegetales climatófilas, edafófilas y edafoxerófilas, así como sus etapas seriales más representativas.

Hemos creído conveniente, para facilitar una mejor comprensión de la descripción de las comunidades vegetales estudiadas en el texto y de las plantas medicinales más significativas, presentar una serie de fotografías en color de la mayor parte de los ecosistemas vegetales estudiados. Finalmente, se incluye una relación de las plantas de uso medicinal utilizadas tanto en el ámbito comarcal como nacional.

Palabras clave: Vegetación.– Fitotosiología.– Cervantes.– Ciudad-Real.– España.

ABSTRACT

Vegetation in the surroundings of Cervantes Spa, Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real)

This work studies the main bioclimatic, biogeographic and podological aspects of the surroundings of Cervantes, spa Santa Cruz de Mudela (province of Ciudad-Real, Spain) reporting on the most representative climatophilous, edaphophilous and edaphoxerofilous plant communities as well as the serial stages found there.

In order to facilitate a better comprehension about the description of the vegetal communities we have studied in this work, and the most significant medicinal plant, we present a series of photographs of the studied vegetal ecosystems. Finally, a list of plants suitable for medicine use, based on information at both local and national level, is included.

Key words: Vegetation – Phytosociology – Cervantes – Ciudad-Real – Spain

INTRODUCCIÓN

Continuando con la labor emprendida por la Real Academia de Farmacia desde hace ya varios lustros, el presente trabajo se corresponde con el estudio del entorno botánico del Balneario Cervantes, situado en el término municipal de Santa Cruz de Mudela (Ciudad-Real).

Al consultar los datos bibliográficos y de herbario, comprobamos que son escasos los testimonios existentes en las fitotecas sobre plantas recolectadas en este término municipal, y lo mismo podríamos decir de las publicaciones tanto de flora como de vegetación que están referidas a este territorio a lo largo de los años. Una de las causas puede ser la ubicación del balneario situado en plena campiña y otra, no menos importante, que los botánicos de las distintas épocas, se sintieron atraídos por los ecosistemas vegetales de la cercana Sierra Morena, al albergar ésta un elevado número de comunidades y taxones endémicos.

Los botánicos que estudiaron la flora y la vegetación de Santa Cruz de Mudela y áreas limítrofes son escasos, pero muy significativos, como sucede con GANDOGGER (1) en sus visitas a España entre 1894 a 1912 y publicadas en 1917. No podemos dejar de consignar la gran cantidad de plantas recogidas por los botánicos RIVAS GODAY y BORJA e incluidas en los herbarios MA y MAF, como fruto de las diversas campañas botánicas que se repitieron durante varias décadas y en alguna de las cuales uno de nosotros tuvo la oportunidad de participar. Los estudios sobre la flora y vegetación realizados en la comarca de Despeñaperros por RIVAS GODAY y BELLOT (2, 3 y 4), pusieron las bases para el conocimiento de la vegetación silicícola del cuadrante suroccidental ibérico. Con posterioridad, en los años sesenta y setenta la pareja de botánicos Rivas Goday y Borja Carbone herborizaron en Santa Cruz de Mudela, Encomienda de Mudela

y Almuradiel, siendo numerosas las citas de herbario recogidas por otros autores en sus trabajos como: FERNÁNDEZ-CASAS (5 y 6), GARCÍA MARTÍN & SILVESTRE (7), ARENAS POSADA & GARCÍA MARTÍN (8), OBÓN DE CASTRO & RIVERA (9) entre otros y recopiladas por MARTÍN BLANCO & CARRASCO (10). De esa lista interminable de plantas queremos destacar taxones tan interesantes como: *Telephium imperati* L. subsp. *imperati*, *Opopanax chironium* W. D. J. Koch y *Sideritis arborescens* Benth. subsp. *paulii* (Pau) Heywood, todos ellos recolectados por BORJA en el término de Santa Cruz de Mudela.

La posición geográfica de Santa Cruz de Mudela marca la frontera entre las tierras llanas de la Submeseta sur y las zonas agrestes y escarpadas de la Cordillera Mariánica. Se trata del contacto entre dos tipos de formaciones vegetales: una basófila cuya etapa madura o clímax corresponde al carrascal castellano y tanto éste como sus etapas seriales de coscojal, salvial y tomillar hoy han sido reemplazados por viñedos, olivares y campos cerealistas; y, la otra, la silicícola, está compuesta por encinares, alcornocales, quejigares, retamares, jarales y tomillares, con escaso valor agrícola pero de un alto valor paisajístico. Ante la dificultad que entrañaba el entorno más cercano al Balneario de Cervantes por su total dedicación agrícola, hemos creído necesario ampliar la zona de estudio sobre todo hacia el sur, con el fin de dar una idea más ajustada de la vegetación actual y potencial del territorio y para así destacar aquellos ecosistemas vegetales de un alto valor ecológico y a partir de este momento visita obligada para todos los amantes de la naturaleza.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el estudio bioclimático y biogeográfico y la nueva visión sobre las series de vegetación, hemos utilizado la información aportada por RIVAS-MARTÍNEZ & al. (11, 12 y 13).

Para el análisis de las comunidades vegetales se han levantado inventarios fitosociológicos, según el método de ZURICH-MONTPELLIER expuesto por BRAUN-BLANQUET (14) y GÉHU & RIVAS-MARTÍNEZ (15).

En las comunidades vegetales identificadas en función de sus características florísticas, ecológicas y dinámicas, hemos considera-

do imprescindible siempre que ha sido posible incorporar uno o más inventarios representativos, realizados 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. Los pliegos recolectados para la realización de este trabajo han sido depositados en el Herbario SALA de la Universidad de Salamanca.

En la nomenclatura sintaxonómica hemos seguido las obras de RIVAS-MARTÍNEZ & *al.* (11 y 12). Para la determinación de los taxones, hemos utilizado los trabajos de CASTROVIEJO & *al.* (16) y TUTIN & *al.* (17).

RESULTADOS

Situación Geográfica

El balneario de Cervantes se localiza en el término municipal de Santa Cruz de Mudela (Ciudad-Real), no lejos del núcleo urbano, en el camino entre Santa Cruz y Torrenueva (ver Figura nº 1 en el artículo de Villanúa y Francés).

La zona que hemos estudiado ha sido ampliada con el fin de dar una idea real de la vegetación actual y potencial existente. Por tal motivo, el área de estudio se extiende al sur del río Jabalón, cogiendo parte de los términos municipales de Santa Cruz de Mudela, Torrenueva, Torre de Juan Abad, Castellar de Santiago, Viso del Marqués y Almuradiel en la provincia de Cuidad Real, así como parte de los términos de Aldeaquemada, Santisteban del Puerto y Santa Elena en la provincia de Jaén.

De manera más precisa, el área estudiada tiene su límite septentrional en el río Jabalón; el oriental lo delimita la carretera comarcal (CR-6.100) que une Torrenueva con Castellar de Santiago y Aldeaquemada; el meridional lo marca la carretera local (J-6.110), que une Aldeaquemada con Las Correderas; y, finalmente, el occidental se asimila a la carretera nacional IV, entre Las Correderas y Santa Cruz de Mudela. La inclusión del término municipal de Aldeaquemada en nuestra área de estudio ha sido motivada por la

necesidad de resaltar la importancia geobotánica y paisajística de las cascadas de la Cimbarra, el Cimbarillo y su entorno. Las aguas recogidas en el territorio vierten a las cuencas hidrográficas del Guadiana por el río Jabalón y al Guadalquivir por los ríos Guarrizas y Despeñaperros.

El relieve en la parte septentrional del territorio es una llanura en torno a los 700-800 metros, presentando al sur de Santa Cruz de Mudela las pequeñas serretas de Acebuche y del Águila que sólo en algunos puntos superan los 900 metros. En la mitad meridional, a medida que nos aproximamos a Sierra Morena, el relieve se hace abrupto, con cumbres que rara vez superan los 1.000 m de altitud en el Cambrón (1.072 m) y en la Desesperada (1.150 m), ambas en el límite entre las dos Comunidades Autónomas (Castilla-La Mancha y Andalucía).

Contexto Geológico

Aunque la zona de estudio se incluye en dos hojas cartográficas, para tener una idea de conjunto de los distintos materiales geológicos del territorio, hemos utilizado las siguientes hojas del I.T.G.E. a escala 1/50.000: Viso del Marqués (18), Santa Cruz de Mudela (19), Santa Elena (20), Aldeaquemada (21), y las hojas 838 y 863 del mapa topográfico Nacional.

En la hoja de Santa Cruz dominan los materiales sedimentarios que se extienden desde el Ordovícico inferior hasta el Devónico, compuestos fundamentalmente por areniscas, cuarcitas y pizarras; existen pequeños afloramientos de calizas paleozoicas en las proximidades de Almuradiel. Las manchas calizas lacustres terciarias más importantes se sitúan al norte de Santa Cruz de Mudela y en la depresión entre Castellar de Santiago y Almuradiel. Los sedimentos cuaternarios son abundantes en el norte de la hoja de Santa Cruz de Mudela en la cuenca del Jabalón y en la parte central en la Rambla de Castellar.

En cuanto a la hoja de Aldeaquemada, dominan en ella las rocas paleozoicas y sólo en los valles de Valdeazores y Cuchareros se presentan los afloramientos cámbricos. Es por tanto una territorio

donde las rocas silíceas son dominantes y de aquí su gran influencia en la vegetación y flora del territorio.

Reseña Biogeográfica

El territorio se encuentra situado en la Región Mediterránea, participando de dos provincias corológicas, la Mediterráneo Ibérica Central representada por la subprovincia Castellana, sector Manchego, distrito Manchego-Guadianés y la subprovincia Luso-Extremadura, sector Marianico-Monchiquense, distrito Marianense. En sector Manchego en su piso mesomediterráneo de ombroclima seco, la vegetación corresponde a un encinar desarrollado sobre los sedimentos basófilos terciarios, perteneciente a la asociación *Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez & al. 2002 (*Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1982). Rara vez podemos observar la etapa madura y en su lugar aparecen los coscojares basófilos de *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* Br.-Bl. & O. Bolòs 1954 y los espliegares pertenecientes a la asociación *Lino differentis-Salvietum lavandulifoliae* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969.

En las zonas de posío, en ciertos taludes terrosos y en suelos añejos dedicados a pastos, es frecuente encontrar un retamar definido por la asociación *Genisto scorpii-Retametum sphaerocarpace* Rivas-Martínez ex Fuente 1986. Este tipo de vegetación debió ocupar los alrededores del Balneario y los afloramientos miocenos de Castellar de Santiago en épocas pretéritas, pero en la actualidad estos nichos ecológicos han sido transformados en cultivos cerealistas, olivar y viñedos, de aquí la gran dificultad para obtener buenos inventarios, teniendo la necesidad de estudiar pequeños retazos y comunidades fragmentarias.

La parte de la subprovincia Luso-Extremadura con sustratos silíceos que hemos estudiado pertenece al piso mesomediterráneo de ombroclima seco, donde la vegetación clímax corresponde a un encinar con piruétanos definido por la asociación *Pyro bougaeanae-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez 1987. Estas etapas maduras frecuentemente están transformados en encinares adhesados tapizando las faldas de las sierras del Acebuche, Águila y Cambrón.

Mayor área ocupan los coscojares silicícolas pertenecientes a la asociación *Hyacinthoido hispanicae-Quercetum cocciferae* (Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1960) Peinado & Martínez Parras 1985 y su etapa serial un ahulagar-jaral de la asociación *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi* Rivas Goday 1956, a veces en las exposiciones sur acompañado por el jaguarzo negro (*Cistus monspeliensis* L.), como sucede en la Sierra del Águila junto al Santuario de Nuestra Señora de la Virtudes.

Al penetrar en Sierra Morena, dentro del piso mesomediterráneo, como consecuencia de un aumento de las precipitaciones se presentan los alcornocales definido por la asociación *Sanguisorbo agrimonoidis-Quercetum suberis* Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1960, o a sus etapas seriales de jaral-brezal. En las umbrías más frescas el alcornocal da paso a un quejigal, como sucede en Collado de los Jardines, cuyo óptimo queda definido por la asociación *Pistacio terebinthi-Quercetum broteroi* Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1960.

Reseña Bioclimática

Para la caracterización bioclimática del territorio, hemos tomado los datos de numerosas estaciones termopluviométricas existentes en la zona: Valdepeñas-Los Charcos, Torrenueva, Santa Cruz de Mudela, Encomienda de Mudela, Cozar, Villanueva de los Infantes (Ciudad-Real), Pantano del Dañador, Pantano del Guadalén, Pantano del Jándula y Pantano del Guadalmena. A la vista de estos datos podemos señalar que la zona de estudio presenta un bioclima Mediterráneo Pluviestacional Oceánico en la mayor parte de los casos y Mediterráneo xérico continental en Santa Cruz de Mudela (Pp 371 mm). En cuanto a su piso bioclimático corresponde al mesomediterráneo superior, seco inferior, que al alejarse de la zona de estudio a Cózar y Villanueva de los Infantes pasa a seco superior. En cuanto la provincia de Jaén el piso bioclimático es mesomediterráneo superior subhúmedo inferior en las zonas de la sierra Morena y a medida que penetra en la Bética se comporta como mesomediterráneo inferior seco-superior (Pantano de Rumblar).

Comunidades vegetales

Para la ordenación de las mismas, hemos creído conveniente agruparlas en varios apartados en función de los distintos tipos de vegetación.

A. VEGETACIÓN DE ROQUEDOS Y PEDREGALES

Comunidades rupícolas

Clase *Adiantetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952.

DÍAZ GONZÁLEZ & FERNÁNDEZ PRIETO (22) definen las comunidades incluidas en esta unidad sintaxonómica como: «comunidades vegetales esencialmente brío-pteridofititas, que colonizan cantiles, paredes y peñascos rezumantes de aguas carbonatadas que precipitan sobre los restos orgánicos vegetales formando con frecuencia tobas calcáreas». En la mayor parte de los casos la definición es correcta, sin embargo, al visitar las cascadas de la Cimbarra y el Cimbarrillo en el término municipal de Aldeaquemada (Jaén), pudimos comprobar como el culantrillo de pozo (*Adiantum capillus-veneris* L.) tapizaba paredes verticales y extramuros de cuarcitas rezumantes en el Arroyo de Martín Pérez. Se trata de una apretura tallada entre riscos cuarcíticos, por cuyo fondo corre un hilo continuo de agua, incluso en años secos. Este comportamiento ecológico respecto a la naturaleza de la roca, ya ha sido denunciado por GARCÍA RÍO & BARRIOS PÉREZ, en roquedos pizarrosos rezumantes de la hoz del Jándula, término de Mestanza, cita recogida por MARTÍN BLANCO & CARRASCO (10). Al carecer de un número suficiente de inventarios sobre este tipo de rocas, la comunidad debe ser incluida en la alianza *Adiantion capilli-veneris* Br.-Bl. ex Horvatic 1934.

Las Cascadas de la Cimbarra y del Cimbarrillo son sin duda lugares singulares, donde se reúne toda la vegetación rupícola y saxícola que luego hemos observado a lo largo del territorio. Consideramos que son espacios necesitados de ser declarado de interés medioambiental, no sólo por la comunidad aquí comentada sino porque en un espacio no superior a doscientos metros se encuentran todos los endemismos marianenses.

Como ejemplo de la alianza *Adiantion capilli-veneris* presentamos un inventario levantado en la Cascada del Cimbarillo. Área: 1 m², Cobertura: 90 %, Altitud: 720 m.s.n.m. 4 *Adiantum capillus veneris* L., 1 *Viola riviniana* Rchb., + *Hypericum humifusum* L. Se trata de una comunidad empobrecida, donde el número de taxones se reduce a la especie directriz en el extramuro, y en los paredones verticales se encuentra acompañada *Viola riviniana* Rchb. e *Hypericum humifusum* L. (Fotografía 1)



FOTOGRAFÍA 1. Culantrillo de pozo (*Adiantum capillis-veneris* L.) Tapizando roquedos cuarcíticos rezumantes, Cascada del Cimbarillo, Aldeaquemada.

Clase *Asplenietea trichomanes* (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl.1934) Oberdorfer 1977

La vegetación rupícola tiene una amplia representación en la mitad meridional de la zona de estudio como consecuencia de la fragosidad del terreno. Comentaremos en primer lugar las comunidades que colonizan fisuras estrechas de cuarcitas y pizarras ordovícicas y silúricas. Son formaciones de gran área en el piso mesomediterráneo de ombroclima seco-subhúmedo dentro de la provincia Luso-Extremadurensis. En las fisuras estrechas dependiendo de la orientación, se desarrollan comunidades formadas por casmófitos heliófilos o esciófilos silicícolas, donde los helechos son las especies

dominantes. En el territorio que nos ocupa los dos taxones característicos son: *Cheilanthes hispanica* Mett. y *Asplenium billotii* F.W. Schultz. Los riscos en exposición de umbría sirven de refugio a *Asplenium billotii* F.W. Schultz y a *Cystopteris dickieana* R. Sim., a las que acompañan *Jasione crispa* (Pourr.) Samp. subsp. *mariana* (Willk.) Rivas-Martínez y *Digitalis mariana* Boiss. subsp. *mariana*. En las exposiciones de solana se presentan otras especies casmofíticas como *Cheilanthes hispanica* Mett. y *Bufonia macropetala* Willk. (*B. willkommiana* Boiss.) El encuadramiento fitosociológico de estas comunidades es difícil debido al carácter fragmentario y la ausencia de un número elevado de plantas características. El culantrillo negro (*Asplenium billotii* F. W. Schultz), forma parte de la asociación rupícola casmófita *Asplenio billotii-Cheilanthes hispanicae* Rivas Goday in Sáenz & Rivas -Martínez 1979, cuyo óptimo se encuentra como señalan SÁENZ, & RIVAS-MARTÍNEZ (23) en el sector Toletano-Tagano; por el contrario, en el Sector Marianico-Monchiquense distrito Marianense, este taxón se refugia en las umbrías más frescas formando parte de la asociación casmocomófita *Jasiono marianae-Dianthetum lusitanicae* Rivas Goday (1955) 1964.

La comunidad rupícola que tapiza las fisuras estrechas de cuarcitas y pizarras en exposiciones de solana, viene definida por la asociación *Bufonio willkommianae-Cheilanthes hispanicae* Rivas Goday 1955, descrita por RIVAS GODAY, S. & al. (24) en Despeñaperros. En las Sierras de Sotillo, Cambrón, en el Pico de la Desesperada y en el Collado de la Ginesa, hemos detectado esta comunidad sobre afloramientos cuarcíticos. De la última localidad presentamos el siguiente inventario. Área: 2 m², Cobertura: 30 %, Exposición: Oeste, Altitud: 800 m.s.n.m. 2 *Bufonia macropetala* Willk., 2 *Cheilanthes hispanica* Mett., 1 *Sedum brevifolium* DC., + *Ceterach officinarum* Willd. subsp. *officinarum*, + *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy, + *Jasione crispa* (Pourr.) Samp. subsp. *tomentosa* (A. DC.) Rivas-Mart. UTM 30S VH 04564248

Clase *Parietarietea*. Rivas-Martínez in Rivas-Goday 1964

Conjunto de comunidades formadas por casmófitos que tapizan paredes, fisuras y base de rocas con influencia nitrófila. En la zona de estudio hemos podido inventariar una comunidad que se desarrolla en algunos callejones entre riscos cuarcíticos en el collado de la

Ginesa, Santa Elena, que encuadramos en la asociación *Mucizonio hispidae-Galietum vallantiae* (Fotografía 2), donde son especies directrices *Sedum mucizonia* (Ortega) Raym.-Hamet (*Mucizonia hispida* DC. ex Batt. & Trab.) y *Galium verrocosum* Huds. (*Galium vallantiae* Weber). Como ejemplo presentamos en siguiente inventario. Área: 2 m², Cobertura: 80%, Altitud: 800 m.s.n.m. 5. *Sedum mucizonia* (Ortega) Raym.-Hamet, 1 *Galium verrucosum* Huds., + *Antirrhinum graniticum* Rothm., subsp. *onubensis* (Fernández-Casas) Valdés, + *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy, + *Jasione crispa* (Pourr.) Samp. subsp. *mariana* (Willk.) Rivas-Mart., + *Dianthus lusitanus* Brot. UTM 30S VH 04564248.



FOTOGRAFÍA 2. Vegetación saxícola de *Mucizonio hispidae-Galietum vallantiae*, Collado de la Ginesa, Santa Elena.

Aunque hemos seguido la última ordenación sintaxonómica propuesta por RIVAS-MARTÍNEZ & al. (12), esta asociación podría perfectamente situarse dentro de la clase *Phagnalo-Rumicetea indurati* (Rivas Goday & Esteve 1972) Rivas-Martínez, Izco & Costa 1973, a la vista de los taxones que acompañan a las especies características *Sedum mucizonia* (Ortega) Raym.-Hamet y *Galium verrucosum* Huds. en el inventario.

Clase *Phagnalo-Rumicetea indurati* (Rivas Goday & Esteve 1972) Rivas-Martínez, Izco & Costa 1973

Comunidades saxícolas de óptimo mediterráneo-iberoatlántico que coloniza taludes, derrubios y fisuras bajas de roquedos. Tiene una amplia representación dentro del piso mesomediterráneo en el dominio de los bosque perennifolios de *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. (*Quercus rotundifolia* Lam.) y *Quercus suber* L. o los semicaducifolios de *Quercus faginea* Lam. subsp. *broteroi* (P. Cout.) A. Camus. En el territorio estudiado hemos reconocido tres comunidades sobre sustratos silíceos incluibles en la alianza *Rumici indurati Dianthion lusitani* Rivas-Martínez, Izco & Costa ex Fuente 1986. En los taludes umbrosos sobre cuarcitas se presenta la asociación *Jasiono marianae-Dianthetum lusitani* Rivas Goday (1955) 1964, en exposiciones más abiertas tanto sobre pizarras como en cuarcitas la comunidad da paso a la asociación *Coincyo longirostri-Dianthetum lusitani* Melendo in Cano, Melendo & F. Valle 1997, en tanto que en las trincheras de caminos y carreteras con abundantes pizarras sueltas y cierta influencia nitrófila, se desarrolla la comunidad *Phagnalo saxatilis -Rumicetum indurati* Rivas-Martínez ex Navarro & C. Valle in Ruiz 1986.

La primera de las comunidades señaladas *Jasiono marianae-Dianthetum lusitani* Rivas Goday (1955) 1964 (Fotografía 3) ocupa siem-



FOTOGRAFÍA 3. Comunidad de *Jasiono marianae-Dianthetum lusitani*, roquedos cuarcíticos. Collado de la Ginesa, Santa Elena.

pre exposiciones de umbría, en taludes y ricos tapizando fisuras de cuarcíticas y pizarras silúricas. Es una asociación endémica de la subprovincia Luso-Extremadurensis; en el sector Toletano-Tagano como indica PÉREZ CHISCANO (25), abunda en los distritos Villuerquino y Montitoletano y en el sector Marianico-Monchiquense se presenta en los distritos Marianense y Guadalmeceño-Zujarensis. En nuestro territorio se presenta en las cascadas de la Cimbarra y el Cimbarrillo y en diversos afloramientos cuarcíticos entre Aldeaquemada y Venta de Cárdenas.

En el distrito Marianense dos plantas endémicas caracterizan esta asociación *Jasione crispa* (Pourr.) Samp. subsp. *mariana* (Willk.) Rivas-Mart. y *Digitalis mariana* Boiss. subsp. *mariana*, a los que acompañan táxones de mayor área como *Hieracium amplexicaule* L., *Dianthus lusitanus* Brot., etc. Como ejemplo de esta comunidades presentamos la tabla 1.

TABLA 1. *Jasione marianae-Dianthetum lusitani* (*Rumici indurati-Dianthion lusitani*, *Phagnalo saxatilis-Rumicetalia indurati*, *Phagnalo-Rumicetea indurati*)

Altitud	900	600	610
Área m ²	10	2	2
Cobertura %	40	30	40
Nº de especies	8	5	8
Nº de orden	1	2	3
Características			
<i>Dianthus lusitanus</i>	2	2	1
<i>Sedum mucizonia</i>	1	.	+
<i>Umbilicus rupestris</i>	1	.	.
<i>Jasione mariana</i>	+	1	1
<i>Digitalis mariana</i>	+	1	1
<i>Hieracium amplexicaule</i>	+	.	.
<i>Cheilantes hispanica</i>	+	.	1
<i>Linaria saxatilis</i>	1	.	.
<i>Asplenium billotii</i>	.	2	.
<i>Sedum brevifolium</i>	.	.	2
<i>Sedum dasyphyllum</i>	.	.	1
<i>Antirrhinum onubensis</i>	.	.	+

Localidades:

1. Aldeaquemada, Carretera (J-6.110), km 14, UTM 30SVH04634250.
2. La Cimbarra (Aldeaquemada) UTM 30SVH04674249.
3. Cascada del Cimbarrillo (Aldeaquemada) UTM 30SVH04684249

En medios ecológicos similares en cuanto al sustrato, en exposiciones sur y oeste, la asociación *Jasione marianae-Dianthetum lusitani* Rivas Goday (1955) 1964 se enriquece en los elementos heliófilos endémicos *Coincya longirostra* (Boiss.) Greuter & Bourdet, y *Antirrhinum graniticum* Rothm., subsp. *onubensis* (Fernández-Casas) Valdés, llegando *Jasione crispa* (Pourr) Samp. subsp. *mariana* (Willk.) Rivas-Mart. a desaparecer o hacerse testimonial. Esta comunidad ha sido descrita por CANO & al. (26), como *Coincya longirostri-Dianthetum lusitani* (Fotografía 4). Como ejemplo presentamos la tabla 2.



FOTOGRAFÍA 4. Comunidad de *Coincya longirostri-Dianthetum lusitani*, taludes pizarrosos, Cascada del Cimbarillo. Aldeaquemada.

Comunidades saxícolas

La asociación *Phagnalo saxatilis-Rumicetum indurati* Rivas-Martínez ex Navarro & C. Valle in Ruiz 1986, presenta una distribución muy amplia dentro de la subprovincia corológica Luso-Extremadurense. Su comportamiento ecológico es similar en todo el área, ocupando taludes, derrubios, desmontes y trincheras de bordes de caminos y carreteras. Es una asociación de marcado carácter viario y nitrófilo. En el distrito Marianense la comunidad alberga en su seno algunos elementos endémicos como *Dianthus crassipes* R. de Roer-

TABLA 2. *Coincyo longirostrae-Dianthetum lusitani* (*Rumici indurati-Dianthion lusitani*, *Phagnalo saxatilis-Rumicetalia indurati*, *Phagnalo-Rumicetea indurati*)

Altitud	670	600	610	713	800
Área m ²	4	2	5	2	2
Cobertura %	30	50	30	30	40
Nº de especies	11	13	14	16	16
Nº de orden	1	2	3	4	5
Características					
<i>Coincya longirostra</i>	2	1	2	1	1
<i>Dianthus lusitanus</i>	2	+	2	2	3
<i>Rumex induratus</i>	2	.	+	1	+
<i>Phagnalon saxatile</i>	1	2	+	3	1
<i>Digitalis mariana</i>	1	1	1	.	+
<i>Dianthus crassipes</i>	1	.	+	.	.
<i>Lactuca chondrilliflora</i>	+	.	+	.	.
<i>Umbilicus rupestris</i>	1	3	+	+	+
<i>Erysimum linifolium</i>					
subsp. <i>lagascae</i>	1	.	.	+	.
<i>Sedum album</i>	1	.	.	1	.
<i>Ranunculus spicatus</i>					
subsp. <i>blepharicarpos</i>	1	.	.	.	.
<i>Sedum mucizonia</i>	2	.	1	1	
<i>Melica minuta</i>	+	.	.	.	
<i>Jasione mariana</i>	.	.	+	.	.
<i>Ceterach officinarum</i>	.	.	.	+	.
<i>Asplenium trichomanes</i>	.	.	.	1	.

Localidades:

1. Venta de Cárdenas (Almuradiel) UTM 30SVH04564252.
2. La Cimbarra (Aldeaquemada) UTM 30SVH04674249.
3. Cascada del Cimbarillo (Aldeaquemada) UTM 30SVH04684249. 4.- La Cimbarra (Aldeaquemada) UTM 30SVH04674249.
5. Collado de la Ginesa (Santa Elena) UTM 30SVH04564248.

mer y *Sideritis lacaitae* Font Quer. Estos taxones representan una variante muy localizada ya que en otros ecótopos del mismo territorio hemos observado dicha comunidad sin estos elementos endémicos, motivo por el cual no creemos necesario proponer una nueva asociación. Como ejemplo presentamos el siguiente inventario: Área:

10 m², Cobertura 70 %, Altitud: 700 m.s.n.m. Características: 2 *Rumex induratus* Boiss. & Reuter, 3 *Phagnalon saxatile* (L.) Cass., 1 *Dianthus crassipes* R. de Roermer, 1 *Bituminaria bituminosa* (L.) C. H. Stirt., 1 *Sideritis lacaitae* Font Quer. Compañeras: 1 *Crupina vulgaris* Cass., 1 *Scorzonera angustifolia* L., + *Pallenis spinosa* (L.) Cass. subsp. *spinosa*. Localidad: Carretera (J- 6.110) (Aldeaquemada) UTM 30SVH04664251

B. VEGETACIÓN ANTROPÓGENA

Clase *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochov 1951

Comunidades de cobertura y porte elevados, dominados por hemicriptófitos, geófitos y plantas bianuales arrosetadas, que se desarrollan en suelos profundos y ricos en materias nitrogenadas, independientemente de la naturaleza del sustrato.

Las comunidades que comentaremos se extienden desde los pisos bioclimáticos termomediterráneo al supramediterráneo inferior. Estas formaciones vegetales son conocidas como cardales o tobales estando muy bien representados en la zona de estudio. Son formaciones herbáceas espinosas donde alguno de los componentes superan el metro y medio de altura, dominadas por cardos borriqueros y gordolobos, a los que acompañan hinojo, menta de burro, achicoria, etc. Es una vegetación propia de los suelos removidos, repaderos de ganado, antiguas eras, muladares, así como a lo largo de caminos y collados muy transitados. Es por tanto una vegetación ruderal-nitrófila incluida en el momento actual en el orden *Carthametalia lanati* Brullo in Brullo & Marcenò 1985. En función del sustrato se diferencian dos tipos de cardales en el área estudiada, los desarrollados sobre suelos básicos, cuya especie dominante es la *Onopordum nervosum* Boiss. y los que prosperan sobre suelos silicios o neutros en la que *Onopordum illyricum* L. es la especie más representativa.

El cardal basófilo definido por la asociación *Verbasco sinuati-Onopordetum nervosi* Br.-Bl. & O. Bolòs 1957 corr. Rivas-Martínez 1975. Es una de las pocas formaciones vegetales existentes en la

zona que nos permiten identificar la vegetación potencial que cubría las llanuras miocenas del sector Manchego y del que no quedan vestigios en la actualidad. Este bosque esclerófilo no es otro que el encinar mesomediterráneo definido por la asociación *Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martínez & al. 2002.

Es una comunidad que se desarrolla sobre suelos profundos de textura arcillosa, ampliamente distribuida por las subprovincias Bajoaragonesa (sector Barrenero-Monegrino), Castellana (sector Manchego) y Bética (sector Guadiciano-Baztetano). Como ejemplo de la asociación *Verbasco sinuati-Onopordetum nervosi* Br.-Bl. & O. Bolòs 1957 corr. Rivas-Martínez 1975, presentamos un inventario levantado en las antiguas eras de Torrenueva (Ciudad-Real). Área: 50 m², Cobertura: 50 %, Altitud: 700 m.s.n.m. Características: 2 *Onopordum nervosum* Boiss., 2 *Verbasco sinuatum* L., 3 *Carthamus lanatus* L., 1. *Centaurea calcitrapa* L., 2 *Cichorium intybus* L., 2 *Marrubium vulgare* L., 1 *Lactuca serriola* L., 2 *Foeniculum vulgare* Mill., 1 *Scolymus hispanicus* L., 1 *Hirschfeldia incana* (L.) Larg.-Foss. Localidad: Torrenueva. UTM 30SVH04674277.

Los cardales sobre suelos silíceos que hemos reconocido en el territorio, corresponden a la asociación *Verbasco pulverulenti-Onopordetum illyrici* (Inédita) propuesta por RIVAS-MARTÍNEZ (27) (Fotografía 5). Esta comunidad se presenta en las subprovincias Carpetano-Leonesa (sector Guadarrámico), Castellana (sectores Castellano-Duriense y Manchego sobre suelos de textura arenosa) y Luso-Extremadurensis (sector Marianico-Monchiquense). Como en el caso anterior, representa a etapas muy degradadas y con fuerte acción antrópogena de series de vegetación con ombroclima seco superior y subhúmedo (*Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae* sigmetum, *Sanguisorbo agrimonoidis-Quercetum suberis* sigmetum *Genisto hystricis-Quercetum rotundifoliae* sigmetum).

RIVAS-MARTÍNEZ (27) presenta una tabla con 12 inventarios de esta asociación tomados en distintos puntos de la provincia de Madrid, los cuales coinciden con los realizados por nosotros en la tabla nº 3, de las proximidades del Santuario de Nuestra Señora de las Virtudes (Santa Cruz de Mudela) y del Puerto de Cambrón, límite provincial de Ciudad-Real y Jaén, entre Castellar de Santiago y Aldeaquemada. Son plantas características de esta asociación: *Onopordum illyricum*



FOTOGRAFÍA 5. *Cardal silicícola* de *Verbascum pulverulenti-Onopordetum illyrici*, Santuario de Nuestra Señora de las Virtudes, Santa Cruz de Mudela.

L., *Verbascum pulverulentum* Vill., *Verbascum sinuatum* L., *Scolymus hispanicus* L., *Carlina corymbosa* L., etc.

Al comparar ambas tablas, observamos una total concordancia en cuanto a la composición florística y comportamiento ecológico, lo cual nos obliga a validar la asociación *Verbascum pulverulenti-Onopordetum illyrici* propuesta por Rivas-Martínez (1982 nom. nud.) Como inventario *syntipus* elegimos de la tabla presentada por RIVAS-MARTÍNEZ, el inventario nº 1 de la Casa de Campo (Madrid) que transcribimos y cuyas características son: Área: 20 m², Exposición: E, Altitud: 550 m.s.n.m. Características de asociación y unidades superiores: *Onopordum illyricum* L. 3.3, *Verbascum pulverulentum* Vills. 3.3, *Carthamus lanatus* L. +.2, *Scolymus hispanicus* L. 1.2, *Carduus bourgaeanus* Boiss. & Reuter 1.2, *Verbascum sinuatum* L. 1.1, *Silybum marianum* (L.) Gaertner +.2, *Carlina corymbosa* L. 1.2, *Picnemon acarna* (L.) Cass. +.2, *Verbascum pulverulentum* x *sinuatum* +.2, *Marrubium vulgare* L. +.2, *Hirschfeldia incana* (L.) Larg.-Foss. 1.1. Compañeras: *Hordeum murinum* L. subsp. *leporinum* (Link) Arcangeli 1.1, *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers. 1.1, *Avena barbata* Pott. ex Link 1.1.

TABLA 3. *Verbascum pulverulenti-Onopordetum illyrici* (*Onopordion nervosi*.
Carthametalia lanati. *Artimisietea vulgaris*).

Altitud	740	900
Área m ²	20	40
Cobertura %	70	60
Nº de especies	9	8
Nº de orden	1	2
Características		
<i>Onopordon illyricum</i>	3	3
<i>Verbascum sinuatum</i>	2	2
<i>Verbaascum pulverulentum</i>	1	+
<i>Scolymus hispanicus</i>	2	2
<i>Eryngium campestre</i>	2	+
<i>Carlina corymbosa</i>	1	+
<i>Carduus tenuiflorus</i>	1	2
<i>Picnomon acarna</i>	+	1
Compañeras:		
<i>Petrorhagia nanteuilli</i>	+	.

Localidades:

1. Santuario Nuestra Señora de las Virtudes (Santa Cruz de Mudela) UTM. 30SVH04624271.
2. Puerto del Cambrón, límite provincial entre Ciudad-Real y Jaén, UTM 30SVH04724259.

Clase *Pegano-Salsoletea* Br.-Bl., & O. Bolòs 1958.

Reúne comunidades fruticasas y camefíticas nitrófilas. Dentro de las Clase *Pegano-Salsoletea* en el territorio estudiado por nosotros sólo hemos podido detectar el matorral camefítico subnitrófilo perteneciente al orden *Helychriso stoechadis-Santolinetalia squarrosae* Peinado & Martínez-Parras 1984. Son comunidades de pequeño porte, ricas en plantas vivaces subnitrófilas, donde dominan taxones tales como *Santolina chamaecyparissus* L. subsp. *squarrosa* (DC.) Nyman, *Santolina rosmarinifolia* L subsp. *rosmarinifolia*, *Santolina rosmarinifolia* L subsp. *canescens* (Lag) Nyman, *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. subsp. *italicum*, *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don fil. subsp. *serotinum* (Boiss.) P. Fourn., *Marrubium supinum* L. Se sitúan en bordes de caminos y carreteras como orla de los matorrales mediterráneos de las clases *Rosmarinetea officinalis* Ri-

vas-Martínez & al. 2002 y *Cisto-Lavanduletea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940. Se trata de formaciones vegetales de los pisos bioclimáticos meso y supramediterráneo de ombroclima seco como señalan PEINADO, M. & J. M. MARTÍNEZ PARRAS (28), llegando en la Meseta superior al subhúmedo como señalan LADERO & al. (29). En estas comunidades cuando la nitrofilia desaparece, dan paso a los matorrales a los cuales sustituyeron como consecuencia de la acción antropógena. Se presentan ampliamente representadas en la subprovincia Castellana (sectores Castellano-Duriense y Manchego) y en la provincia Bética (sectores Malacitano-Almijareense y Subbético).

En función de la composición florística y de los factores ecológicos de clima y suelo, los inventarios levantado por nosotros aunque empobrecidos, deben ser incluidos en la asociación *Artemisio glutinosae* –*Santolinetum canescens* Peinado & Martínez-Parras 1984 (Fotografía 6). Se presenta sobre sustratos básicos, generalmente en las arcillas carbonatadas que afloran en las laderas de los cerros que forman las sierras del Acebuche y del Águila. En el tercio superior, estos cerros se encuentran coronados por formaciones ordovícicas y silúricas cuyos materiales sueltos, formados por pizarras y cuarcitas



FOTOGRAFÍA 6. Comunidad de *Artemisio glutinosae*-*Santolinetum canescens*, Santuario de Nuestra Señora de las Virtudes, Santa Cruz de Mudela.

recubren los sedimentos básicos, provocando una aparente mezcla de elementos basófilos y silicícolas que pueden llegar a confundir a los poco iniciados en el estudio de la vegetación. Para poder asignar estas formaciones vegetales a la asociación *Artemisio glutinosae* – *Santolinetum canescens* Peinado & Martínez-Parras 1984, ante la escasa representación de especies características, hemos recurrido a la etapa de pastizal, en cuya composición se encuentra un elevado número de especies basófilas, tales como: *Linum strictum* L., *Teucrium pseudochamaepestis* L., *Astericus aquaticus* (L.) Less., *Carduncellus cuatrecassi* G. López, *Klasea pinnatifida* (Cav.) Cass., etc. Cuando disminuye la influencia del hombre y los animales, estas formaciones dan paso a un matorral cuya planta dominante, el jaguarzo negro (*Cistus monspeliensis* L.), es un taxón indiferente edáfico que en el territorio estudiado lo mismo ocupa los suelos silíceos en función de la termicidad, como los básicos al ser el límite septentrional de su distribución geográfica en la Submeseta Sur. Esta comunidad es otra muestra más de la antigua vegetación climácica perteneciente a la serie *Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae* sigmetum. Como ejemplo de la comunidad comentada presentamos la tabla 4.

C. VEGETACIÓN SERIAL SUFRUTICOSA

Bajo esta denominación se incluyen las etapas seriales fruticosas formadas por caméfitos y nanofanerófitos que sustituyen a encinares, coscojares, alcornocales y quejigares en el territorio objeto de este trabajo.

Tomillares

Al ponerse en contacto los materiales silíceos de pizarras y cuarcitas con los suelos arcillosos-básicos hemos tenido la oportunidad de reconocer unos tomillares de pequeño porte muy alterados, donde se encuentran plantas tan representativas como *Helianthemum hirtum* (L.) Mill., *Teucrium gnaphalodes* L'Hér subsp. *gnaphalodes*, *Marrubium supinum* L., *Thymus zygis* Loebl., subsp. *sylvestris* Brot. y de los pastizales basófilos de sustitución: *Carduncellus cuatrecassii*

TABLA 4. *Artemisio glutinosae-Santolinetum canescentis* (*Santolinion pectinato canescentis*. *Helichryso stoechadis-Santolinetalia squarrosae*. *Pegano-Salsoletea*)

Altitud	800	800	880
Área m²	10	50	50
Cobertura %	40	70	60
Nº de especies	7	8	13
Nº de orden	1	2	3
Características			
<i>Santolina canescens</i>	2	3	3
<i>Thymus zygis</i>	2	+	2
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1	.	.
<i>Centaurea cordubensis</i>	1	.	1
<i>Klasea pinnatifida</i>	+	.	.
<i>Phlomis lychnitis</i>	+	.	.
<i>Carduncellus cuatrecasii</i>	+	.	+
<i>Ononis spinosa</i>	.	1	.
<i>Carlina corymbosa</i>	.	2	2
<i>Scolymus hispanicus</i>	.	1	.
<i>Asteriscus aquaticus</i>	.	1	.
<i>Salvia verbenaca</i>	.	1	.
<i>Cistus monspeliensis</i>	.	+	+
<i>Dactylis hispanica</i>	.	.	1
<i>Centaureum erythraea</i>	.	.	1
<i>Daucus carota</i>	.	.	+
<i>Thymus mastichina</i>	.	.	+
<i>Cistus ladanifer</i>	.	.	+
<i>Lavandula sampaoiana</i>	.	.	+
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	+
<i>Ruta montana</i>	.	.	+

Localidades:

1. Puerto de Castellar, Cerro Hormiguero (Torrenueva) UTM 30SVH04734272.
2. Nuestra Señora de las Virtudes, (Santa Cruz de Mudela) UTM 30SVH04614270.
3. Puerto de Castellar. Cerro de la Fontanica (Torrenueva) UTM 30SVH04714271.

G. López, *Klasea pinnatifida* (Cav.) Cass., *Astragalus glaux* L., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Orchis papilionacea* L., etc. Son especies indicadoras de las etapas más degradadas del encinar castellano-mancheño *Asparagus acutifolii-Quercetum rotundifoliae* Rivas-Martí-

nez & al. 2002. Los tomillares y pastizales de sustitución, en función de su composición florística y distribución, los incluimos en las asociaciones *Lino differentis* –*Salvietum lavandulifoliae* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969, *Poo bulbosae*–*Astragaletum sesamei* Rivas Goday & Ladero 1970 y *Velezio rigidae*–*Astericetum aquaticae* Rivas Goday 1964, respectivamente.

Ahulagar-jaral y jaral-brezal silicícolas

En las sierras del Acebuche y el Águila sobre sedimentos silíceos de pizarras y cuarcitas, los encinares y coscojares dan paso a un aulagar-jaral donde son plantas características *Cistus ladanifer* L. subsp. *ladanifer*, *Cistus monspeliensis* L., *Genista hirsuta* Vahl subsp. *hirsuta*, *Lavandula stoechas* L. subsp. *sampaioana* Rozeira e incluso *Erophaca baetica* (L.) Boiss. (*Astragalus lusitanicus* Lam.). Se trata, por tanto, de un aulagar-jaral enriquecido en algún elemento termófilo como *Cistus monspeliensis*. Esta comunidad es muy abundante en el piso mesomediterráneo de ombroclima seco superior e incluso subhúmedo en la subprovincia Luso-Extremadurensis. Aunque no hemos podido levantar buenos inventarios, sí podemos afirmar que este matorral pertenece a la subasociación *Genisto hirsutae*–*Cistetum ladaniferi* *cistetosum monspeliensis* Rivas Goday 1964 (Fotografía 7). Dicha comunidad está ampliamente extendida por sector Marianico-Monchiquense, quedando circunscrita a las intercalaciones de calizas cámbricas en el sector Toletano–Tagano.

El jaral–brezal es una etapa de sustitución que reemplaza a los alcornocales y madroñales mesomediterráneos de ombroclima subhúmedo pertenecientes a las asociaciones *Sanguisorbo agrimonioidis* –*Quercetum suberis* Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1960 y *Phillyreo angustifoliae*–*Arbutetum unedonis* Rivas Goday & Galiano in Rivas Goday & al. 1960, respectivamente. Se encuentran muy bien representados en las sierras del Sotillo y el Cambrón y, en general, en toda Sierra Morena. Ocupan los derrubios de ladera formados por cuarcitas y pizarras paleozoicas, generalmente en exposiciones de solana y, en algunas ocasiones, esta comunidad fruticosa se desarrolla bajo los pinares de repoblación. Son plantas características: *Erica australis* L., *Cistus ladanifer* L., *Erophaca baetica* (L.) Boiss.,



FOTOGRAFÍA 7. *Aulagar-jaral* termófilo de *Genisto hirsutae*-*Cistetum ladaniferi cistosum monspeliensis*, Santuario de Nuestra Señora de las Virtudes, Santa Cruz de Mudela.

Lavandula stoechas L. subsp. *luisieri* (Rozeira) Rozeira, *Rosmarinus officinalis* L., *Thymus mastichina* (L.) L. subsp. *mastichina*, *Halimium umbellatum* (L.) Spach subsp. *viscosum* (Willk.) O. Bolòs & Vigo, lo cual nos sirve para definir la asociación *Erico australis-Cistetum ladaniferi* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1964.

Jaguarzales

En las umbrías más frescas de las sierras antes comentadas y en el piso mesomediterráneo con ombroclima subhúmedo medio y superior, el jaral-breza de sustitución de alcornocales y madroñales da paso a un jaguarzal cuya especie dominante la jara cervuna *Cistus populifolius* L. subsp. *populifolius* está acompañada por otras especies de carácter atlántico, aunque mucho más escasas, como *Polygala microphylla* L., *Erica umbellata* Loebl. ex L., *Thymelaea villosa* (L.) Endl. Este tipo de matorral pertenece a la asociación *Polygalo microphyllae-Cistetum populifolii* Rivas Goday 1964. Como señala RIVAS GODAY (30), esta comunidad es abundante en todo el sector Toletano-Tagano y la parte central del sector Marianico-Monchiquense. La

distribución corológica de las plantas antes indicadas, herborizadas por diversos botánicos y recogidas por MARTÍN BLANCO y CARRASCO (10) del distrito Marianense, nos permite afirmar que la asociación *Polygalo microphyllae-Cistetum populifolii* tiene su límite oriental en este territorio.

Del distrito Marianense ha descrito VELASCO (31) la comunidad *Teucrio mariani-Cistetum laurifolii* A. Velasco 1981 como etapa serial del los alcornocales y quejigares. Posteriormente CANO & al. (32) de las mismas localidades describen la subasociación *centaureetosum citricoloris* Cano & al. 2004. Nosotros consideramos que ambos sintáxones son elementos compañeros de la asociación *Polygalo microphyllae-Cistetum populifolii* Rivas Goday 1964. Cuando se visita el Collado de los Jardines y aledaños se puede observar que la etapa serial de quejigar y alcornocal umbrófilo es un matorral dominado por *Cistus populifolius* L. subsp. *populifolius*, y la presencia de *Cistus laurifolius* L. es puramente testimonial.

RUÍZ DE LA TORRE & RUÍZ DEL CASTILLO (33) publicaron hace treinta años un inventario florístico que se ajusta en su totalidad al complejo de vegetación existente en la actualidad; incluso el taxon *Centaurea* sp. incluido por los autores, puede corresponder a *Centaurea citricolor* Font Quer o a *Centaurea cordubiensis* Font Quer, ambos recogidos por nosotros en estas localidades y en los mismos biotopos. Los endemismos *Teucrium oxylepis* Font Quer subsp. *marianum* Ruiz de la Torre & Ruiz del Castillo, *Centaurea citricolor* Font Quer y *Centaurea cordubiensis* Font Quer, forman parte de la vegetación de orla de bosque, incluible en la clase *Trifolio-Geranietea*. Nuestra opinión sobre este tipo de comunidades será expresada al tratar de la vegetación herbácea de los linderos de bosque.

D. VEGETACIÓN SERIAL ARBUSTIVA Y DE MARGEN DE BOSQUE

La forman comunidades seriales y de margen de bosque o comunidades arbustivas permanentes edafoxerófilas sobre sustratos pobres en bases, dominados fundamentalmente por leguminosas. Se distribuyen por los territorios luso-extremadurenses, salmantinos, guadarrámicos y lusitano-durienses en los pisos termo y mesomediterráneos secos. En la zona de estudio, este tipo de comunidades

forma parte de la serie de los encinares luso-extremadurenses *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae* sigmetum en su faciación típica mesomediterránea. Los retamares pertenecientes a la asociación *Retamo sphaerocarphae-Cytisetum bourgaei* Rivas-Martínez & Belmonte ex Capelo 1996, se encuentran muy alterados y sólo en algún erial es posible observar el elemento más representativo *Retama sphaerocarpha* (L.) Boiss. Este tipo de vegetación la hemos visto en las faldas de las sierras del Acebuche y del Águila así como en las proximidades de Castellar de Santiago.

En los riscos pizarrosos y cuarcíticos de Sierra Morena se presenta la comunidad edafoxerófila *Genistetum polyanthi* RIVAS-MARTÍNEZ & BELMONTE EX CAPELO & AL 1996 (Fotografía 8), caracterizada por la presencia de la aulaga brava *Genista polyanthos* Willk. subsp. *polyanthos*. Es una comunidad de distribución mariánico-monchiquense, desarrollada sobre litosuelos. Como señala CANO & AL. (32) es un hábitat fragmentado con un bajo número de especies características que comparten este biotopo. Como ejemplo presentamos la Tabla 5.

TABLA 5. *Genistetum polyanthi* (*Retamion sphaerocarphae*. *Cytisetalia scopario-striati*. *Cytisetea scopario-striati*).

Altitud	780	600
Área m²	10	20
Cobertura %	30	30
Nº de especies	7	4
Nº de orden	1	2
Características		
<i>Genista polyanthos</i>	2	2
<i>Cistus ladanifer</i>	1	+
<i>Lavandula sampaioana</i>	+	1
<i>Erophaca baetica</i>	+	.
<i>Urginea maritima</i>	1	+
Compañeras		
<i>Phillyrea angustifolia</i>	+	.
<i>Conopodium ramosum</i>	+	.

Localidades:

1. Sierra Morena, Collado de la Ginesa (Santa Elena) UTM 30SVH04564248.
2. Cascada del Cimbarrillo (Aldeaquemada) UTM 30SVH04684249.



FOTOGRAFÍA 8. *Comunidad de Genistetum polyanti, roquedos cuarcíticos. Collado de la Ginesa, Santa Elena.*

E. BOSQUES Y ARBUSTEDAS EDAFOHIGRÓFILOS RIPARIOS

El territorio que hemos estudiado se encuentra recorrido en mayor o menor longitud por los ríos Jabalón, Guarrizas y Despeñaperros, el primero afluente del río Guadiana y los otros dos servidores del Guadalquivir. Junto a ellos una serie de arroyos menores que contribuyen a formar la red hidrográfica, destacando por su vegetación riparia los de Martín Pérez en el término de Aldeaquemada y el de Cuchareros en el de Santa Elena. Al comentar los bosques de ribera no podemos dejar de resaltar los bellos parajes naturales que forman las cascadas de la Cimbarra y el Cimbarillo, sobre el río Guarrizas y el arroyo de Martín Pérez respectivamente.

La vegetación que circunda estos cursos de agua se incluyen dentro de los que se denominan olmedas, frenadas, alisedas, tamujares y adelfares. Estos tipos de vegetación tienen en común el estar ligados a la humedad edáfica y forman, en su conjunto, el complejo ripario cuya ordenación linear esta ligada a la oscilación del nivel freático.

Olmedas

Se trata de una vegetación edafohigrófila que marca el borde exterior del bosque ripario, con unas necesidades hídricas menores que las choperas. Están representadas por un bosque de talla media, donde la especie dominante es *Ulmus minor* Mill. En toda la región Mediterránea las olmedas naturales se asientan sobre suelos básicos, sin embargo, el olmo es una especie que se naturaliza con facilidad en los suelos de vega independientemente del sustrato, de ahí su presencia en las proximidades de los núcleos urbanos y bordes de carreteras. En el territorio estudiado, restos de este tipo de vegetación pueden verse hoy en día en las vegas del río Jabalón, próximo a la Ermita Virgen de la Cabeza (Torrenueva). Se trata de una olmeda muy alterada donde sólo se conserva, del conjunto de especies características, *Ulmus minor* Mill. Esta vegetación arbolada se ve sometida a un elevado grado de nitrificación y alberga en su interior las comunidades escionitrófilas anuales de *Geranio pusilli*-*Anthriscion caucalidis* Rivas-Martínez 1978 y vivaces de *Myrrhoidi nodosae*-*Allirietum petiolatae* Rivas-Martínez & Mayor ex Fuente 1986. En los linderos de la olmeda crece un cardal ligado a la humedad edáfica de *Carduo bourgaeanae*-*Silybetum mariani* Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez & al. 1992.

Aunque no hemos observado en este lugar algunas especies características como *Arum italicum* Mill., *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande y *Opopanax chironium* W. D. J. Koch, señaladas por BELLOT & al. (34), consideramos que esta olmeda debe ser incluida en la asociación *Opopanax chironii*-*Ulmetum minoris* Bellot & al. 1979. Tal aseveración está ligada al sustrato básico sobre el que se encuentra la comunidad, así como a distribución dentro de los sectores Celtibérico-Alcarreño y Manchego de la especie directriz *Opopanax chironium* W. D. J. Koch. La presencia de este taxon en la zona, lo confirman las citas de Santa Cruz de Mudela (MA 179121) recogida por BORJA y la de Villahermosa-Villanueva de la Fuente (MAF 79939) recolectada por RIVAS GODAY, BORJA, LADERO, VALDÉS, GÓMEZ y CALONGE, ambas localidades en la cuenca del río Jabalón.

Fresnedas

Hemos observado este tipo de vegetación en las vegas de los ríos Guarrizas y Despeñaperros, así como a lo largo de los arroyos de Martín Pérez y Cuchareros. Se trata de formaciones boscosas asentadas en los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneos. En función de la composición florística, estas formaciones vegetales pertenecen a la asociación *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez & al. 1980. Es una comunidad silicícola de aguas finas donde se encuentra un elevado porcentaje de elementos higrófitos: *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *angustifolia*, *Ranunculus ficaria* L., subsp. *ficaria* (*Ficaria ranunculoides* Roth), *Celtis australis* L., *Ruscus aculeatus* L., etc. En la cascada de la Cimbarra junto a un antiguo molino hoy derruido, se encuentran algunas higueras de gran porte que contribuyen a aumentar el carácter nemoral de la comunidad, a la vez que permiten el establecimiento de un tapiz de *Smyrniium olusatrum* L. que nos indica el fuerte impacto que sufre este bello paraje natural.

Como ejemplo de asociación *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae* Rivas-Martínez & Costa in Rivas-Martínez & al. 1980 presentamos el siguiente inventario Área: 100 m², Cobertura: 70 %, Altitud: 610 m.s.n.m. 3 *Fraxinus angustifolia* Vahl, 2 *Ranunculus ficaria* L. subsp. *ficaria*, 2 *Ruscus aculeatus* L., 1 *Celtis australis* L., 1 *Paeonia broteroi* Boiss. & Reuter, + *Daphne gnidium* L., 1 *Nerium oleander* L. subsp. *oleander*, 1 *Flueggea tinctoria* (L.) G. L. Webster, + *Phillyrea latifolia* L. Localidad: Arroyo de Martín Pérez, (Aldeaque-mada). UTM 30SVH04674249

Alisedas

Las alisedas forman la banda interior de la vegetación arbolada a lo largo de los cursos de agua, son comunidades muy exigentes en cuanto al aporte hídrico; una sequía prolongada del periodo estival puede provocar la desaparición de esta comunidad.

RIVAS GODAY (30) presenta la tabla nº 86 que refiere a la asociación *Alneto-Fraxinetum oxycarpae* var. *marianicum*, donde alguno de los inventarios están tomados en la comarca de Despeñaperros y en

distintos puntos de la Cordillera Mariánica. Estos bosques de galería se encuentran en los pisos bioclimáticos mesomediterráneo y termomediterráneo superior.

En la sintaxonomía actual la comunidad denunciada por RIVAS GODAY corresponde en su totalidad a la asociación *Scrophulario scorodoniae-Alnetum glutinosae* Br.-Bl., P. Silva & Rozeia 1956. Son características territoriales: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, *Vitis vinifera* L. var. *sylvestris* (C. C. Gmelin) Hegi., *Osmunda regalis* L., *Hypericum androsaemum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Hudson) Beauv. Dentro de la zona de estudio, las alisedas se encuentran bien estructuradas a lo largo de los ríos Guarrizas y Despeñaperros y en el arroyo de Martín Pérez. Como ejemplo de esta comunidad presentamos el siguiente inventario: Área: 100 m², Cobertura: 90%, Altitud: 750 m.s.n.m. 4 *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, 2 *Vitis vinifera* L. var. *sylvestris* (C. C. Gmelin) Hegi., 2 *Carex pendula* Huds., 1 *Bryonia dioica* Jacq., 2 *Rubus ulmifolius* Schott, 1 *Rucus aculeatus* L., 1 *Quercus faginea* Lam. subsp. *broteroi* (Cout.) A. Camus. Localidad: Cascada del Cimbarillo, Arroyo de Martín Pérez, UTM 30SVH 04684249.

Tamujares y adelfares

Con el fin de completar el comentario sobre la vegetación de galería que circunda los arroyos y ríos de la zona, debemos mencionar las comunidades arbustivas de porte medio que se sitúan en el cinturón exterior de la geoserie riparia y que son conocidas como tamujares y adelfares en función de las dos especies directrices, la tamuja *Flueggea tinctoria* (L.) G. L. Webster y la adelfa, *Nerium oleander* L. subsp. *oleander*. Ambas especies conviven en el mismo nicho ecológico e incluso se disputan el espacio.

El tamujar es un matorral espinoso silicícola que ocupa la orla exterior del bosque ripario y aguanta perfectamente el prolongado estiaje en la subprovincia Luso-Extremadurensis; prueba de ello es que termina siendo la única formación leñosa que bordea los cursos de agua. El tamujar es una de las formaciones que mejor definen esta subprovincia en los pisos meso y termomediterráneo. Esta comunidad corresponde a la asociación *Flueggeum tinctoriae* (Rivas

Goday 1964) Rivas-Martínez & Rivas Goday 1975. Los tamujares son abundantes en todos los arroyos tributarios de los ríos Jabalón, Guarrizas y Despeñaperros.

Como ejemplo de tamujar, presentamos el siguiente inventario. Área: 100 m², Cobertura: 70 %, Altitud: 631 m.s.n.m. 3 *Flueggea tinctoria* (L.) G. L. Webster, 1 *Arum italicum* Mill., 1 *Rubus ulmifolius* Schott, 1 *Rosa canina* L., 1 *Asphodelus aestivus* Brot., 1 *Cistus monspeliensis* L., + *Quercus ilex* L., subsp. *ballota* (Desf.) Samp. Localidad: Arroyo de Martín Pérez, aguas arriba de la cascada del Cimbarillo (Aldeaquemada), UTM. 30SVH 04684249.

La distribución del adelfar está ligada a la termicidad ya que no aguenta las heladas fuera del periodo invernal siendo, por tanto, una vegetación de óptimo termomediterráneo. Su presencia en el piso mesomediterráneo inferior se limita a riberos muy abrigados y su distribución en el territorio queda limitada a los arroyos y ríos de la cuenca del Guadalquivir. CANO & VALLE (35) describen para el distrito Marianense una comunidad riparia de sauces y adelfas a la que denominan *Nerio oleandri-Salicetum pedicellatae* Cano & F. Valle 1990. Son plantas características de esta comunidad observadas en el área de estudio: *Salix pedicellata* Desf., *Salix salviifolia* Brot., *Nerium oleander* L., *Rubus ulmifolius* Schott., *Vitis vinifera* L. var. *sylvestris* (C. C. Gmelin) Hegi. Como ejemplo presentamos el siguiente inventario. Área: 50 m², Cobertura: 80%, Altitud 600 m.s.n.m. Especies características: 3 *Nerium oleander* L., 2 *Salix pedicellata* Desf., 2 *Rubus ulmifolius* Schott, 1 *Tamus communis* L., + *Ruscus aculeatus* L. Compañeras: + *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, + *Osyris alba* L., + *Fraxinus angustifolia* Vahl. Localidad: Arroyo de Martín Pérez, aguas debajo de la cascada del Cimbarillo (Aldeaquemada). UTM 30SVH 04684249.

F. BOSQUES Y ARBUSTEDAS CLIMATÓFILOS MEDITERRÁNEOS

Bajo esta denominación incluimos los bosques esclerófilos y marcescentes cuyas etapas maduras corresponden a encinares, alcornoques y quejigares. También incluiremos dentro de este epígrafe la maquia preclimácica correspondiente a los coscojares.

Encinares

Tienen cierta representación en la mitad septentrional del área de estudio sobre sustratos silíceos, faltando por completo en los suelos básicos. Los encinares silicícolas se encuentran bajo la forma de monte adhesionado y, por tanto, son formaciones vegetales generadas por el hombre buscando un aprovechamiento racional mediante la ganadería. Se trata de un bosque hueco donde la eliminación del sotobosque junto a un aclareo del estrato arbóreo, han dado paso a la instalación de pastizales de pequeña talla pero de alto valor trofógeno cuyas especies características son *Poa bulbosa* L. y *Trifolium subterraneum* L., junto a un elevado número de leguminosas anuales que contribuyen a mejorar la calidad del pastizal. Son los clásicos majadales de amplia representación en toda la subprovincia Luso-Extremadurensis. Los encinares adhesionados ocupan cierta extensión entre las sierras del Águila y del Acebuche. Se observa una cierta recuperación del encinar en la ladera norte de la Sierra del Águila y en la umbría del Cambrón. Como ejemplo de este tipo de vegetación presentamos la tabla 6.

Los encinares, coscojares, matorrales y retamares sobre suelos básicos han desaparecido como consecuencia de la implantación de viñedos, olivares y cultivos cerealistas. El grado de alteración del medio es tal, que sólo en algún pequeño erial de la Sierra del Acebuche hemos encontrado plantas de pastizal bioindicadoras de la serie *Asparago acutifolii-Querceto rotundifoliae* sigmetum.

Coscojares

Los coscojares representan la etapa preclimática de los encinares mesomediterráneos de ombroclima seco sobre sustratos silíceos. Es una maquia preforestal densa que corona los cerros de las sierras del Acebuche y del Águila, cuyo elemento dominante es *Quercus coccoifera* L. Como etapa serial se encuentra un jaral cuyas especies más representativas son *Cistus monspeliensis* L., *Cistus ladanifer* L. y *Lavandula sampaioana* Rozeira. Los coscojares silicícolas pertenecen a la asociación *Hyacinthoido hispanicae-Quercetum coccoiferae* (Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1960) Peinado & Martínez-Parras 1985. Como ejemplo de este tipo de coscojar presentamos la tabla 7.

TABLA 6. *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae* (*Paeonio broteroi-Quercenion rotundifoliae*. *Quercion broteroi*. *Quercetalia ilicis*. *Quercetea ilicis*).

Altitud	940	750	880	904
Área m ²	100	500	500	500
Cobertura %	70	70	70	80
Nº de especies	13	10	12	19
Nº de orden	1	2	3	4
Características				
<i>Quercus rotundifolia</i>	3	3	2	4
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	2	+	1
<i>Quercus coccifera</i>	+	2	2	+
<i>Daphne gnidium</i>	1	.	+	.
<i>Crataegus monogyna</i>	+	+	.	+
<i>Phillyrea angustifolia</i>	.	.	1	1
<i>Osyris alba</i>	.	.	.	+
<i>Quercus broteroi</i>	.	.	.	+
<i>Phillyrea latifolia</i>	.	.	.	+
<i>Pyrus boourgaeana</i>	.	.	.	+
<i>Teucrium fruticans</i>	.	.	.	+
Compañeras				
<i>Cistus albidus</i>	2	.	.	+
<i>Cistus monspeliensis</i>	2	1	2	1
<i>Stipa gigantea</i>	2	.	.	.
<i>Arrhenatherum baeticum</i>	1	.	.	.
<i>Lavandula sampaoiana</i>	2	.	1	1
<i>Thymus mastichina</i>	+	.	1	1
<i>Pimpinella villosa</i>	+	.	.	.
<i>Cytisus scoparius</i>	+	.	1	+
<i>Thymus zygis</i>	.	1	.	.
<i>Asphodelus microcarpus</i>	.	+	1	1
<i>Retama sphaerocarpa</i>	.	+	.	.
<i>Phlomis lychnitis</i>	.	+	.	.
<i>Phlomis herba-venti</i>	.	+	.	.
<i>Halimium viscosum</i>	.	.	+	+
<i>Cistus salviifolius</i>	.	.	+	.
<i>Cistus ladanifer</i>	.	.	.	2
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	.	2
<i>Biarum galiani</i>	.	.	.	+
<i>Asphodelus ramosus</i>	.	.	.	+

Localidades:

1. Puerto de Torrenueva (Castellar de Santiago) UTM 30SVH04754268.
2. Sierra del Acebuche (Torrenueva) UTM 30SVH04664272.
3. Sierra del Aguila (Torre de Juan Abad) UTM 30SVH04654270.
4. Sierra del Cambrón – Puerto del Cambrón (Castellar de Santiago) UTM 30SVH04724259

TABLA 7. *Hyacinthoido hispanicae-Quercetum cocciferae* (*Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae*. *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*. *Quercetea ilicis*).

Altitud	880	840	825	799
Área m²	100	100	500	500
Cobertura %	80	80	80	70
Nº de especies	7	10	12	20
Nº de orden	1	2	3	4
Características				
<i>Quercus coccifera</i>	4	4	4	3
<i>Quercus rotundifolia</i>	2	2	2	1
<i>Asparagus acutifolius</i>	+	1	2	1
<i>Daphne gnidium</i>	.	.	.	+
<i>Jasminum fruticans</i>	.	.	.	+
<i>Rubia peregrina</i>	.	.	.	+
<i>Carex distachya</i>	.	.	.	+
<i>Biarum galiani</i>	.	.	.	1
Compañeras				
<i>Cistus monspeliensis</i>	3	2	.	2
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1	.	1	1
<i>Thymus zygis</i>	1	1	+	+
<i>Dorycnium penthaphyllum</i>	+	.	.	.
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	2	.	.
<i>Cistus albidus</i>	.	+	.	.
<i>Ruta montana</i>	.	1	.	.
<i>Phlomis lychnitis</i>	.	+	+	+
<i>Teucrium pseudochamaeipyitis</i>	.	+	.	+
<i>Retama sphaerocarpa</i>	.	.	1	.
<i>Stipa bromoides</i>	.	.	+	1
<i>Marrubium supinum</i>	.	.	+	.
<i>Urginea maritima</i>	.	.	+	.
<i>Lavandula sampaioana</i>	.	.	+	.
<i>Orchis papilionacea</i>	.	.	+	.
<i>Cistus ladanifer</i>	.	.	.	+
<i>Asteriscus aquaticus</i>	.	.	.	+
<i>Helianthemum hirtum</i>	.	.	.	1
<i>Thapsia villosa</i>	.	.	.	+
<i>Teucrium gnaphalodes</i>	.	.	.	+
<i>Klasea morardii</i>	.	.	.	+

- Localidades:
1. Puerto del Castellar, Cerro Hormiguero (Torrenueva), UTM 30SVH 04734271.
 2. Santuario Nuestra Señora de las Virtudes. Sierra del Águila (Torre de Juan Abad) UTM 30SVH04624270.
 3. Cerro Guachin, Sierra del Acebuche (Torrenueva) UTM 30SVH 04664272.
 4. Rambla de los Clérigos (Torre de Juan Abad) UTM 30SVH04664272.

Los coscojares al igual que los encinares sobre sustratos básicos han desaparecido y en su lugar observamos algunas especies de tomillar y pastizal que se comportan como bioindicadores de las etapas seriales más degradadas de la serie *Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae* como: *Orchis papilionacea*, L. *Helianthemum hirtum* (L.) Mill., *Teucrium gnaphalodes* L'Hér subsp. *gnaphalodes*, *Teucrium pseudochamaepytis* L., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less.

Alcornocales

Son bosques planifolios esclerófilos mesomediterráneos desarrollados sobre sustratos silíceos profundos de ombroclima subhúmedo-húmedo. Definido por la asociación *Sanguisorbo agrimonioidis-Quercetum suberis* Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1960. Representan la etapa madura de gran parte de los bosques de la Sierra Morena Oriental y su areal coincide con el de la subprovincia Luso-Extremadurensis. En la zona de estudio ocupa las laderas meridionales de la Sierra del Sotillo y los barrancos de toda la Sierra Morena en función de la orientación. Estos bosques climácicos se encuentran enriquecidos por una maquia de 2 a 3 metros con predominio de arbustos de hojas lustrosas, donde sobresalen *Arbutus unedo* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia lentiscus* L. y *Erica arborea* L. Esta etapa preforestal se denomina madroñal o charnecal en función de la exposición; en las orientaciones norte por debajo de los 900 m se encuentra la asociación *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis* Rivas Goday & Galiano in Rivas Goday & al. 1960. En las exposiciones de solana el alcornocal se enriquece en elementos termófilos que definen la subasociación *Phillyreo angustifoliae-Arbutetum unedonis pistacietosum lentisci* Pérez Chiscano 1976. A lo largo de la carretera local (J-6.110) que une Aldeaquemada con Las Correderas, se encuentran alcornocales bien estructurados, madroñales y brezal-jarales como etapas más degradadas, a las que han contribuido las distintas repoblaciones con coníferas. Como ejemplo de este tipo de comunidad presentamos la tabla 8.

TABLA 8. *Sanguisorbo agrimoniodis-Quercetum suberis* (*Quercenion broteroi*.
Quercion broteroi, *Quercetalia ilicis*. *Quercetetea ilicis*).

Altitud	875	840
Área m²	500	500
Cobertura %	80	60
Nº de especies	17	13
Nº de orden	1	2
Características		
<i>Quercus suber</i>	3	2
<i>Arbutus unedo</i>	2	+
<i>Quercus broteri</i>	1	+
<i>Daphne gnidium</i>	1	1
<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	+
<i>Erica arborea</i>	3	1
<i>Quercus rotundifolia</i>	+	.
<i>Phillyrea angustifolia</i>	1	.
<i>Thapsia nitida</i>	+	.
Compañeras		
<i>Erica australis</i>	1	1
<i>Cistus ladanifer</i>	1	2
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1	2
<i>Lavandula luisieri</i>	1	2
<i>Thymus mastichina</i>	.	+
<i>Cistus populifolius</i>	2	+
<i>Cistus albidus</i>	.	+
<i>Calluna vulgaris</i>	1	.
<i>Halimium viscosum</i>	+	.
<i>Astragalus lusitanicus</i>	+	.
<i>Asphodelus ramosus</i>	+	.

Localidades:

1. Sierra Morena, Loma del Lentisco (Aldeaquemada) UTM 30SVH04644250.
2. Sierra Morena, Solana de la Desesperada (Aldeaquemada) UTM 30SVH 04644250

Quejigares

La etapa madura de esta formación vegetal es un bosque marcescente de talla media caracterizado por el dominio de *Quercus faginea*

Lam. subsp. *faginea* y/o *Quercus faginea* Lam. subsp. *broteroi* (Cout.) A. Camus. El estrato arbóreo se enriquece en elementos esclerófilos y caducifolios dependiendo de la naturaleza del sustrato. En la zona de estudio sobre sustratos silíceos, el bosque presenta elementos esclerófilos *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp, *Quercus suber* L. y elementos caducifolios *Quercus pyrenaica* Willd., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz y *Acer monspesulanum* L. subsp. *monspessulanum*. En estas formaciones vegetales juegan un papel importante por su abundancia y significación ecológica los componentes de la etapa preclimácica de madroñal, constituida por cornicabras (*Pistacia terebinthus* L.), madroñas (*Arbutus unedo* L.), aladiernos (*Phillyrea latifolia* L.) y durillos (*Viburnum tinus* L.) En cuanto al sotobosque las diferencias florísticas son muy marcadas en función del sustrato; en los suelos silíceos son frecuentes *Paeonia broteri* Boiss. & Reuter, *Thapsia nitida* Lacaita, *Magydaris panacifolia* (Vahl) Lange, *Teucrium fruticans* L., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *Genista tournefortii* Spach subsp. *tournefortii*

El quejigar que hemos estudiado desarrollado sobre sustratos ordovícicos de pizarras y cuarcitas, ocupa siempre exposiciones de umbría encontrando su óptimo por encima de los 800 m. Estos quejigares definidos por la asociación *Pistacio terebinthi-Quercetum broteroi* Rivas Goday in Rivas Goday & al. 1969 se presentan en el piso mesomediterráneo superior de ombroclima subhúmedo-húmedo de la subprovincia Luso-Extremadurensis. Su areal dentro de esta unidad biogeográfica se circunscribe en el sector Toletano-Tagano a los distritos Villuerquino y Montitoletano y a todo sector Marianico-Monchiquense.

Hemos observado quejigares bien estructurados en la umbría de los collados de los Jardines y de la Ginesa término de Santa Elena, en la umbría de los arroyos de la Sarga y Martín Pérez, en Aldeaque-mada. En este último lugar, como consecuencia de fragosidad unido al carácter petrano con gran cantidad de lajas, el quejigar ha sido sustituido por un enebreal de *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *badia* (H. Gay) Debeaux, comportándose como una variante edafoxerófila del mismo.

TABLA 9. *Pistacio terebinthi-Quercetum broteroi*. (*Quercion broteroi*. *Quercetalia ilicis*. *Quercetea ilicis*).

Altitud	742	940	940	939	710
Área m ²	50	100	200	500	500
Cobertura %	80	70	70	70	80
Nº de especies	20	12	15	21	9
Nº de orden	1	2	3	4	5
Características					
<i>Quercus broteroi</i>	3	3	4	3	1
<i>Pistacia terebinthus</i>	1	2	+	1	2
<i>Quercus suber</i>	2	2	1	.	.
<i>Phillyrea angustifolia</i>	1	.	+	1	.
<i>Paeonia broteroi</i>	1	2	+	1	.
<i>Thapsia nitida</i>	1	1	+	.	.
<i>Erica arborea</i>	+	2	2	2	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	1	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	1	.	.	.	.
<i>Scrophularia scorodonia</i>	+	.	+	1	.
<i>Tamus communis</i>	+	.	.	.	.
<i>Magydaris panacifolia</i>	+	.	.	.	.
<i>Teucrium fruticans</i>	+	.	.	.	.
<i>Daphne gnidium</i>	+	.	.	.	.
<i>Pyrus bourgaeana</i>	+	.	.	.	.
<i>Arbutus unedo</i>	.	1	2	2	.
<i>Viburnum tinus</i>	.	1	.	+	.
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	1	+	+	.
<i>Genista tournefortii</i>	+	.	.	.	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	.	1	1	.
<i>Phyllirea latifolia</i> sbsp. <i>media</i>	.	.	1	2	+
<i>Rubia peregriana</i>	.	.	+	.	.
<i>Quercus pyrenaica</i>	.	.	+	.	.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	.	+	+	3
<i>Acer monspessulanus</i>	.	.	.	1	.
<i>Sorbus torminalis</i>	.	.	.	+	.
<i>Lonicera etrusca</i>	.	.	.	1	.
<i>Quercus rotundifolia</i>	.	.	.	.	1
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	.	.	.	.	+

TABLA 9 (continuación). *Pistacio terebinthi-Quercetum broteroi*. (*Quercion broteroi*. *Quercetalia ilicis*. *Quercetea ilicis*).

Compañeras					
<i>Cistus populifolius</i>	2	2	.	.	.
<i>Cytisus scoparius</i>	1	1	.	.	.
<i>Cistus albidus</i>	1	.	.	.	1
<i>Centaurea citricolor</i> +	.	.	.	.	.
<i>Cistus ladanifer</i>	.	2	.	.	.
<i>Doronicum plantagineum</i>	.	.	.	1	.
<i>Origanum virens</i>	.	.	.	+	.
<i>Satureja vulgaris</i> sp. <i>arundana</i>	.	.	.	.	+
<i>Sedum forsteranum</i>	.	.	.	+	.
<i>Festuca capillifolia</i>	.	.	.	+	.
<i>Cistus laurifolius</i>	.	.	.	+	.
<i>Fraxinus angustifolia</i>	.	.	.	.	+
<i>Asphodelus ramosus</i>	.	.	.	.	2

Localidades:

1. Km 19 de la carretera J-6.110; Arroyo de la Sarga, puente de Tiburcio (Aldeaquemada) UTM 30SVH04654250.
2. Collado de los Jardines (Santa Elena) UTM 30SVH04574249.
3. Collado de los Jardines (Santa Elena) UTM 30SVH04574249.
4. Umbría del Collado de la Ginesa (Santa Elena) UTM 30SVH04564248.

G. VEGETACIÓN DE ORLA

No podemos terminar los comentarios sobre la vegetación sin dedicar nuestra atención a la de orla herbácea de bosque que se desarrolla en los quejigares aclarados y taludes umbrosos de los collados de los Jardines y de la Ginesa en el término de Santa Elena. En función de la composición florística con *Satureja ascendens* (Jordan) K. Mal, *Origanum vulgare* L. subsp. *virens* (Hoffmanns & Link) Letswaart, *Satureja vulgaris* (L.) Fritsch subsp. *arundana* (Boiss.) Greuter & Burdel, *Klassea monardii* (Dufour) J. Holub, esta formación pertenece a la alianza *Origanion virentis* Rivas-Martínez & O. Bolòs in Rivas-Martínez & al. 1984. Junto a estos táxones se encuentran tres especies endémicas de especial significado en la comunidad: *Teucrium oxylepis* Font Quer subsp. *marianum* Ruiz de la Torre

& Ruiz del Castillo y *Centaurea citricolor* Font Quer y *Centaurea cordubensis* Font Quer, a las que acompañan táxones de mayor área como *Scrophularia scorodonia* L., *Sedum forsterianum* Sm., *Vicia tenuifolia* Roth. Antes de incrementar la lista de nuevas asociaciones, consideramos necesario conocer la distribución de las especies endémicas en el sector Marianico-Monchiquense y disponer de un mayor número de inventarios.

Series y geoseries de vegetación

Siguiendo a RIVAS-MARTÍNEZ (36) y RIVAS-MARTÍNEZ & al. (37) para completar la Ciencia del Paisaje Vegetal es imprescindible tener presente el proceso de la sucesión y el fenómeno catenal, lo cual nos permite conocer las series y geoseries de vegetación existentes en un territorio. La serie de vegetación incluye desde la etapa madura del ecosistema vegetal a las comunidades iniciales o subseriales que las reemplazan. Las geoseries nos permiten integrar las series climatófilas, edafófilas y edafoxerófilas contiguas, delimitadas por factores ecológicos como: humedad, xericidad, orientación, altitud, etc. En el territorio estudiado hemos reconocido las siguientes series, geoseries y faciaciones de de vegetación.

A. Series climatófilas

1. Serie climatófila, luso-extremadurenses, mesomediterránea subhúmedo-húmeda, silicícola y calcóade, de los bosques de *Quercus suber* con *Sanguisorba hybrida* y *Pteridium aquilinum* (*Sanguisorbo hybridae-Quercus suberis* sigmetum). VP. Alcornocales. Cabeza de serie – *Sanguisorbo hybridae-Quercetum suberis* Faciación típica mesomediterránea.

2. Serie climatófila, luso-extremadurenses, mesomediterránea seco-subhúmeda, silicícola, de los bosques de *Quercus rotundifolia* con *Pyrus bourgaeana*, *Cytisus scoparius* subsp. *bourgaei* y *Lavandula sampaioana* (*Pyro bourgaeanae-Quercus rotundifoliae* sigmetum). VP. Encinares rotundifolios. Cabeza de serie – *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae*

- a) Faciación típica mesomediterránea.
- b) Faciación rupestre de *Juniperus lagunae*.
- c) Faciación termófila mariánico-monchiquense de *Pistacia lentiscus*.

3. Serie climatófila, luso-extremadurensis, mesomediterránea subhúmedo-húmeda, mesofítica, silicícola, de los bosques de *Quercus broteroi* con *Pistacia terebinthus*, *Smilax aspera* y *Arisarum simorrhinum* (Pistacio terebinthi-Querco broteroi sigmetum). VP. Quejigares portugueses. Cabeza de serie – *Pistacio terebinthi-Quercetum broteroi*

B. Series edafófilas

1. Serie edafohigrófila de riberas fluviales, mediterránea ibérica central, termo-mesomediterránea, de los bosques de *Ulmus minor* con *Opopanax chironium*, *Arum italicum* y *Glyzyrrhiza glabra* (Opopanaco chironii-Ulmo minoris sigmetum). Olmedas. Cabeza de serie – *Opopanax chironium-Ulmetum minoris*

2. Serie edafohigrófila de cauces fluviales, mediterránea ibero-lusitana, termo-mesomediterránea, de los bosques de aguas blandas de *Alnus glutinosa* con *Scrophularia scorodonia*, *Vitis sylvestris*, *Hedera hibernica* y *Clematis campaniflora* (Scrophulario scorodoniae-Alno glutinosae sigmetum). Alisedas. Cabeza de serie – *Scrophulario scorodoniae-Alnetum glutinosae*

3. Serie edafohigrófila fluvial del lecho menor de ríos y arroyos, mariánico-monchiquense, termo-mesomediterránea, de aguas blandas o ligeramente duras, de los bosques de *Salix pedicellata* con *Nerium oleander*, *Salix salviifolia* subsp. *australis* y *Flueggea tinctoria* (Nerio oleandri-Salici pedicellatae sigmetum). Saucedas pediceladas. Cabeza de serie – *Nerio oleandri-Salicetum pedicellatae*

4. Serie edafohigrófila, de cauces fluviales con estiajes y ramblas, mediterránea occidental, termo-mesomediterránea, de aguas blandas o duras, de las altifruticadas de *Nerium oleander* con *Rubus ulmifolius* (Rubo ulmifolii-Nerio oleandri sigmetum). Adelfares. Cabeza de serie – *Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri*

5. Serie edafohigrófila de cauces fluviales y arroyos secos en verano, luso-extremadurenses, mesomediterránea, silicícola, de aguas blandas, de las altifruticadas de *Flueggea tinctoria* con *Pyrus bourgaeana* (*Pyro bourgaeanae-Flueggeo tinctoriae* sigmetum). Tamujares.

Cabeza de serie – *Pyro bourgaeanae-Flueggeetum tinctoriae*

- a. Faciación típica mesomediterránea.
- b. Faciación termófila de *Nerium oleander*.

C. Geoseries

1. Geoserie fluvial, mediterránea iberolusitana, termo-mesomediterránea, de riberas y ríos de poco caudal de aguas blandas o ligeramente duras de *Fraxinus angustifolia*: helostadion, *Salix atrocinerea*, *Salix salviifolia*, *Flueggea tinctoria*, *Salix neotricha*, *Quercus suber*, *Olea sylvestris*, *Quercus rotundifolia* (*Ranunculo ficariiformis-Fraxino angustifoliae* geosigmetum). Ripisilva de *Fraxinus angustifolia*. Cabeza de serie de referencia – *Ranunculo ficariiformis-Fraxinetum angustifoliae* Geofaciación luso-extremadurenses de *Flueggea tinctoria*.

2. Geoserie fluvial, mediterránea iberolusitana, termo-mesomediterránea, de aguas blandas o ligeramente duras, de *Alnus glutinosa*: helostadion, *Salix salviifolia*, *Fraxinus angustifolia*, *Quercus suber*, *Olea sylvestris*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus pyrenaica* (*Scrophulario scorodoniae-Alno glutinosae* geosigmetum). Ripisilva de *Alnus glutinosa*. Cabeza de serie de referencia – *Scrophulario scorodoniae-Alnetum glutinosae*

- a. Geofaciación luso-extremadurenses mesomediterránea de *Flueggea tinctoria*.
- b. Geofaciación luso-extremadurenses termófila de *Flueggea tinctoria* y *Nerium oleander*.

3. Geoserie rivular, luso-extremadurenses, termo-mesomediterránea, de aguas blandas a ligeramente duras, de *Flueggea tinctoria*: helostadion, *Salix salviifolia* subsp. *salviifolia*, *Salix salviifolia* subsp.

australis, *Nerium oleander*, *Fraxinus angustifolia*, *Pyrus bourgaeana*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber*, *Quercus broteroi*, *Olea sylvestris* (*Pyro bourgaeanae*-*Flueggea tinctoriae* geosigmetum). Altifruticedas rivulares de *Flueggea tinctoria*. Cabeza de serie de referencia – *Pyro bourgaeanae*-*Flueggeetum tinctoriae* Geofaciación termófila de *Nerium oleander*.

Plantas medicinales

En este apartado queremos destacar aquellas plantas medicinales más significativas encontradas en los alrededores del Balneario de Cervantes.

- Adiantum capillis-veneris* L. (Culantrillo de pozo)
- Centaurea aspera* L. (Travalera)
- Centaurea ornata* Willd. (Arzolla) (Fotografía 9)
- Centaureum erythraea* Rafn (Hiel de la tierra) (Fotografía 10)
- Digitalis mariana* Boiss. subsp. *mariana*. (Digital)
- Mentha pulegium* L. (Poleo)
- Fumaria officinalis* L. (Fumaria) (Fotografía 11)
- Rosmarinus officinalis* L. (Romero)
- Ruscus aculeatus* L. (Rusco)
- Foeniculum vulgare* Mill. (Hinojo)
- Melissa officinalis* L. (Melisa)
- Thymus vulgaris* L. (Tomillo fino)
- Borago officinalis* L. (Borraja)
- Althaea officinalis* L. (Malvavisco)



FOTOGRAFÍA 9. *Arzolla*, (*Centaurea ornata* Willd.) bordes de camino. Santa Cruz de Mudela.



FOTOGRAFÍA 10. *Hiel de la tierra*, *Centaurium erythraea* Rafn, bordes de camino. Santa Cruz de Mudela.



FOTOGRAFÍA 11. *Fumaria*, *Fumaria officinalis* L. Campo de cultivo. Santa Cruz de Mudela.



FOTOGRAFÍA 12. Cascada de la Cimbarra, Río Guarriza, Aldeaquemada.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a D. Manuel Fernández Vela, Celador Forestal y Alcalde de Aldeaquemada por su colaboración en la realización de este trabajo. Su amable disposición nos ha permitido visitar las maravillas de la Cimbarra y el Cimbarrillo (Fotografía 12), auténticos refugios de flora termófila e higrófila y, sin ninguna duda, merecedores de una figura de protección medioambiental. Es necesario que estos parajes sean dados a conocer al público en general y se recomienden como ruta obligada para los huéspedes que visiten el Balneario de Cervantes los cuales, al contemplarlos, seren en el espíritu ante estas maravillas de la Naturaleza.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) GANDOGGER, M. (1917) Catalogue des plantes récoltées en Espagne et Portugal pendant mes voyages de 1894 à 1912. París. 378 pp.
- (2) RIVAS GODAY, S. & F. BELLOT (1942) Valdeazores, un interesante valle de Despeñaperros. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* 40: 57-69.
- (3) RIVAS GODAY, S. & F. BELLOT (1946). Estudios sobre la vegetación y flora de la comarca de Despeñaperros-Santa Elena (1ª parte). *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 5: 377-503.
- (4) RIVAS GODAY, S. & F. BELLOT (1948). Estudios sobre la vegetación y flora de la comarca de Despeñaperros-Santa Elena (2ª parte). *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 6 (2): 93-215.
- (5) FERNÁNDEZ-CASAS, J. (Edit.) (1989) Asientos para un atlas corológico de la flora occidental, 14. *Fontqueria* 25: 1-201.
- (6) FERNÁNDEZ-CASAS, J. (Edit.) (1990) Asientos para un atlas corológico de la flora occidental, 14. *Fontqueria* 28: 65-186.
- (7) GARCÍA MARTÍN, F. & S. SILVESTRE (1985) Revisión de los géneros *Elaeoselinum* Koch ex DC., *Margotia* Boiss. y *Distichoselinum* García Martín & Silvestre (Umbelliferae). *Lagascalía* 13(2): 205-237.
- (8) ARENAS POSADA, J. A. & F. GARCÍA MARTÍN (1993) Atlas carpológico y corológico de la subfamilia *Apioidae* Drude (*Umbeliferae*) en España peninsular y Baleares. *Ruizia* 12: 1-244.
- (9) OBÓN DE CASTRO, C. & D. RIVERA (1994) A taxonomic revision of Subgenus *Sideritis* (Genus *Sideritis*) *Labiatae*. J. Cramer, Berlín 640 pp.
- (10) MARTÍN BLANCO, C. J. & M. A. CARRASCO (2005) Catálogo de la flora vascular de la provincia de Ciudad-Real. *Monografías de la Asociación de Herbarios Ibérico-Macaronésicos* 1: 1-581.
- (11) RIVAS-MARTÍNEZ, S., F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS (2001) Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 5-341.

- (12) RIVAS-MARÍNEZ, S., T. E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS (2002) Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the taxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobot.* 15(1): 5-432 y 15(2): 433-922.
- (13) RIVAS-MARÍNEZ, S. & *al.* (2004) Manual del mapa de las Series, Geoseries y Geomicroseries de vegetación de España (Mapa de vegetación potencial de España, 1:250.000). 459 pp. Phytosociological Research Center, Los Negrals. Madrid.
- (14) BRAUN-BLANQUET (1979) Fitosociología. Blume. Madrid. 820 pp.
- (15) GÉHU, J. M. & S. RIVAS-MARTÍNEZ (1981) Notions fondamentales de phytosociologie. *Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde*. J. Cramer, Vaduz, 33 pp.
- (16) CASTROVIEJO, S. & *al.* (1986-2005) Flora Ibérica. Vol. I-XXI. Servicio de Publicaciones Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- (17) TUTIN, T. G. & *al.* (1964-1980) *Flora Europaea*. Vol. I-V. Cambridge University Press.
- (18) I.T.G.E. (1998) Mapa Geológico de España. E. 1/50.000. Hoja 837(19-33) Viso del Marqués. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- (19) I.T.G.E. (1998) Mapa Geológico de España. E. 1/50.000. Hoja 838 (20-33) Santa Cruz de Mudela. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- (20) I.T.G.E. (1998) Mapa Geológico de España. E. 1/50.000. Hoja 862 (19-34) Santa Elena. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- (21) I.T.G.E. (1998) Mapa Geológico de España. E. 1/50.000. Hoja 863 (20-34) Aldequemada. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- (22) DÍAZ GONZÁLEZ, T. E. & J. A. FERNÁNDEZ PRIETO (1994) La Vegetación de Asturias. *Itinera Geobot.* 8: 243-520.
- (23) SAÉNZ, C. & S. RIVAS-MARTÍNEZ (1979) Revisión del género *Cheilanthes* (*Sinopteridaceae*) en España. *Lagascalia* 8 (2): 215-241.
- (24) RIVAS GODAY, S. & *al.* (1955) Aportaciones a la Fitosociología hispánica. *Anal. Inst. Bot.* 13: 335-422
- (25) PÉREZ CHISCANO, J. L. (1987) Las subespecies de *Jasione crispa* (Pouret) Samp. (*Campanulaceae*) en la provincia corológica Luso-Extremadurensis. *Stvd. Bot.* 6: 53-66.
- (26) CANO CARMONA, E., M. MELENDO LUQUE & F. VALLE TENDERO (1997) The plant communities of the *Asplenietea trichomanis* in the SW Iberian Peninsula. *K Folia Geobot. Phytotax.* 32: 361-376.
- (27) RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1982) Sinopsis de la vegetación de la Clase *Onopordetea acanthi*. (Inédita).
- (28) PEINADO, M. & J. M. MARTÍNEZ PARRAS (1984) Sobre la Clase *Pegano-Salsoletea: Helichryso-Santolinetalia* ord. nov. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 40 (2): 437-444.
- (29) LADERO, M., C. J. VALLE GUTIÉRREZ & GUTIÉRREZ BALBAS (1994) On the class *Pegano-harmalae-Salsoletea vermiculatae* Br.-Bl. & Bolòs 1957 in the Duero basin (Spain). *Candollea* 49: 499-507.
- (30) RIVAS GODAY S. (1964) *Vegetación y flórula de la cuenca extremeña del Guadiana*. Dip. Prov. de Badajoz. 777 pp.

- (31) VELASCO, A. (1981) Comportamiento ecológico y fitosociológico de *Teucrium oxylepis* Font Quer subsp. *marianum* Riuz de la Torre & Ruiz del Castillo. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 37(2): 721-724.
- (32) CANO, E., L. RUIZ, M. MELENDO, A. CANO-ORTIZ, R. J. MONTILLA, A. GARCÍA FUENTES, J. A. TORRES & C. SALAZAR (2004). Hábitats prioritarios para la conservación de la flora endémica o amenazada del Suroeste de la Península Ibérica. *Inst. Est. Almerienses Actas* 56: 235-247.
- (33) RUIZ DE LA TORRE, J. & J. RUIZ DEL CASTILLO (1974) Consideraciones sobre *Teucrium oxylepis* Font Quer. *Naturalia hispanica* 1: 1-44.
- (34) BELLOT, F., M. E. RON & R. CARBALLAL (1979) Mapa de la vegetación de la Alcarria Occidental. *Trab. Dpto. Botánica y F. Veg.* 10: 3-32.
- (35) CANO, E & F. VALLE (1990) Aportaciones fitosociológicas sobre Sierra Morena Oriental. *Monografías de Flora y Vegetación Béticas* 4/5: 45-51.
- (36) RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1985) Biogeografía y Vegetación. Discurso de Ingreso. Real. Acad. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1-86.
- (37) RIVAS-MARTÍNEZ, S. & al. (2005) Manual del Mapa de las Series y Geoseries de Vegetación de España. Phytosociological Research Center, Los Negrales. Madrid. 1-460 pp.

Geología, Hidrogeología y Protección del Balneario Cervantes de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real)

JUAN IGNACIO PINUAGA ESPEJEL Y ANTONIO RAMIREZ
ORTEGA*

Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

RESUMEN

El balneario Cervantes se encuadra, desde el punto de vista geológico, en el extremo suroriental de la zona Centro-Ibérica del Macizo Ibérico y en sus proximidades existen varias cadenas montañosas, Sierras del Acebuche y del Águila de dirección preferente NO-SE y O-E, en las que afloran abundantes pizarras, cuarcitas y areniscas, muy tectonizadas, y algunas vulcanitas y calizas, todas ellas de edad paleozoica, separadas por depresiones rellenas de sedimentos constituidos por arenas y arcillas terciarias y cuaternarias.

El acuífero captado por el pozo principal del balneario, denominado Bilbao, está asociado a una formación de cuarzozos, a veces filolianos, afectados por redes de fisuras y fracturas abiertas de dirección preferente SSO-NNE dentro de las pizarras ordovícicas, que fueron explotados en antiguas minas de antimonio.

Sus aguas, procedentes de la infiltración del agua de lluvia en los afloramientos paleozoicos y terciarios mencionados, son de carácter ácido, muy mineralizadas y con un elevado contenido de anhídrido carbónico de origen endógeno, que asciende a través de fracturas y fisuras y está relacionado con la actividad volcánica relicta de la zona.

Las aguas carbónicas de los pozos del balneario, denominados Bilbao y Villa Rosa, se encuentran conjuntamente protegidas en cantidad y calidad por un perímetro de protección minera de 2.308 hectáreas.

Palabras clave: Geología.- Hidrogeología.- Protección.

* Académico Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia.

ABSTRACT

Geology, Hydrogeology and protection of Cervantes Spa in Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real)

Cervantes spa is situated, geologically, in the south east of Centro-Iberia Massif, and near it there are several mountains, the Acebuche and the Águila, of preferent direction North West-South East and West-East, in wich one can find a large amount of slates, quarzites and sandstones, very some volcanites and limestones, all of them from paleozoic age, separated by depressions filled with sediments made by sands and clays.

The acuifer by the main well of the spa, named Bilbao, its associated to a quartz formation, sometimes affected by fissures and fractures of preferred direction SSW – NNE, inside the ordovicis slates, exploted in the antimony old mines.

Its waters proceeding from the water filtration from the rain in the mentioned paleozoic and terciary outcrops, they're acid, very mineralized and with high conteinis of carbonic anhidrid originally endogenous, increasing through the brekage and fissures related to the volcanic activity of the area.

The carbonic waters of the spa wells, denominated Bilbao and Villa Rosa, are protected in quantity and quality by a mining perimeter protection of 2.308 hectares.

Key words: Geology.- Hydrogeology.- Protection.

GEOLOGÍA

Estratigrafía general de la zona

El balneario Cervantes, situado en el paraje del Salobral del término municipal de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real), se encuadra, desde el punto de vista geológico, en el extremo suroriental de la zona Centro-Ibérica del Macizo Ibérico [1], que se extiende desde el Macizo Galaico-Portugués al noroeste de la península Ibérica hasta la depresión del Guadalquivir al sudeste.

En esa zona y en sus proximidades existen varias cadenas montañosas, Sierras del Acebuche y del Águila de dirección preferente NO-SE y O-E, en las que se encuentran abundantes pizarras, cuarcitas y areniscas, y algunas vulcanitas y calizas, todas ellas de edad paleozoica, muy tectonizadas y separadas por depresiones rellenas de sedimentos constituidos por arenas y arcillas terciarias y cuaternarias (Fig. 1).

Los terrenos paleozoicos más abundantes aflorantes en la hoja geológica de Santa Cruz de Mudela [2], principalmente hacia el sur de dicha población, pertenecen al Ordovícico y al Silúrico, y sólo existe una estrecha franja del Devónico en la Sierra del Águila.

Finalmente, en esa zona se encuentran terrenos sedimentarios del Mioceno y del Cuaternario compuestos por arcillas, arenas y gravas de facies aluvial y coluvial, que rellenan las extensas llanuras manchegas al norte de Santa Cruz de Mudela hacia Valdepeñas.

El Ordovícico está formado, en primer lugar, por un paquete de unos 100 m de cuarcitas Armoricanas del Ordovícico inferior o Arenig, que se encuentran en los crestones de las sierras de esa zona [3]. Estas cuarcitas son masivas, con diferentes tamaños de grano, de color blanco y con algunas impregnaciones ferruginosas en las fracturas.

Depositadas sobre ellas, se encuentran cuarcitas arenosas y pizarras arcillosas, de colores azulados, grisáceos y a veces verdosos, en lechos de 5 cm de espesor, teniendo todo el paquete una potencia de unos 20 m. Estos estratos pertenecientes al Arenig-Llanvir, en transición al Ordovícico medio, se les denomina «Capas Pochico».

Sobre el anterior tramo y concordante con él aparecen en primer lugar pizarras arenosas y después unas pizarras negras por contener mucha materia orgánica, muy laminadas, conocidas normalmente como «Pizarras de Librillo» y también como «Pizarras de Rio», pertenecientes al Llanvir-Llandeilo u Ordovícico medio. A continuación se encuentran unas cuarcitas alternando con pizarras y areniscas, que pertenecen al Caradoc u Ordovícico superior.

A continuación existe un tramo de dolomías y calizas arrecifales, que a veces contiene galena y blenda, que puede alcanzar una potencia de unos 20 m. Finalmente se encuentran unas pizarras verdes y negras de grano muy fino. Estos últimos estratos pertenecen al Ashgill u Ordovícico superior.

El Silúrico inferior o Llandovery está formado por cuarcitas blancas con nódulos de oxi-hidróxido de hierro de unos 40 m de espesor, cubiertas por pizarras y algunas intercalaciones de vulcanitas básicas. Después se encuentra de nuevo unas cuarcitas muy compactas de grano fino y color gris claro.

El Devónico sólo aparece en una estrecha franja de 200 a 500 m de anchura y de dirección N 110° E, que comienza a unos 6 km al sur de Santa Cruz de Mudela hasta alcanzar un recorrido de 12 km en las proximidades de Castellar de Santiago. Las rocas que pertenecen a este periodo están constituidas por una gran variedad de pizarras, alternando con areniscas, cuarcitas y rocas volcánicas, y también una caliza espática de color gris teñida frecuentemente con oxi-hidróxido de hierro.

El Terciario rellena las depresiones que se encuentran en la zona que se extiende desde Torrenueva, al sudeste, a Santa Cruz de Mudela, al sudoeste, y Valdepeñas al norte. En él predominan las arcillas con algunas intercalaciones arenosas, culminados en algunos sitios por un nivel calizo de unos 2 m de espesor, perteneciente al Plioceno.

Finalmente, el Cuaternario aparece con sedimentos de aluviones en el cauce del río Jabalón, con algunas terrazas a 6 u 8 m sobre el cauce actual. También existen algunas zonas con sedimentos procedentes de la erosión de las montañas colindantes, estando formados estos coluviones por bloques, cantos, gravas y arcillas.

Tectónica

La tectónica que afectó a todos esos terrenos se debe a la orogénia hercínica. En ella se produjeron pliegues de dirección principal N 110° E y fallas N-S, E-O, N 40° E y N 120° E. La orogénia alpina también afectó a esta zona y se produjeron fallas de distensión, dando lugar a la existencia de depresiones en las que se depositaron detritus procedentes de la erosión de los afloramientos paleozoicos.

Estratigrafía local

Los terrenos en los que se encuentra situado el balneario y también se captan sus aguas de tratamiento en los baños y de bebida, pertenecen a una gran depresión rellena de arenas y arcillas y algunos niveles de cantos poligénicos, de facies lacustre-fluvial, cuya potencia es de unos 20 m. Esta formación, datada como de la época

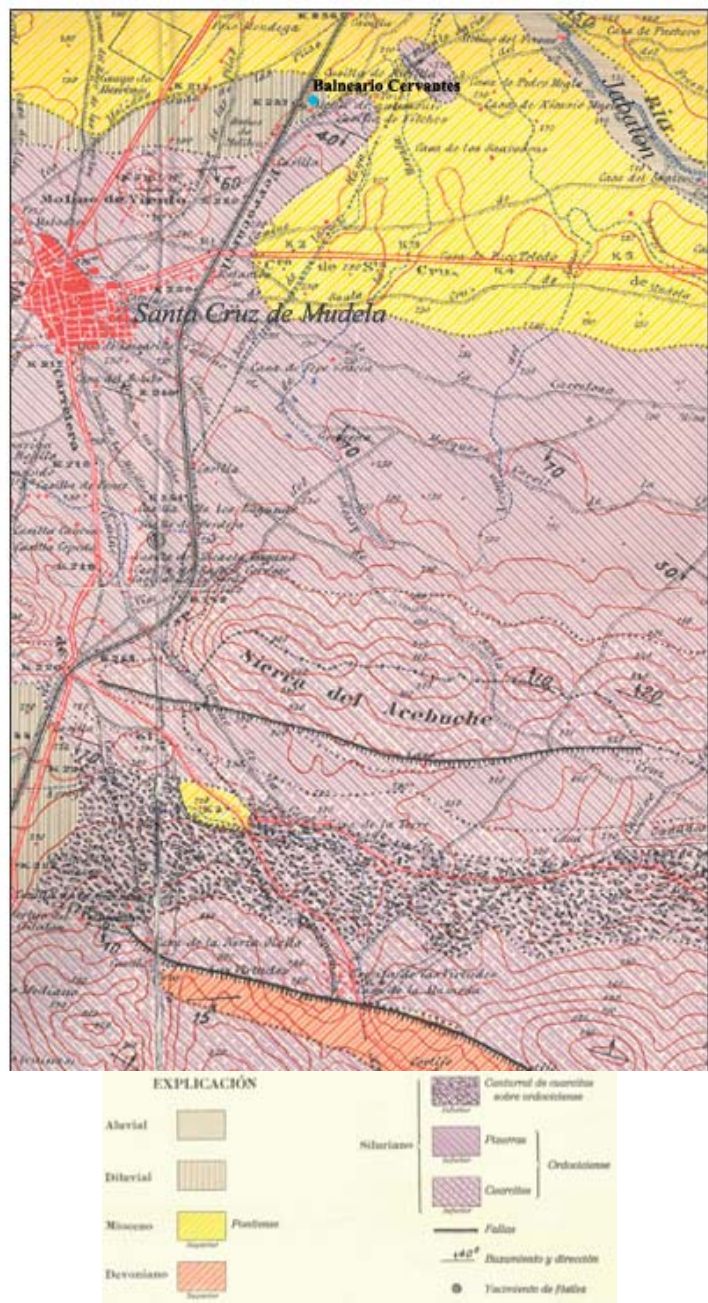


FIGURA 1. Mapa geológico (Fuente IGME).

Mio-Pliocénica, está atravesada en algunos recorridos por los cauces del río Jabalón y sus afluentes, que han depositado cantos de cuarcitas y algunos de calizas, cementados por un cemento calcáreo, y que han formado terrazas fluviales con estratificación cruzada, considerándose como pertenecientes a la serie Holoceno-Pleistoceno. También existe un extenso afloramiento, cercano al Balneario Cervantes y sobre el que se encuentra la ciudad de Santa Cruz de Mudela, compuesto por arcillas y cantos angulosos englobados en una matriz arcillosas de color pardo-rojiza del Holoceno.

Los terrenos con rocas paleozoicas más próximos al Balneario Cervantes se encuentran al Sur, a unos 3 km del mismo, aunque también se pueden observar a 1 km en el corte del terreno por el trazado de la vía del ferrocarril, donde tienen una dirección E-W y un buzamiento de 45° S, bajo los sedimentos citados anteriormente.

El paleozoico que aflora cerca del balneario y junto a Santa Cruz de Mudela está formado por las denominadas Pizarras de Río, constituidas por pizarras grises y negras con algunas intercalaciones areniscosas, con una potencia máxima estimada de unos 700 m, que pertenecen a la serie Llanvir-Llandeilo u Ordovícico Medio.

En el cerro Molino de Viento situado entre el Balneario Cervantes y la población de Santa Cruz de Mudela se encuentran cuarcitas silúricas, denominadas de Criadero y pertenecen a la serie Llandovery, utilizadas en su día para balasto. Estas cuarcitas estratificadas en niveles de decímetros a metros se encuentra depositada sobre el nivel anterior de Pizarras de Río y están rodeadas por arcillas y cantos del Holoceno.

Finalmente, entre los terrenos próximos al balneario, se encuentra al noroeste un afloramiento de calizas lacustres, que forman varias mesas de unos 2 m de espesor, pertenecientes al Plioceno.

Estratigrafía Local del Balneario

El terreno sobre el que se encuentran contruidos los edificios del Balneario Cervantes y están las captaciones de sus aguas mineromedicinales, tanto las de los baños como las de bebida, están constituidos por arcillas y arenas pertenecientes al Mioceno-Plioceno, depo-

sitadas por corrientes fluviales sobre la depresión que existe en esa zona y de las pizarras del Ordovícico, de unos 20 m de espesor.

Al noroeste de esta zona existe una formación calcárea, que cubre los anteriores sedimentos y forma una pequeña meseta de origen lacustre de edad pliocénica.

La población de Santa Cruz de Mudela se encuentra sobre terrenos cuaternarios del Holoceno, constituidos por depósitos de cantos angulosos dentro de una matriz arcillosa, de facies coluvial procedentes del arrastre de restos de rocas descompuestas por la alteración meteórica de las rocas situadas en laderas montañosas próximas: al Sur, la Sierra del Acebuche, cuyas cumbres sobrepasan los 800 m y llegan alcanzar los 891 m en el Pico de Pedroflor, y entre la población y el balneario, el monte denominado La Cabezuela o Molino de Viento, que alcanza una cota de 814 m s.n.m.

HIDROGEOLOGÍA

La zona de Santa Cruz de Mudela está encuadrada entre las Unidades geológicas «Montes de Toledo-Campos de Calatrava» y «Sierra Morena» y, a su vez, desde el punto de vista hidrogeológico, en las proximidades de las Unidades de la Mancha Occidental (04.04) y Campos de Montiel (04.06) en la cuenca del Guadiana, y de la de Sierra de Cazorla (05.01) y nuevamente Campos de Montiel (05.99) en la del Guadalquivir.

Sus aguas superficiales drenan, principalmente, hacia la cuenca del Guadiana, por la que discurre, a unos 2 km al norte del balneario, el río Jabalón, afluente del Guadiana, y en el sector meridional hacia la del Guadalquivir, cuya red hídrica está representada por un conjunto de pequeños arroyos, entre los que cabe destacar el Arroyo Somero. La divisoria de aguas entre ambas cuencas serpentea por una zona de escaso relieve entre Almuradiel y Castellar de Santiago, en la franja sur.

La red de drenaje está controlada por la estructura (control li-toestructural y fracturas) y en ella no se localizan zonas clasificadas como húmedas ni espacios protegidos. No obstante, en las proximi-

dades del balneario y al otro lado de la vía del ferrocarril existen dos pequeñas lagunas artificiales, ubicadas en antiguas excavaciones de arcilla, junto con una balsa de agua generada en la actual explotación de arcillas por Rústicos La Mancha, S.A., y otra balsa de agua al sudeste del balneario en la explotación «Los Andaluces», que son alimentadas fundamentalmente por un acuífero somero asociado a una formación de cuarzos, a veces filolianos, dentro de las pizarras ordovícicas, explotados en antiguas labores mineras.

La zona se caracteriza por un conjunto de pizarras, esquistos y cuarcitas pertenecientes al Paleozoico, de carácter impermeable, salvo algunos asomos de rocas volcánicas y filolianas y sedimentos que forman parte de la terminación meridional de la cuenca terciaria de la Llanura Manchega-Campos de Calatrava y los depósitos recientes cuaternarios de escasos recursos hídricos. Sus descargas se producen en condiciones naturales a través de los recubrimientos pliocuaternarios permeables, situados a menor cota, fundamentalmente hacia el nordeste a través del aluvial del arroyo de la Raya.

El acuífero captado por el pozo principal del balneario, denominado Cervantes o Bilbao, está constituido por los materiales paleozoicos anteriormente mencionados, afectados por redes de fisuras y fracturas abiertas de dirección preferente SSO-NNE, produciéndose la recarga del mismo fundamentalmente por la infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos paleozoicos situados al sur de la zona, en la Sierra del Acebuche, que hacia el norte se ven recubiertos por materiales miopliocenos arcillosos de carácter impermeable, que condicionan la posición del nivel piezométrico y las direcciones preferenciales de flujo del agua subterránea hacia el nordeste, en sentido al río Jabalón.

Las antiguas labores mineras de extracción de antimonio realizadas en los alrededores de Santa Cruz de Mudela y de Torrenueva, que aparecía en filones dentro de las cuarcitas, pizarras y vulcanitas del Ordovícico en forma de sulfuro, es decir de estibina, y que hoy día se encuentran inactivas, le han conferido a dicho acuífero una mayor permeabilidad.

Entre ellas está, al sudoeste de la población de Torrenueva, la antigua mina San Cristóbal, consistente en un haz de filones de dirección N10-20° y N90-100°, cuya paragénesis es del tipo q-Sb,

constituida por estibina, berthierita, piritita y ocre de Sb en ganga cuarzo, y su génesis ha sido relacionada con procesos exhalativos en relación al vulcanismo del Ordovícico inferior [4].

Otra de las antiguas explotaciones mineras de antimonio, denominada «La Pilarica», se sitúa al este de Santa Cruz de Mudela y es la que da origen al Balneario Cervantes. El antiguo pozo maestro de la mina fue realizado a finales del siglo XIX y está emplazado en esquistos y cuarcitas paleozoicas, y presenta un revestimiento de mampostería y unas dimensiones rectangulares de 3,15 x 1,60 metros de sección y 40 metros de profundidad y varios niveles de galerías.

El nivel estático del agua en este pozo está a una profundidad de 18 m de su brocal y su caudal, muy constante durante las distintas épocas del año, se puede estimar, en equilibrio hidrodinámico, en unos 3,5 L/s. Sus aguas, de carácter ácido, muy mineralizadas y con un elevado contenido de anhídrido carbónico de origen endógeno en disolución, que asciende a través de fracturas y fisuras, está relacionado con la actividad volcánica relictita de la zona.

El vulcanismo del Campo de Calatrava, activo por lo menos desde el Mioceno superior y durante todo el Plioceno y Pleistoceno inferior, puede corresponder a un punto caliente, al que se asociarían una elevación tanto de la astenosfera, como de la litosfera y, finalmente, de la propia corteza. La edad de la muestra más reciente es de $1,75 \pm 0,2$ m.a. y la más antigua de $7,7 \pm 0,4$ m.a. [5]. Asimismo, este vulcanismo se asocia a un posible proceso de «rifting» abortado [6].

Los materiales volcánicos, pertenecen todos ellos a tipos ultrabásicos alcalinos, son la consecuencia de los dos tipos de erupción que han tenido lugar en el Campo de Calatrava: el tipo hawaiano y el tipo estromboliano y los «maares», que son los más frecuentes y señalan una característica de alta explosividad en las erupciones en esta zona.

Otro pozo, cuyas aguas tienen también declarada su condición de Utilidad Pública, es el llamado «Santa Elena» o «Villa Rosa» o «San Camilo», y está excavado en materiales detríticos pliocuaternarios constituidos fundamentalmente por arcillas y limos, entre los que

debe existir algún nivel arenoso o de gravas. Es un pozo poco profundo de tan sólo cuatro metros y está revestido de ladrillo. El nivel estático de sus aguas, de carácter carbónico, está a una profundidad de 1,80 metros del brocal y su caudal es inferior a 0,18 L/s, por lo que sus aguas únicamente se utiliza con fines hidropínicos y para el consumo interno del propio balneario.

PROTECCIÓN

Las aguas carbónicas de ambos pozos, Cervantes o Mina Bilbao y Santa Elena o Villa Rosa, se encuentran conjuntamente protegidas en cantidad y calidad por Resolución de la Dirección General de Industria y Energía de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, de 29 de mayo de 2003, publicada en el Boletín Oficial de Castilla-La Mancha nº 87, de 13 de junio de 2003, mediante un perímetro de protección de 2.308 hectáreas, definido por seis vértices cuyas coordenadas rectangulares en proyección U.T.M., Elipsoide internacional de Hayford y longitudes referidas al meridiano de Greenwich, datum europeo, son las siguientes:

<u>Vértice</u>	<u>Longitud X</u>	<u>Latitud Y</u>
1	462.000	4.282.875
2	464.910	4.281.525
3	465.300	4.280.295
4	461.500	4.276.340
5	460.150	4.277.720
6	458.425	4.279.055

No obstante, la aparición de multitud de surgencias de agua carbónica en el fondo de la excavación de la explotación Rústicos La Mancha, situada al sudoeste del balneario, en la que se extraen arenas y arcillas de los materiales terciarios, y las características geológicas e hidrogeológicas generales de la zona donde se ubica el balneario, hacen aconsejable la no realización de actividades potencialmente contaminantes ni obras de captación en el área de protección, ya que las mismas podrían afectar al acuífero, al producirse intercomunicaciones entre los distintos niveles freáticos, que podrían dar lugar a una alteración de la calidad química de las aguas en

ambas captaciones del balneario y a una afección cuantitativa de estos aprovechamientos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). (1971). Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Hojas nº 61 (Ciudad Real), 17 pp. y 70 (Linares), 29 pp.
- (2) IGME. Hoja Geológica nº 838 (Santa Cruz de Mudela). E: 1:50.000, 44 pp.
- (3) IGME-COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS. (inédita). Memoria Geológica de la Hoja Santa Cruz de Mudela. nº 838.
- (4) GUMIEL, P. (1983). Metalogenia de los yacimientos de antimonio de la Península Ibérica. *Tecnitarrae*, v: 54, 120 pp.
- (5) ANCOCHEA, E. (1983). Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España central. Tesis doctoral. Dpto. de petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- (6) IGME. (1984). Investigación geotérmica de la cuenca alta del Tajo-Región volcánica de Ciudad Real.

Los suelos del término municipal de Santa Cruz de Mudela

FRANCISCO MONTURIOL¹ Y RAIMUNDO JIMÉNEZ²

¹*Profesor de Investigación del CSIC*

²*Catedrático de Edafología de la UAM*

RESUMEN

En este capítulo acerca de los suelos existentes en el término municipal de Santa Cruz de Mudela, se hace un breve repaso de sus factores formadores resaltando las estrechas relaciones entre suelos y litologías. Se analizan los principales procesos que tienen lugar en el curso de su formación y desarrollo y siguiendo las normas dictadas y publicadas por la F.A.O., se describen sus características y propiedades y se hace una referencia a los cultivos actuales que los ocupan, incluyendo la capacidad de uso potencial que tienen.

Palabras clave: Suelos.- Factores y procesos formadores.- Relación litologías y suelos.- Usos actual y potencial de los suelos.

ABSTRACT

The soils of municipal term of Santa Cruz de Mudela

In this chapter on the soils within the municipal term of Santa Cruz de Mudela we go over its factors of formation pointing out the close relation between soils and lithological materials. The principal formation and development are here analysed. Furthermore, their characteristics and properties are described following the norms dictated and published by the F.A.O. Finally a reference to the cultivations and current use of these soils is made, including information about the capability of potential use they have.

Key words: Soils.- Factors of soil formation.- Relations lithological materials-soils.- Land capability.

GENERALIDADES

El término municipal de Santa Cruz de Mudela está situado al sur de la provincia de Ciudad Real y por lo tanto pertenece a la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. La extensión del mismo según aparece en la hoja nº 838 del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del Ministerio de Agricultura (1) publicada el año 1977, es de 13.236 hectáreas, coincidentes con las que daba la Confederación Española de Cajas de Ahorro (2) en el año 1969, mientras que en el Censo Agrario de 1982 (3) la extensión se reduce a 12.384 Has. Suponemos que esta diferencia corresponde a la extensión de la pedanía de Las Virtudes, situada dentro del término de Santa Cruz de Mudela, y que por cierto posee una ermita, en parte mudéjar y una plaza de toros cuadrada a las que se las asigna una antigüedad alrededor del año 1645 (4).

Este término tiene forma poligonal de cinco lados, limitando al noroeste y nordeste con el término de Valdepeñas, al este con los de Torrenueva y Castellar de Santiago, al sur con el del Viso del Marqués y al oeste con este mismo del Viso del Marqués y también con el de Moral de Calatrava y situándose dentro de estos límites, como ya hemos dicho, la pedanía de Las Virtudes.

Pocos y de pequeño caudal son los cursos de agua que encontramos en este término de Santa Cruz de Mudela, salvo el escaso trayecto del río Javalón al cortar el término por su ángulo noreste. Entre esos exiguos cursos de agua tenemos algunos arroyos y ramblas, como la Rambla de Santa Cruz de Mudela, que desemboca en el río Javalón cerca del embalse de la Vega de Javalón, ya en el término de Garrátula de Calatrava, y los arroyos de La Boga, Rianares y Cañaveral.

Terminaremos estas generalidades con algunos aspectos que podríamos llamar socioeconómicos, como indicar que la población del término es de 4.795 habitantes, concentrados en su mayoría en la ciudad de Santa Cruz de Mudela lo que supone una densidad media de 39 habitantes por kilómetro cuadrado y que el régimen de tenencia de la tierra viene ser del 65 % como propiedad y el resto fundamentalmente en forma de arrendamientos, con unas explotaciones agrarias en las que seguramente el 45 % son menores de 5 hectáreas.

También relacionado con su desarrollo socioeconómico, contemplamos algunas infraestructuras que hacen de Santa Cruz de Mudela una población bien comunicada como se expone con detalle en el trabajo de los profs. Villanúa y Francés.

FACTORES FORMADORES

Clásicos son los cinco grandes grupos en que se dividen los factores que de una manera muy directa contribuyen a la formación de un suelo sin desdeñar otros como la microfauna y microflora que juegan un papel decisivo por ejemplo en la descomposición y síntesis de sustancias húmicas. Entre los grandes grupos, algunos como los relativos a la vegetación, clima y geología son objeto de estudio muy detallado, por investigadores muy relevantes, en capítulos independientes, por lo cual nosotros aquí sólo resaltaremos algunos aspectos importantes y aportaremos algún otro dato que esté muy estrechamente relacionado con los suelos.

Topográficamente el relieve de este término de Santa Cruz de Mudela es moderadamente accidentado, distinguiendo claramente dos zonas. Una situada al norte y nordeste, con poco más del 50% del total, que es bastante llana y con una cota media de 700 metros sobre el nivel del mar, llanada en la que destacan los cerros Montegudo, Cabezuelas y Molino del Viento de 815, 810 y 812 metros respectivamente. En esta llanada se insertan la población de Santa Cruz de Mudela, 716 m, y el Balneario de Cervantes a unos 2 Kms. al nordeste.

La otra mitad del término es bastante más accidentada con alturas próximas a los 900 metros llegando en el caso del cerro Calderera a los 957 metros. Estos relieves corresponden a la Sierra del Aljibe dentro del término y a las estribaciones de las Sierras del Acebuche y del Águila ya fuera del mismo. Pero de todas formas, tanto en una zona como en la otra las pendientes no son excesivas, pues lo normal es que oscilen entre el 5 y el 15% y sólo en algún caso aislado lleguen al 20% como quizá ocurre en algún paraje de la Sierra del Aljibe.

Aunque los aspectos puramente geológicos son tratados extensamente por los doctores Ramírez y Paniagua en el apartado corres-

pondiente dentro de la Memoria general sobre el Balneario de Cervantes, nosotros aquí sólo nos vamos a referir a las distintas litologías sobre las que se han originado los suelos encontrados. Dentro de estas litologías destacan por su extensión las que corresponden a formaciones pertenecientes fundamentalmente a los periodos ordovícico y mioceno, y una más cuyos materiales afloran en contacto con el Paleozoico a los que el IGME (5), atribuye una edad plioceno-cuaternaria, materiales que ya Alvarado y Templado (6) en 1933 consideraban diluviales.

Los materiales identificados como ordovícicos, son fundamentalmente pizarras y cuarcitas. Las cuarcitas generalmente son de color gris claro, formando bancos entre 70 y 120 centímetros de potencia, cuarcitas a veces más claras y otras más oscuras en función de la cantidad de cuarzo y mica que contengan e incluso se hacen ferruginosas como ocurre con las situadas en la cumbre del cerro Pedroflor y en donde los bancos son mucho más delgados.

El color, textura y composición de las pizarras es muy variable y así tenemos pizarras arenosas moscovíticas de color gris verdoso, pizarras arcillosas de color verde rojizo hasta pizarras muy laminadas de color verdoso cuando están alteradas y negruzcas en fractura reciente. Pero de una forma más general podríamos decir que lo que domina son las pizarras silíceas, pardo verdosas y que van acompañadas de filadíos arcillosos de color gris verdoso, pizarras que por los fósiles encontrados al sur de la población de Santa Cruz de Mudela y en el cerro de Las Minillas, muy próximo al término, pertenecen como hemos dicho a un ordovícico, posiblemente a sus pisos Llandeilo y Caradociense.

Como cosa casi testimonial y también dentro del término, existe una pequeña mancha constituida por calizas que según el profesor Llopis Lladó (7) corresponde al Devónico. Esta mancha forma parte de una franja que partiendo de la Casa de la Noria Olaya y pasando muy cerca del caserío de Las Virtudes, y ya fuera del término con una anchura de unos 300 metros y una longitud de 13 kilómetros, se extiende hasta las proximidades de la población de Castellar de Santiago.

Como hemos indicado anteriormente, además de las litologías pertenecientes a periodos geológicos antiguos, existen dos grandes

superficies cuyos materiales pertenecen, unos a un Neógeno que quizá vaya desde el Burdigaliense hasta un Plioceno, pasando por un Mioceno superior Pontiente, y otros más modernos, a los que ya se les puede considerar plio-cuaternarios. Las litologías que hemos incluido como miocenas, van desde margas y margo calizas silíceas, hasta arcillas con intercalaciones de arenas y areniscas, además de otros materiales más detríticos e incluso calizas.

Las litologías que llamamos plio-cuaternarias, que en algunos sitios parecen tener relación con glaciares y conos de deyección más recientes, están formados por arcillas, limos, arenas e incluso canturreal de tipo «rañóide», pero dominando en general los materiales detríticos de tipo arcósico, materiales tapizados muchas veces por otros más modernos, limo arcillosos y que localizamos en los fondos de los valles. Finalmente aluviales muy recientes podemos encontrar en alguna «rambla» y en los márgenes del río Javalón en su breve paso por el término de Santa Cruz de Mudela.

Respecto a la Climatología, remitimos al lector al estudio que sobre la misma ha realizado el Dr. Mantero del Instituto Nacional de Meteorología y del cual hemos tomado los datos para confeccionar esta breve reseña. Según ellos y siguiendo las ideas de Gaussen (8), López Gómez (9) y Allué Andrade (10), se podría definir el clima de esta zona de Santa Cruz de Mudela como de mediterráneo templado con cierta tendencia a la continentalidad como explica Rivas Goday (11), al relacionar los índices de aridez de De Martonne y el de higrócontinentalidad de Gams para definir como Durilignosa la formación vegetal de esta zona de La Mancha en la que el bosque natural pertenece a la alianza Quercetea ilicis, vegetación que en su capítulo correspondiente presenta el profesor Ladero.

Siguiendo la clasificación agroclimática de Papadakis (12), en este término los inviernos vienen definidos como de tipo Avena cálido y fresco y los veranos fundamentalmente de tipo Maíz y en cuanto a la potencialidad agroclimática diremos que para esta zona el índice de Turc (13), en secano es de 9 y en regadío de 51 lo que corresponde a 5 y 31 toneladas de materia seca por hectárea respectivamente.

Si importante es el clima atmosférico en la formación y subsiguiente desarrollo de los suelos, no menos importante son los regí-

menes de temperatura y humedad de los mismos y en el desarrollo de las plantas que han de sustentar y por eso Lázaro y cols. (14), desarrollaron para España, siguiendo las ideas de diversos investigadores como Newhall (15) y Tavernier (16), un mapa con esos regímenes, correspondiendo al término de Santa Cruz de Mudela un régimen de humedad «xérico» y un régimen de temperatura «mésico», debiendo cumplir para el régimen xérico, que al menos en seis años de cada diez la sección control abierta en el suelo, permanezca totalmente seca por lo menos 45 días en los cuatro meses siguientes al solsticio de verano y húmeda al menos también 45 días durante los cuatro meses siguientes al solsticio de invierno y para el régimen de temperatura mésico, que la temperatura media anual del suelo esté comprendida entre 8 y 15 °C y que las diferencias entre las medias de verano e invierno a 50 cms. de profundidad sea superior a 5 grados.

En cuanto a la vegetación ya hemos indicado el trabajo del profesor Ladero y aunque repetitivo diremos aquí que la vegetación «clímax» corresponde a las series mesomediterránea castellano aragonesa basófila o a la luso extremadurensis silicícola, ambas del *Quercus rotundifolia* o encina, según los suelos (17), es decir la vegetación natural estaría representada por los encinares, de los que quedan algunos rodales pero frecuentemente asociados con el matorral como etapa de degradación provocada fundamentalmente por el hombre. Este matorral está formado principalmente por coscoja, romero, retama y jara.

En zonas no invadidas por el matorral encontramos pastizales, que es la vegetación herbácea que crece espontánea sobre algunos suelos que no se labran periódicamente. Estos pastizales están formados normalmente por plantas correspondientes a los géneros *Medicago*, *Trifolium* y *Agropyrum* (1).

Por último diremos que las superficies forestales en este término de Santa Cruz de Mudela son escasas. Ya hemos indicado la presencia de los encinares, casi siempre asociados con el matorral pero cuya extensión no es mucho mayor del 5% de la superficie total del término a los que añadiremos las repoblaciones de pino negral (*Pinus pinaster*), tampoco muy abundantes.

PROCESOS

La acción combinada de los distintos factores da lugar en cada caso concreto a la aparición y desarrollo de unos procesos que son los que van a individualizar y caracterizar a cada tipo de suelo. Todos los procesos que tienen lugar en un suelo son importantes desde la simple desintegración física del material de partida a un proceso muy complejo como la podsolización y que en España sólo encontramos en determinadas zonas del norte. Entre los procesos que han formado los suelos de este término de Santa Cruz de Mudela tenemos la desintegración física que fracciona los materiales más duros como cuarcitas, areniscas y pizarras, la alteración química que transforma los silicatos de las pizarras y esquistos en arcillas y que se combina con los de argilización o acumulación de arcilla y el de argiluvilación de arcilla o emigración de la misma en determinadas condiciones. Procesos de otro tipo son los de disolución, lixiviación y acumulación de carbonatos, acumulación que puede ser por lavado descendente, como ocurre en los luvisoles cálcico crómicos o por emigración ascendente como ocurre en los calcisoles pétricos. Y muy presente en casi todos los suelos, es el proceso de la humificación, que da lugar a la presencia de los horizontes A, más o menos ricos en materia orgánica.

SUELOS

Como resultado de la prospección que personalmente hemos realizado al visitar el término de Santa Cruz de Mudela en 2005, y de la información obtenida de tres publicaciones que a continuación comentaremos, este apartado recoge los suelos presentes en dicho término. Las publicaciones a las que nos referimos, son las que editó la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo en 1966 con el título «Conferencia sobre suelos mediterráneos.- Guía de la excursión española.» (18). En dicha publicación aparece el estudio pormenorizado de un perfil o calicata, el nº III, tomado a 150 metros del kilómetro 223 en la antigua carretera nacional a Andalucía y que corresponde a un Luvisol cálcico crómico sobre pizarras; el «Mapa de suelos de España, (Península y Baleares). Escala 1:1.000.000» (19), publicado por el hoy desaparecido Instituto Nacional de Eda-

fología y Agrobiología del CSIC en 1968 y por último y bastante reciente, el publicado por el Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC en 1992. Este libro que recomendamos en general a toda institución o persona relacionada con la agricultura en Castilla-La Mancha, lleva por título «La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real. La Mancha y Campo de Motiel» (20). Como es lógico dentro de la zona estudiada en esta publicación está incluido el término de Santa Cruz de Mudela que nosotros estudiamos.

Como resultado de todo lo anteriormente dicho, y siguiendo las normas recogidas y publicadas por la FAO en su sistemática de 1989 (21), hemos reconocido dentro del término de Santa Cruz de Mudela, 13 unidades distintas de suelos y dos subunidades repartidas en 7 de los Grandes Grupos de suelos que la sistemática FAO presenta y que, dentro del término en orden de mayor a menor representatividad son los siguientes: Luvisoles, cambisoles, calcisoles, leptosoles, regosoles, acrisoles y fluvisoles.

Luvisoles. Son los suelos que fundamentalmente como horizonte de diagnóstico, presentan un horizonte B, árgico, también llamado argílico, que se corresponde con el horizonte Bt de la sistemática americana (22). Además han de cumplir entre otros requisitos, poseer una capacidad de cambio catiónico igual o superior a 24 cmol (+) Kg⁻¹ de arcilla en el Sistema Internacional de Unidades que equivalen a 24 meq/100 g de arcilla en el sistema antiguo y una saturación en bases mayor del 50%. Este horizonte Bt presenta siempre un contenido en arcilla claramente mayor que el situado encima y se caracteriza además por el hecho de que parte de esta arcilla es de origen iluvial, depositándose como revestimientos llamados argilanes o cutanes en la superficie de las unidades estructurales del suelo, en sus fisuras y en los poros.

Estos suelos se han desarrollado fundamentalmente a partir de sedimentos detríticos, limo arcillosos pliocuaternarios e incluso más modernos, procedentes de la alteración y posterior erosión de pizarras, esquistos, filadidos, areniscas, cuarcitas e incluso calizas. Por lo cual es frecuente ver luvisoles sobre sedimentos recientes que fosilizan luvisoles más antiguos. En algún paraje, sobre todo en zonas accidentadas, pueden verse directamente sobre las pizarras más ar-

ciliosas, relictos de suelos rojos o pardo rojizos que son auténticos luvisoles.

Solos o asociados con suelos de otros grupos, principalmente cambisoles y calcisoles, ocupan grandes extensiones dentro de este término de Santa Cruz de Mudela, quizá una tercera parte de la superficie total, concentrándose sobre todo en una especie de franja que va desde el noreste del término hasta el sur. Son suelos arcillo-sos, profundos, con pedregosidad variable pero que suele ser superficial, ocupando posiciones llanas o de suave pendiente y bordeando muchas veces los relieves ordovícicos y con riesgo de erosión de ligeros a moderados. Su aprovechamiento actual es el cultivo del cereal y el olivar.

Dentro de este grupo de los luvisoles, distinguimos el luvisol crómico y el luvisol háptico y como subtipo el luvisol cálcico crómico. Los dos tipos, crómico y háptico se diferencian exclusivamente por el color del horizonte Bt, rojo o pardo rojizo en los crómico y solamente pardo en los hápticos y esta distinta coloración es consecuencia de la presencia o ausencia de un proceso edáfico llamado «rubefacción». Unido a estos dos tipos de luvisoles encontramos los luvisoles cálcico crómicos que además de ser rojos presentan una acumulación de carbonato cálcico secundario, en forma pulverulenta o nodular. Además de los procesos de argilización y rubefacción ha tenido lugar en este tipo de suelo una descalcificación y descarbonatación y posterior depósito de este carbonato en horizontes más profundos bajo formas diversas.

Quizá sean los **calcisoles** el grupo de suelos más representativo de la entidad fisiográfica que conocemos como La Mancha y de la que participa una franja en la parte norte del término de Santa Cruz de Mudela. Se caracterizan estos suelos por poseer un horizonte cálcico, petrocálcico o caliza blanda pulverulenta dentro de los primeros 125 centímetros y un horizonte Bw, cámbico o uno Bt, argírico, impregnados en carbonato cálcico y por encima un horizonte A, orgánico, de tipo ócrico. Dentro de este grupo de suelos el tipo dominante es el Calcisol pétrico, que es el suelo formado a partir de sedimentos detríticos arcósicos depositados sobre las costras calizas. Parece ser que a partir del Plioceno, cambian las condiciones de sedimentación, originándose un régimen continental formando sedi-

mentos detríticos procedentes de la erosión y transporte de los materiales paleozoicos circundantes tapizando la sedimentación química de tipo lacustre y que en parte originó la formación de costras calizas. De todas formas, de las tres hipótesis más corrientes, por ascenso, por descenso y por sedimentación, Gogt (23) y Mathieu (24), demuestran con bastante aproximación como la génesis sedimentológica y la edáfica se combinan en la formación de las costras calizas. En algunos casos estas costras pueden actuar como «roca madre» en la formación de suelos jóvenes, de poco desarrollo, principalmente de tipo «rendzínico».

Como ya hemos dicho, dentro del grupo de los calcisoles, el tipo más dominante en La Mancha, es el calcisol petrocálcico. Son suelos situados en zonas llanas, de textura generalmente franco arcillosa, con cierta pedregosidad debido a la rotura de la costra en los trabajos de laboreo, buen drenaje y prácticamente sin riesgos de erosión. El problema principal que presentan estos suelos es su relativa poca profundidad, condicionada por la presencia de la costra caliza que impide un normal desarrollo radicular, pues ésta suele encontrarse entre 35 y 65 centímetros de la superficie. Asociados a este tipo de suelos encontramos generalmente algunos cambisoles y luvisoles y más raramente leptosoles y regosoles.

Un suelo extendido por todo el término, asociado con otros muchos suelos principalmente como luvisoles y calcisoles son los Cambisoles. Es el suelo que podríamos calificar como de suelo «climax», que no responde a unas condiciones extremas ni de sequía ni de humedad ni térmicas extremas. Podríamos decir que su formación y desarrollo se encuentra entre la fuerte alteración con emigración de arcilla de los Luvisoles y las condiciones áridas con lavado ascendente de los calcisoles.

El término cambisol, viene del latín *cambiare*. Se refiere al cambio estructural que como consecuencia de una alteración física y química, experimenta el material originario y que se refleja en la presencia en estos suelos de un horizonte B, llamado cámbico, y que se representa con Bw. Son suelos de textura franca, franco arenosa o arcillo arenosa. Al situarse estos suelos en posiciones topográficas variables, generalmente llanas o con pendientes suaves y desarrollarse sobre casi todo tipo de materiales, la pedregosidad tanto superfi-

cial como dentro del suelo será también variable e igualmente variable los riesgos de erosión de estos suelos que de todas formas no son muy severos.

De los nueve tipos distintos de cambisoles que la FAO contempla, nosotros hemos podido distinguir cambisoles crómicos y cambisoles calcáricos y un subtipo que son los cambisoles calcárico crómicos. Todos ellos poseen el horizonte de alteración Bw, que en los crómicos es de color pardo rojizo o rojo y que en los calcáricos es calizo y el subtipo recoge ambas propiedades.

Suelos muy representativos de los paisajes más abruptos del término de Santa Cruz de Mudela, son los **Leptosoles**, localizados sobre todo en la Sierra del Aljibe. Son suelos de poco espesor pues una característica de ellos es que están limitados por una roca dura a 30 cm como máximo de la superficie. Se desarrollan a partir de pizarras, esquistos y sobretodo de areniscas y cuarcitas y no tiene más que un horizonte A, con mayor o menor contenido en materia orgánica. Según la vegetación que sustenten, podemos encontrar leptosoles con horizonte A de tipo ócrico muy bajo en materia orgánica o por el contrario rico es decir de tipo úmbrico, pero siempre el horizonte A, tendrá un grado de saturación en bases menor del 50 %. Son por lo tanto suelos ácidos. Hemos distinguido Leptosoles dístricos con horizonte A ócrico y leptosoles úmbricos con horizonte A rico en materia orgánica. Estos últimos son los llamados «ranker» en antiguas clasificaciones (25). Cuando los leptosoles no sobrepasan los 10 cm se les denomina leptosoles líticos, conocidos como «litosuelos».

Otros suelos con menor representación que los anteriormente descritos pueden encontrarse, como **Acrisoles**, parecidos morfológicamente a los luvisoles, pero con una capacidad de cambio menor de $24 \text{ cmol}(+)\text{Kg}^{-1}$ de arcilla y un grado de saturación menor del 50 %; algún **Regosol** sobre materiales muy consolidados y algún **Fluvisol**, sobre sedimentos fluviales muy recientes. Por último en posiciones topográficas deprimidas pueden encontrarse tanto Luvisoles como Cambisoles con propiedades vérticas pero sin llegar a poderlos considerar como auténticos vertisoles.



FIGURA 1. A: Suelos rojos en barbecho en las faldas de un monte isla con vegetación natural al fondo.
C: Actividad antrópica intensa con degradación por sellado.



B: Suelos rojos bajo cultivo de viñedo y cereal en las faldas de un monte isla con vegetación natural muy degradada.

D: Perfil modelo en la falda de un monte isla.

Vulnerabilidad de los suelos.

Hoy día son cada vez más los problemas ambientales que afectan a todos los ámbitos y por supuesto a los suelos. Éstos debido a sus propiedades químicas, físicas y biológicas actúan como barrera protectora de otros medios más sensibles como por ejemplo los hidrológicos, pero en función de su misma fragilidad pueden verse afectados y producirse su deterioro. Es decir, el suelo actúa como filtro para proteger el medio ambiente frente a la contaminación, pero en ese papel de filtro, el efecto combinado de la absorción y del lavado determina en líneas generales la sensibilidad de un suelo ante los agentes externos, es decir, indica su vulnerabilidad.

Los suelos con alto potencial de lixiviación y baja absorción son poco sensibles mientras que los que poseen bajo potencial de lixiviación y elevado potencial de absorción son muy sensibles, pudiéndose llegar a alcanzar la «vulnerabilidad crítica», momento en el que el suelo se degrada de tal modo que es irrecuperable química, física y hasta económicamente.

Como ya hemos indicado en el apartado correspondiente a «tipos de suelos», en el término de Santa Cruz de Mudela encontramos gran variedad de suelos pero los que destacan por su extensión y colorido en el paisaje son los que de una manera genérica podríamos llamar «suelos rojos». De los descritos en ese apartado y con esa denominación podemos incluir los luvisoles crómicos y cálcico crómicos, cambisoles crómicos y calcárico crómicos y una gran parte de los calcisoles petrocálcicos que son rojos.

En el trabajo «Vulnerabilidad química de suelos rojos en La Mancha» (26), de uno de los autores de este capítulo de los suelos, se analizan las propiedades básicas que se necesitan para en función de ellas establecer lo que se denomina «Índice de vulnerabilidad» mediante la fórmula $IV = 1 - (CA/80 + MO/10 + AC/60 + DR/4 + PR/200)$ en la que CA representa el tanto por ciento de carbonato cálcico, con rango de 0 a 80, MO el tanto por ciento de materia orgánica, con rango de 0 a 10, AC el tanto por ciento de arcilla, rango de 0 a 60, DR la clase de drenaje con rango de 1 a 5 y PR la profundidad del suelo en centímetros y con rango de 30 a 200. Así se establecen cuatro clases de vulnerabilidad para los distintos suelos que van

desde la clase V1 nada vulnerables como son la mayoría de los luvisoles cálcico crómicos, hasta la clase V4 muy vulnerables y por lo tanto con riesgo de contaminación para los niveles freáticos, ejemplo de los cuales no encontramos en este término de Santa Cruz de Mudela, salvo algún fluvisol.

Uso del suelo

Los suelos que hemos descrito soportan actualmente unos cultivos que en líneas generales se corresponden con sus propiedades. Y así vemos que en los luvisoles solos o en asociación con cambisoles, que son suelos profundos, en algunos casos con excesiva pedregosidad y en zonas con cierta pendiente tenemos localizados el olivar y en las situaciones más favorables el cultivo del cereal. Sobre los calcisoles, solos o en asociación con cambisoles, está implantado de antiguo el cultivo de la vid que se adapta a estos suelos poco profundos muy pedregosos y muy calizos. En mucha partes de La Mancha, eliminando físicamente las costras y aprovechando los acuíferos se van extendiendo los regadíos. Sobre luvisoles, acrisoles y cambisoles en posiciones topográficas con más pendientes y menor profundidad de suelo encontramos las zonas de pastizal, muchas veces asociadas con el matorral que como es lógico ocupa los suelos peores, como son los leptosoles y acrisoles. Ya se ha dicho en otro apartado que las superficies forestales son escasas, y que aparte de los rodales de encinas, vienen representadas fundamentalmente por las repoblaciones de pino negral, *Pinus pinaster*, que se sitúan en el sur del término sobre acrisoles, luvisoles y leptosoles de poco desarrollo y generalmente de carácter más ácido.

A partir de la información obtenida del Mapa de cultivos y aprovechamientos, ya citado (1), diríamos que dentro de este término de Santa Cruz de Mudela, el regadío representa el 1 %, mientras que los cultivos de secano, principalmente el cereal, son los de mayor extensión, llegando quizá al 65 %. Además tenemos un olivar con un 13 % y el viñedo un 3 %. El resto de la superficie se lo reparten el pastizal con un 5 %, el matorral un 8 % y los pinares, la mayor parte de repoblación, con un 3 %, quedando como improductivo seguramente un 3 %.

Por nuestra parte, basándonos en la metodología de Sánchez y colaboradores (27), que nosotros ya hemos empleado en otros trabajos (28), y en la que teniendo en cuenta una serie de factores limitantes se establecen cinco unidades o clases que definen la «Capacidad de Uso Potencial» de los suelos, clases que se correlacionan con las que establece el Servicio de Conservación de Suelos, de USA (29). De estas cinco clases, a la clase A, sin limitación alguna, no pertenece ninguno de los suelos estudiados en este término de Santa Cruz de Mudela. A la clase B, con ligeras limitaciones, como son un imperfecto drenaje o una textura demasiado arcillosa o excesivamente arenoso, corresponden algún luvisol, cambisol o fluvisol. A la clase C, suelos que viene afectados ya por limitaciones más severas, pertenecen la mayoría de luvisoles, cambisoles y calcisoles. Pero estas limitaciones son muy variadas, desde la poca profundidad del suelo como ocurre con muchos calcisoles, a ciertos riesgos de erosión como ocurre con calcisoles y luvisoles situados en las pendientes más acentuadas, pasando por problemas de drenaje imperfecto como ocurre con algunos luvisoles y cambisoles situados en los fondos de algunas vallonadas. A la clase D, pertenecen la mayoría de los suelos no dedicados al cultivo, en los que la pendiente y la poca profundidad del suelo son los factores limitantes en grado muy severo. Se corresponden con las praderías y sobre todo con las áreas de matorral implantados en los suelos peores como son la mayoría de los leptosoles. Por último a la clase E pertenecen los Leptosoles líticos, es decir, los antiguos litosuelos, que se sitúan en las cumbres más altas, siendo la topografía y el escasísimo espesor del suelo los factores limitantes. De todas formas en el caso de los suelos de este término existe una correlación muy estrecha entre el uso actual que se da a los suelos y su capacidad potencial, correlación debida al buen conocimiento que de sus suelos tienen los habitantes de este término.

BIBLIOGRAFIA

- (1) MINISTERIO DE AGRICULTURA (1977) Mapa de cultivos y aprovechamientos. Escala 1:50.000. Hoja 838. Santa Cruz de Mudela. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- (2) CASAS TORRES, J.M. (1969) Atlas e índices de los términos municipales españoles. Conf. Esp. de Cajas de Ahorro. Madrid.

- (3) INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (1982) Censo Agrario. Madrid.
- (4) LARA, P. Y MASA, F. (1990) Guía de Castilla La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo.
- (5) IGME. (1971) Mapa geológico de España E. 1:200.000 Hojas 61, Ciudad Real y 70, Linares. Madrid.
- (6) IGME. (1935) Mapa geológico de España. E. 1:50.000 Hoja 838. Santa Cruz de Mudela. Madrid.
- (7) LLOPIS LLADÓ, N. Y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1965) Sur les caracteres morpho-tectoniques de la discordance precam brienne du Sud de Toledo (Espagne). Comp. R. S. Soc. Geol. Fr. Fasc 7.
- (8) GAUSSEN, H. (1919) Mapa de las subregiones climáticas de la Península Ibérica. Escala 1:4.000.000. Service Geographie de l'Armée. Paris.
- (9) LÓPEZ GÓMEZ, A. (1959) El clima en España según la clasificación de Copen. Est. Geogr. Año XX n° 75 Inst. Juan Sebastián Elcano. Madrid.
- (10) ALLUÉ ANDRADE, J.L. (1966) Subregiones fitoclimáticas de España. Inst. Forestal de Inv. y Exp. Madrid.
- (11) RIVAS GODAY, S. (1946) La aridez e higrócontinentalidad de las provincias de España y su relación con las comunidades vegetales climáticas (climax). An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles. Madrid.
- (12) PAPADAKIS, J. (1980) Ecología y manejo de cultivos, pasturas y suelos. Buenos Aires. Albatros.
- (13) TURC, L. (1955) Le Bilan D'eau des Sols. Relations entre les Precipitations, l'Evaporation et l'Ecoulement. Ann. Agron. 5: 491-495.
- (14) LÁZARO, F.; ELÍAS, F. Y NIEVES, M. (1978) Régimen de humedad de los suelos de la España peninsular. Inst. Nac. de Inv. Agron. Madrid.
- (15) NEWHALL, F. (1976) Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Soil surv. Inv. Rep. Soil Cons. Serv. USDA. Washington.
- (16) TAVERNIER, R. Y VAN WAMBEKE, A. (1976) Determinación del régimen hídrico de los suelos de España según el modelo matemático de Newhall. Agrochimica 20: 406-412.
- (17) RIVAS MARTÍNEZ, S. (1985) Mapa de las Series de Vegetación de España. Hoja 23 Jaén. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación e ICONA. Madrid.
- (18) SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DE SUELO. (1966) Conferencia sobre suelos mediterráneos. Guía de la excursión española. Madrid.
- (19) GUERRA, A. ET AL (1968) Mapa de suelos de España: Península y Baleares. Escala 1:1.000.000 CSIC. Madrid.
- (20) CARLEVARIS, J.J.; DE LA HERA, J.L.; RODRÍGUEZ, J. Y SERRANO, F. (1992) La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real. La Mancha y Campo de Montiel. Centro de Ciencias Medio-ambientales. CSIC y Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha. Madrid.
- (21) FAO-UNESCO. (1989) Mapa Mundial de Suelos. Leyenda revisada. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. N° 60. Versión en español. Roma.
- (22) SOIL SURVEY STAFF. (1975) Soil Taxonomy. Handbook n° 436. Soil Conservation Service USDA. Washington.
- (23) VOGT, T. (1984) Croûtes calcaires: Types et Genèse. Strasbourg.

- (24) MATHIEU, L.; LACROIX, D.; EC, C. Y RASSELO, A. (1984) Sols et croûtes calcaires dans la basse Moulouya intérieure (Maroc oriental). Rech. Géogr. Strasbourg 22-23.
- (25) KUBIENA, W.L. (1952) Claves sistemáticas de los suelos. CSIC. Madrid.
- (26) JIMÉNEZ BALLESTA, R.; ÁLVAREZ GONZÁLES, A. Ed. (1999) Control de la degradación de suelos. ISBN 84-689-2620-5. pp 663-668.
- (27) SÁNCHEZ, J.; RUBIO, J.; MARTÍNEZ, V. Y ANTOLÍN, C. (1984) Metodología de la Capacidad de uso de los Suelos para la cuenca mediterránea. I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. II: 837-848. Madrid.
- (28) MONTURIOL, F. Y ALCALÁ DEL OLMO, L. (1991) Mapa de Capacidad Potencial de Uso Agrícola de la Comunidad de Madrid. CSIC y Consejería de Agricultura y Cooperación de la Comunidad de Madrid. Madrid.
- (29) KLINGEBIEL, A. A. Y MONTGOMERY, P.H. (1961) Land capability classification. US Depart. of Agricultura. Soil. Cons. Serv. Handbook 210. Washington.

Acción terapéutica de las aguas del Balneario Cervantes

JOSEFINA SAN MARTÍN BACAICOA Y AGUSTÍN VALERO
CASTEJÓN

*Académicos Correspondientes de la Real Academia Nacional
de Farmacia*

RESUMEN

Se exponen las posibles acciones de las aguas de los dos manantiales del Balneario Cervantes atendiendo a su composición química y a la vía de administración. Se especifican los efectos derivados de la vía oral utilizada en el manantial Villa Rosa, y se hace mención especial a la vía tópica que es la principal vía utilizada en este balneario con las aguas del manantial Cervantes. Se analiza y muestra en gráficos la información suministrada por el balneario, en relación con las técnicas, programas ofrecidos, número y edad de los usuarios y número de técnicas utilizadas en las distintas patologías.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales.-Balnearios.-Balneoterapia.

ABSTRACT

Therapeutic action of Cervantes Spa waters

The possible actions of the waters of the two springs at the Balneario Cervantes are exposed, attending to its chemical compounds and the way of administration. The effects produced by the waters given per os are specified when using the Villa Rosa spring waters. Special mention is made to the effects of the topic way, which is the main way of using the waters in the Balneario Cervantes. Information concerning to used techniques, offered programmes, as well as number and age of users and number of techniques used in the different pathologies are analyzed and shown in graphics and figures.

Key words: Mineral waters.- Spas.- Balneotherapy.

INTRODUCCIÓN

Las aguas del Balneario Cervantes, situado en la partida de El Salobral, término municipal de Santa Cruz de Mudela, (Ciudad Real)

eran conocidas desde antiguo por los habitantes de la zona por tener propiedades beneficiosas para la salud.

Como ya se señala en la parte de esta monografía dedicada a la historia del balneario presentada por la Prof. Francés Causapé, a mediados del siglo XVIII se utilizaron estas aguas en el tratamiento de los enfermos del Lazareto existentes en ese lugar. Fue llamado «Balneario de los Agoniantes». Parece ser que en 1770 ya existía el balneario y aunque deteriorado en la guerra de la Independencia y abandonado por los Padres Camilos en 1835, tras la desamortización de Mendizábal, siguió siendo utilizado por los habitantes de la zona.

Una de las primeras referencias bibliográficas sobre la utilización de las aguas del Balneario Cervantes, es la de Madoz (1) quien, menciona la existencia de unos baños minerales en El Salobral que *«aprovechan las aguas procedentes de los restos de una mina de antimonio, «Norias de Antimonio» y las de otro pozo contiguo que son frecuentados por vecinos y forasteros, logrando en ellos la curación de sus dolencias; hay una casa para comodidad de los que van a bañarse»*.

En la Memoria de 1906 sobre las aguas minerales de «LOS AGONIZANTES», el médico Pedro Sanz (2) señala, en el apartado de aplicaciones terapéuticas, *«Estas aguas bicarbonatadas sódicas litínicas por excelencia gozan de una merecida fama y están especialmente indicadas en la dilatación de estómago, dispepsia por atonía flatulenta, ácida, gotosa, gastroxia nerviosa, úlcera de estómago, gastralgia, congestión del hígado, litiasis biliar, infartos del hígado y bazo, nefritis, albuminuria, cólico hepático, nefrítico, litiasis úrica, gota, diabetes y obesidad y en general en todas las enfermedades del aparato digestivo y sus anejos, en las cuales compite con ventaja con sus similares españolas ... y con las de ... en el extranjero.»*

Las instalaciones balnearias, conocidas como «Baños del Salobral o Villa Elena», se mantuvieron con cierta actividad hasta mediados del siglo XX. En los primeros años de los 80 realizamos una visita al Balneario. Una amable persona mayor que lo cuidaba nos permitió el acceso a su interior. En la planta baja se encontraban las dependencias para los tratamientos y otras estancias dedicadas al alojamiento de los usuarios y sus familias, que portaban sus enseres; una de esas dependencias era la cocina donde podían preparar sus comidas; las habitaciones del piso superior, que estaban destinadas

a hospedar a las personas económicamente más pudientes, no pudimos visitarlas por el mal estado de la escalera. Como instalaciones balnearias se conservaba, en el exterior, un pequeño estanque o piscina a pocos metros de la casa. La extracción del agua se hacía manualmente desde un pozo cercano al estanque.

En estos últimos años se ha hecho una gran inversión y ha sido transformado en un Centro Balneario moderno con muy buenas instalaciones balnearias y hoteleras.

LAS AGUAS DEL BALNEARIO

Son varias las fuentes y surgencias existentes en la zona. Las aguas que se utilizan, hoy día, en el Balneario Cervantes son las procedentes de dos manantiales: «Manantial Villa Rosa» y «Manantial de Baños».

Las aguas del «Manantial Villa Rosa», hoy «Fuente de San Camilo» son utilizadas en bebida, tanto en la fuente del exterior como en el interior de las instalaciones balnearias y ambas están a disposición del público, con prescripción o sin ella.

Las aguas del «Manantial de Baños», titulado «Cervantes» o de «La Mina Bilbao» son utilizadas en el balneario en aplicación tópica.

En algunas de las publicaciones sobre el Balneario de Cervantes que aparecen en los años 80 y 90, Guías de Balnearios, folletos de Temporada Oficial de Balnearios y otras (3-6) se informa de los dos manantiales del Balneario Cervantes, diferenciándolos según su composición y sus indicaciones basándose en los datos oficiales de declaración de U.P. e informan sobre las instalaciones con las que cuenta el balneario. En una de ellas se da para ambos manantiales la clasificación de *bicarbonatadas*, *cálcicas*, *magnésicas litínicas*, *ferroginasas*, *carbónicas* y otra caracteriza a las aguas del Balneario Cervantes como *Bicarbonatadas*, *litínicas*, *alcalinas* y *radiactivas* para ambos manantiales, que los diferencia, únicamente, por sus indicaciones terapéuticas:

Manantial Villa Rosa: trastornos gástricos, alteraciones hepatobiliares diuréticas. Manantial Baños: artrosis, reuma, secuelas traumáticas.

Examinada detenidamente la diferente bibliografía y documentación sobre el Balneario Cervantes y específicamente sobre sus aguas, se observa cierta confusión e incluso contradicción en la información dada por la misma fuente bibliográfica, en cuanto a denominación, utilización de sus aguas, composición de las mismas, etc. etc.

Por todo ello, hemos dedicado nuestra atención, en primer lugar a aclarar tal circunstancia.

- **«Manantial Villa Rosa» - «Fuente de San Camilo»**

Las aguas del «Manantial Villa Rosa», hoy «Fuente de San Camilo». fueron declaradas de U.P. en 1911 (7), y clasificadas como aguas *bicarbonatadas mixtas, variedad litínica y notablemente radiactivas*», *emergiendo a la temperatura de 11° C.* Se señala en la publicación de la Gaceta de Madrid que emergen en una finca denominada Villa Gloria... sita en los terrenos conocidos con el nombre de El Salobral en el t. m. de Santa Cruz de Mudela... Se señaló la temporada oficial – 1° Junio a 30 Sept. ... Se dispuso el embotellamiento de las aguas...

Esta declaración de U.P. se basó en el informe del Médico Director del Cuerpo de Baños D. Eduardo Menéndez Tejo, quien clasifica las aguas basandose en el análisis practicado por el Dr. D. Enrique Ortega Mayor del Laboratorio Municipal de Madrid, que con fecha 12 de Abril de 1906 las clasifica como bicarbonatadas-mixtas-variedad litínica, radiactivas. Así se recoge en la Memoria de las aguas minerales de «Los Agonizantes», realizada por el médico D. Pedro Sanz, en noviembre de 1906 (8).

- **«Manantial Cervantes» o de «La Mina Bilbao»- «Noria de Antimonio»**

Las aguas del manantial «Cervantes» o de la «Mina Bilbao» procedentes de un pozo de mina, abierto para la explotación de antimonio en el siglo XIX, fueron declaradas de U.P. en 1929.

La Gaceta de Madrid de 20 de Junio de 1929 publicaba una Real Orden por la que se declaraba de *utilidad pública el Balneario de aguas minero-medicinales titulado «Cervantes», en Santa Cruz de Mudela.*

Los análisis de las aguas requeridos para la declaración de U.P. se efectuaron en *el Instituto de la Brigada Sanitaria de Ciudad Real, organismo oficial de reconocida solvencia científica*, y según dichos análisis *las aguas del manantial «Cervantes»* fueron calificadas mine-ro-medicinales, clasificándolas como *acídulas, bicarbonatadas y ferruginosas*.

Los dictámenes de las Juntas Local y Provincial de Sanidad fueron favorables a la autorización de este Balneario, si bien su apertura quedaba pendiente de la *correspondiente asistencia facultativa*.

Según figura en dicha Gaceta y así se recoge también en el Boletín de la Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia de 30 de junio de 1929 (9), en la declaración de U.P., se hace constar que *«figura en el Ministerio de la Gobernación el citado Balneario, que antes se llamaba el «Salobral» y que ha estado funcionando clandestinamente muchos años,..., y que el expediente actual sólo tiene por objeto el poner al balneario en condiciones legales»*

Según consta en la documentación cedida por la dirección del Balneario, las aguas del Manantial Cervantes, declaradas de Utilidad Pública en 1929 para uso externo, se comercializaron en 1930 como aguas de bebida, con el nombre de «Aguas Balneario Cervantes» - Anastasio Almarza Mazo (Médico) compró la empresa en 1942.

Hemos consultado y comparado los análisis de las aguas de los dos manantiales utilizados en el Balneario Cervantes, realizados a principios del siglo XX y otros más recientes a los que hemos tenido acceso, y específicamente los presentados por la Prof. Torija y, a pesar de la no exacta coincidencia, se pueden considerar aguas de composición química y características muy similares, con variaciones admisibles.

Podemos por tanto señalar que, las **aguas del Manantial Villa Rosa** utilizadas en forma de bebida, tanto en la **fuelle de San Camilo**, como en la fuente en el interior del balneario y las aguas del **Manantial de Baños**, llamado también **Manantial Cervantes o de La Mina Bilbao**, utilizadas en aplicación tópica, son similares y sus características más destacadas son:

- hipotermiales - temperatura cercana a 20° C
- de mineralización fuerte – mayor de 1500 mg/l
- alcalino- acídulas – pH 6,6 – 7,6
- carbogaseosas – CO₂ > 300 mg/L
- bicarbonatadas mixtas, cloruros y sulfatos >20 % meq
- cationes predominantes: sodio, calcio y magnesio
- aniones y cationes mayoritarios muy equilibrados
- podríamos considerarlas litínicas - superior a 1mg/l
- extremadamente duras - más de 400 mg/l de CO₃ Ca

Algunas consideraciones sobre los componentes de estas aguas

El componente **gas carbónico** aparece en todas las determinaciones, aunque existen ciertas diferencias en la concentración; esas discrepancias pueden ser debidas, al lugar en donde se practicó el análisis, y también, a la pérdida de parte del carbónico a lo largo de la conducción; el carbónico se desprende con gran facilidad si la cañería no va completamente llena. Es necesario tener gran cuidado en ese aspecto de la captación y el transporte.

Constatamos en nuestra visita al balneario que el agua del Manantial Villa Rosa es sin duda carbónica. Recogemos la descripción que se hace de la emergencia del manantial VillaRosa en un folleto de la Temporada Oficial (10)

«el manantial de bebida, llamado antiguamente de los «Agonizantes», emerge casi a nivel del suelo en forma de varios surtidores que producen un gran hervidero por la mucha cantidad de burbujas de gas carbónico que contiene. Su agua es de sabor agradable, transparente, incolora e inodora y nunca deja sedimento o poso alguno»

Como es bien conocido, las aguas **carbogaseosas** se caracterizan por su sabor ácido, desprendimiento espontáneo de burbujas de gas, mineralización no elevada y, de ordinario, baja temperatura (11).

Las aguas mineromedicinales **bicarbonatadas** en las que es característico el predominio de los iones bicarbonato entre los anio-

nes y de los iones alcalinotérreos y alcalinos entre los cationes, contienen también gas carbónico en mayor o menor cuantía. Constituyen un **grupo de gran homogeneidad**, integrado por aguas que se denominan «carbónicas o acídulas» cuando el contenido en carbónico libre es considerable y su acidez ligera, o «alcalinas» cuando ese contenido es menor y el pH más elevado. En la emergencia son ácidas, potencialmente se comportan como alcalinas, sistemas tampón, administradas al organismo, producen efectos antiácidos y tienden a elevar la reserva alcalina (12). Por lo que respecta a los **catiónes**, en todos los análisis se encuentra el sodio, calcio y magnesio, con predominio del sodio en unos casos y del calcio y magnesio en otros.

Las aguas del Balneario Cervantes, son **extremadamente duras**. Como es bien sabido la dureza de las aguas se debe principalmente a los iones calcio y magnesio y se expresa en mg/l de CaCO_3 o en grados (distintas equivalencias según países), frecuentemente en grados franceses (un grado francés 1° F corresponde a 10 mg/l de carbonato cálcico). En todos los análisis de estas aguas la dureza es superior a 500 mg/l de CO_3Ca .

La Reglamentación Técnico Sanitaria para las aguas potables de consumo público señala como dureza recomendable 150 mg/l y aceptable hasta 500 mg/l de carbonato cálcico por litro. Se ha comprobado que en zonas en las que se consumen aguas blandas se detecta en sus habitantes mayor número de casos de enfermedades cardiovasculares y que la ingestión habitual de aguas duras ejerce una acción protectora frente a cardiopatías isquémicas, y que pudiera ser el magnesio el responsable de tan beneficioso efecto (13).

El **hierro** es también frecuente en las aguas bicarbonatadas. Cuando contactan con filones de hierro se incorpora este elemento al agua, pero en ninguno de los análisis practicados de las aguas del Balneario Cervantes, las determinaciones de hierro alcanzan concentración suficiente para poder dar denominación al agua (>5-10 mg/l según taxonomías) ni obtener efectos terapéuticos derivados de ese componente.

Las aguas de Villa Rosa se han considerado **litínicas** a lo largo del tiempo. En alguno de los análisis actuales consultados se ha determinado el **litio**, siendo la concentración en esta agua de Villa-

rrosa superior a 1 mg/l. (1,7 – 2 mg/l) por lo que podemos seguir calificándola de litínica.

En el siglo XIX, en 1840 ya se utilizaba el urato de litio en el tratamiento de la gota y las aguas alcalinas litínicas tuvieron gran predicamento como diuréticas (litines).

Actualmente, son muchas las acciones que se atribuyen al litio aunque no se conoce bien su función en el organismo, se le considera como un buen sustituto de los iones sodio en los sistemas de transporte de la membrana celular y se estudia su mecanismo de acción en el cerebro humano. Parece que interviene en la liberación de neurotransmisores, (aumenta la de algunos como nora-drenalina y disminuye la de otros como la serotonina) y está relacionado con mecanismos oxidativos de las neuronas (14), pero queda mucho por contestar en relación con pautas terapéuticas y su manejo.

El litio posee indicaciones terapéuticas tan relevantes como la manía aguda o la prevención de la enfermedad maníaco-depresiva unipolar, mejorando el efecto de los antidepresivos, pero la acción terapéutica de las aguas litínicas es discutible, ya que para obtener acción antimaníaca se precisan dosis muy elevadas (15), que naturalmente, con estas aguas no se pueden alcanzar.

Además de los elementos mayoritarios, se han hecho determinaciones de elementos traza, en el agua de Villa Rosa del balneario Cervantes, en la que figuran un elevado número de factores mineralizantes que, aún en muy pequeña cantidad, son siempre actuantes, pudiéndose citar entre los **oligoelementos** detectados: aluminio, antimonio, arsénico, boro, cadmio, cobre, hierro, manganeso, níquel, selenio, etc., algunos de ellos considerados **oligoelementos esenciales** o indispensables para el organismo. Tienen un amplio campo de acción implicándose en la modulación de las respuestas autoinmunes, en la capacidad de reacción frente a las infecciones y también intervienen en reacciones íntimas de la vida celular a nivel mitocondrial; se comportan como biocatalizadores, metaloenzimas, desencadenando o acelerando las reacciones de oxido-reducción (16). Últimamente está adquiriendo gran importancia su papel en la protección frente a los radicales libres, que hoy día se considera uno de los posibles mecanismos del envejecimiento.

La concentración de cada uno de los elementos traza u oligoelementos, detectados en estas aguas, en ningún caso supera ni se acerca a la que podría ser considerada de cierta significación terapéutica, si bien el conjunto de elementos mayoritarios y minoritarios deberán ser tenidos en cuenta en las posibles acciones favorables de las aguas, especialmente, si se administran por vía oral.

ACCIONES EN EL ORGANISMO - VÍAS DE ADMINISTRACIÓN

Las acciones de estas aguas en el organismo van a ser **dependientes de la vía de administración** y naturalmente de su **composición química**, principalmente de las derivadas de sus elementos mayoritarios, pero también, de otros muchos componentes minoritarios que el agua contiene y que al ser administrados simultáneamente todos ellos, sus efectos no son fácilmente predecibles ya que no es posible adjudicarlos a uno solo de sus componentes, como ocurre en la administración de un medicamento.

Las aguas utilizadas en el balneario Cervantes se administran por **vía oral** y por **vía inhalatoria** las del Manantial Villa Rosa, y por **vía tópica** las del Manantial Cervantes o de La Mina Bilbao.

MANANTIAL VILLA ROSA – FUENTE DE SAN CAMILO – FUENTE EN EL INTERIOR DEL BALNEARIO.

Vía ORAL

Las aguas de la Fuente de San Camilo y la Fuente en el interior del Balneario procedentes del Manantial Villa Rosa, son aguas **alcalino-acídulas, de mineralización fuerte, bicarbonatadas, sodio-cálcicas, litínicas, carbogaseosas y extremadamente duras**, (contiene magnesio en cantidad apreciable pero no para dar denominación al agua); se utilizan en bebida y están a disposición de los usuarios, con o sin prescripción.

Las acciones de estas aguas bicarbonatadas ingeridas, son dependientes de su mineralización, principal y acompañante, de su alcalinidad y poder también.

FIGURA 1. *Fuente de San Camilo.*

Acciones sobre aparato digestivo

Son aguas hipotónicas muy bien toleradas y al administrarse al organismo por vía oral. son fácil y completamente absorbibles, y es fácil también su eliminación.

Su contenido **carbónico** les confiere un particular **sabor «ácido-lo»**, agradable, bien tolerado. En boca liberan el CO₂ y producen una fase corta de estímulo directo de la secreción, para pasar a una acción amortiguadora de la capacidad gustativa, ligeramente anestésica de las papilas gustativas.

La acción más destacable de este agua **bicarbonatada – carbogaseosa** es la ejercida en el **estómago y primeros sectores entéricos**. Se comporta como equilibradora de las secreciones y motilidad; es destacable la acción vasodilatadora del carbónico, lo que favorece la absorción del agua.

El carbónico estimula la secreción del jugo gástrico y la motilidad del estómago y favorece la absorción y progresión de los alimentos en los primeros sectores del aparato digestivo, en tanto que el **bicarbonato neutraliza la acidez gástrica**, pasando rápidamente al duodeno donde enriquece el medio en bicarbonato que, además, unido a la secreción normal entérica de ese mismo componente, podría llevar al organismo hacia la alcalosis (17).

En el estómago el ClH y la pepsina cumplen su función digestiva a pH 1 – 1,5. Al administrar el agua bicarbonatada se produce acción

neutralizante del ClH. Esa acción neutralizante dificulta la acción de la pepsina que actúa a pH 1,4.

Un excesivo aumento del pH se comportaría como excitante de la mucosa produciéndose una hipersecreción secundaria de ClH, esto ocurre con la administración medicamentosa de bicarbonato, pero en el caso de las aguas mineromedicinales bicarbonatadas, su compleja composición y su poder tampón evita que se produzcan dichos efectos de hipersecreción secundaria.

La absorción del bicarbonato contenido en las aguas, junto a la del segregado por el intestino y no neutralizado, favorece la elevación de la reserva alcalina, por eso las curas con aguas bicarbonatadas, principalmente las sódicas, se consideran **alcalinizantes**.

Si las aguas son bicarbonatadas cálcicas y magnésicas, la reacción es algo diferente. Tanto el calcio como el magnesio se absorben mal siendo menor el poder alcalinizante, el efecto de neutralización del ClH no es tan grande y no hay peligro de reacción de rebote. Se tolera mejor que la administración medicamentosa de bicarbonato.

En el intestino estimula la secreción y favorece la salida de bilis al intestino, **acción colagoga y colerética**.

Lo mismo se puede decir respecto a la actividad pancreática y al jugo pancreático. Favorece la acción de los fermentos pancreáticos y el poder saponificante de la bilis y produce aumento del jugo pancreático y del flujo biliar, **acción colecistocinética** (18).

Las aguas bicarbonatadas se absorben con facilidad y por vía porta alcanzan el hígado, habiéndose demostrado la **acción protectora de la célula hepática** (ARMIJO y AGUIRRE)(19), acción que fue constatada más tarde por nosotros, encontrando una acción estadísticamente significativa de la recuperación de la célula hepática, reductora del porcentaje medio de grasa en los hígados de ratas a las que se intoxicó con tetracloruro de carbono y cuya acción se interpretó por la favorable intervención de los componentes de estas aguas en los procesos enzimáticos (fosforilación oxidativa y otros).

Estas aguas, además de bicarbonato, contienen cloruro y sulfato que le confieren una peculiar acción, resultante del equilibrio entre

estos componentes aunque prevalezcan los propios del predominio de los bicarbonatos. La acción antiácida es interferida en parte por el **sulfato** que es ligeramente estimulante de la secreción, siendo especialmente destacables los **efectos hepato-vesiculares**. Aumenta la acción colagoga y colerética y la acción protectora de la célula hepática.

En intestino estas aguas cálcicas (el calcio supera el 37% de su contenido catiónico expresado en meq), por la acción sedante debida a ese catión, pueden mejorar el hiperperistaltismo. El magnesio, a concentración superior a 12,5 mg/L (estas aguas de Villa Rosa lo superan) puede producir efectos laxantes. Podrán tener buenos resultados en estreñimiento y hepatopatías con retención biliar. En esta agua su componente alcalinotérreo le puede conferir una acción sedante sobre la excitabilidad neuromuscular y la transmisión sináptica, así como efectos disminuidores de la permeabilidad vascular y de las respuestas inflamatorias.

Podríamos resumir que **estas** aguas bicarbonatadas tomadas en ayunas, en dosis pequeñas y repetidas, son **neutralizantes de la acidez gástrica**; a dosis mayores, con las comidas o inmediatamente después de las mismas, **facilitan la secreción y evacuación del estómago**. En el intestino, su carácter alcalino **favorece la acción de los fermentos pancreáticos y el poder saponificante de la bilis**, siendo además, estimulantes **de la secreción pancreática y biliar**. Las aguas bicarbonatadas mixtas se comportan como **protectoras de la célula hepática**.

Acciones metabólicas

Las aguas bicarbonatadas se han considerado útiles en algunos procesos metabólicos, alteraciones patológicas de la reserva alcalina con tendencia a la acidosis (diabetes, acidosis úrica)

En relación con la diabetes se debe interpretar que pueden influir en algunas funciones metabólicas y así en experimentación animal se ha comprobado mejor tolerancia o mejor utilización de los hidratos de carbono, facilitan el depósito de glucógeno en el hígado y posiblemente, potencian el efecto de la insulina endógena,

por lo que podrían ser coadyuvantes en el tratamiento de la diabetes al incrementar el catabolismo oxidativo de los hidratos de carbono (20).

También estas aguas pueden mejorar el metabolismo de las purinas.

A nivel renal

Según el volumen administrado, estas aguas bicarbonatadas hipotónicas producen aumento de la secreción de orina y alcalinización de la misma; dificultan la precipitación de uratos y otras sales (excepto fosfatos que precipitan en medio alcalino), facilitan la eliminación de uratos y otros catabolitos, aumentan el peristaltismo de los uréteres y facilitan la eliminación de arenillas, produciendo un lavado de las vías urinarias.

Las precedentes consideraciones nos permiten admitir que, las acciones predominantes de las aguas del manantial Villa Rosa del Balneario Cervantes, administrada por vía oral, serán las relacionadas con los elementos mayoritarios, pero matizadas y moduladas por el equilibrio químico del conjunto de su mineralización y de sus características fisico-químicas.

Abundando en este punto, puede afirmarse que es la totalidad de macro y microelementos presentes, los que confiere singularidad al agua.

Indicaciones

De todo ello se deduce que las **principales indicaciones** de estas aguas bicarbonatadas serían las afecciones de aparato digestivo, alteraciones hepáticas, trastornos metabólicos y afecciones de vías urinarias.

* **Afecciones aparato digestivo:** hiperclorhidria e hipermotilidad (contraindicadas las carbónicas en dilatación gástrica y ptosis visceral), gastritis primitivas, estados dispépticos, hernia hiatal, alteraciones del tono y la motilidad intestinal.

* **alteraciones hepáticas y enterohepáticas:** afecciones hepáticas y duodenopancreáticas

* **trastornos metabólicos:** acidosis diabética, metabolismo de las purinas, en ciertos obesos

* **afecciones de vías urinarias:** litiasis úrica, oxálica y cistínicas, no en litiasis fosfática.

Contraindicaciones

Además de las **contraindicaciones generales** en crenoterapia, esto es: afecciones agudas o en período de actividad, procesos tumorales malignos, cardiopatías descompensadas, hipertensión arterial severa o no controlada, accidentes cerebro vasculares recientes, cirrosis e insuficiencia hepática grave, insuficiencia renal grave, enfermedades mentales graves, estados caquéticos y de agotamiento de la capacidad de respuesta orgánica, alteraciones del tránsito del agua, ...destacamos las **contraindicaciones específicas** en afecciones de aparato digestivo, y entre las más importantes: estreñimiento pertinaz, colitis atónicas, rectocolitis hemorrágicas, úlceras sangrantes o en peligro de perforación, apendicitis, estenosis y oclusiones intestinales, malformaciones, divertículos y, en general, todas las afecciones que por su localización, gravedad o fase evolutiva hagan poco aconsejable el tratamiento crenoterápico (21).

TÉCNICAS UTILIZADAS

Por Vía Oral el sabor de esta agua es agradable, ácido, bien tolerado. Las dosis deben ajustarse a los procesos a tratar y a las respuestas individuales. Por término medio, se recomendará una dosis total de 1000 a 1500 ml, distribuidas en dosis fraccionadas de 100 a 200 ml/ 2-3 veces en ayunas y antes y después de las comidas, cuando interesan efectos antiácidos. Si se pretende acciones estimulantes de la secreción gástrica y de su vaciamiento, se administrarán al tiempo que las comidas o inmediatamente después de las mismas.

La **Vía Inhalatoria** puede tener cierto interés utilizando las aguas del manantial Villa Rosa. Además de la beneficiosa acción derivada de la humectación de las vías respiratorias, se podría obtener una acción sedante, protectora, antiinflamatoria y antiespasmódica, derivada de su contenido en bicarbonatos y en calcio de estas aguas, comportándose como normalizadoras de la mucosa de revestimiento de las vías respiratorias. Podrían ser útiles en procesos inflamatorios crónicos de las vías respiratorias, con cierto componente obstructivo, y/o asmático, por esas acciones antes señaladas.

En el Balneario Cervantes figuran entre las técnicas de aplicación utilizadas, inhalaciones y aerosoles con el agua del manantial y como vehículo de medicamentos.

MANANTIAL «CERVANTES» O DE LA MINA «BILBAO»

Vía TÓPICA

El agua de este manantial es hipotermal (temperatura cercana a los 20° C), de **fuerte mineralización**, podría considerarse por su composición química, un **agua mixta, sulfatada, bicarbonatada, cálcica, magnésica, sódica**, los cloruros no llegan al 20% de su contenido aniónico, pero está muy cercano. **Carbogaseosa**. Es destacable el equilibrio entre todos los elementos mayoritarios, tanto aniones como cationes.

Acciones sobre el organismo –Balneocinesiterapia

La **Vía TÓPICA** es la principal vía de administración de las aguas del Manantial Cervantes. Se utilizan bien en forma de baños generales, parciales y/o locales, así como en técnicas de inmersión en piscina o en aplicaciones con presión, duchas y chorros en diversas modalidades. Dado que sus aguas son hipotermas, deberán ser atemperadas para ser aplicadas adecuadamente en las distintas técnicas.

Las acciones sobre el organismo en aplicación tópica son derivadas principalmente de **factores físicos, térmicos y mecánicos** y, en menor cuantía, de **su composición química**.

En estas aguas del Balneario Cervantes, su componente carbogaseoso, nos incita a comentar algunos aspectos específicos.

Cuando el contenido en CO₂ es elevado, mayor de 300 mg/l, como ocurre en esta agua del balneario Cervantes, el **agua carbogaseosa en forma de baños** puede ser útil por acción local directa del carbónico disuelto en el agua que provoca un efecto vasodilatador destacado. Se aprecia un enrojecimiento de la piel que está en contacto con el agua del baño, debido a un aumento local de la irrigación sanguínea.

Su absorción a través de la piel (22), ha sido demostrada por diversos investigadores (23-25) utilizando elementos marcados incorporados al agua del baño y que como se puede observar en el **cuadro adjunto**, tomado de DREXEL y DIRNAGL, la absorción selectiva de CO₂, (sustancia tanto hidrófila como lipófila), puede ser de hasta cien veces mayor que la del agua. Esta relación puede modificarse favorablemente, cuando la capa de revestimiento cutáneo se somete a la acción de factores irritantes físicos o químicos.

La vasodilatación local favorece el **desarrollo de la circulación colateral** que resulta de gran interés en el tratamiento de personas que padecen **arteriopatías obliterantes de miembros inferiores** y específicamente, en la **claudicación intermitente, en su fase inicial**. En esos pacientes se podría conseguir una mejoría sintomática, asociando a la crenoterapia el ejercicio físico adecuado, dando como resultado disminución del dolor, mejor tolerancia a la isquemia y un aumento del perímetro de la marcha.

La aplicación de estos baños carbogaseosos se hace a temperatura más baja que la indiferente. De ordinario, se inician los baños a 34-35° C, debiendo ir progresivamente disminuyendo la temperatura hasta 30° C, o más baja si se trata de baños parciales o locales; la duración de la aplicación del baño ha de ser de alrededor de 20 minutos.

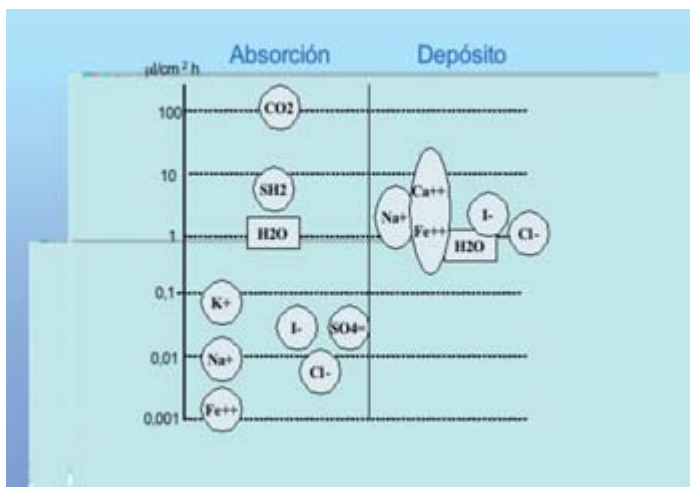


FIGURA 2. Absorción a través de la piel (Tomado de Drexel y Dimagl - modificado).

Efectos derivados de factores físicos – térmicos y mecánicos

En las **aplicaciones tópicas** la acción fundamental se debe a las características físicas del agua.

Uno de los factores a considerar es la **temperatura del agua**. En el Balneario Cervantes el agua ha de ser atemperada para aplicarla a distintas temperaturas según la técnica a utilizar, ya sea de inmersión o de percusión. El agua es un excelente vehículo del calor en virtud de su anormalmente elevado calor específico y la transmisión del calor en estas aplicaciones tópicas determinan cambios en la **vascularización periférica**, una vasoconstricción inmediata seguida de vasodilatación periférica prolongada, 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 liberadores de sustancias endorfinas, todo lo cual induce a producir analgesia.

Cuando la temperatura del agua es superior a la indiferente, entre 36-38° C, y la aplicación es prolongada, se produce además **relajación del tono muscular, disminuyendo la contractura y la fatiga muscular**.

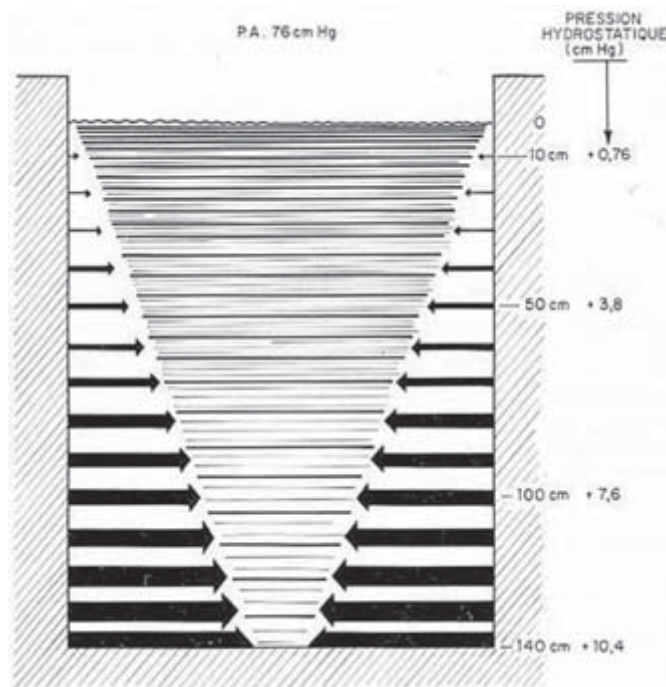
En las **aplicaciones con presión**, duchas o chorros, aplicados directamente sobre la piel o de forma subacuática, se añade a los efectos térmicos, el **efecto de percusión o de masaje** que es fuente de estimulación de receptores cutáneos que, actuando de manera refleja o bien por acción directa, van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

Factores hidrostáticos e hidrodinámicos-Balneocinesiterapia

En las técnicas de inmersión, baños generales o parciales en tanque o en piscina, a los efectos térmicos se añaden los de otros **factores físicos, hidrostáticos e hidrodinámicos**: presión hidrostática, principio de flotación o de empuje, cohesión, viscosidad, tensión superficial, turbulencias, etc. que son factores que intervienen en la facilitación o dificultad del ejercicio dentro del agua, **balneocinesiterapia**.

La **presión hidrostática**, tanto mayor cuanto mayor es la profundidad y del mismo valor en todos los puntos de cada plano horizontal, manifiesta una acción directa de compresión sobre el sistema venoso y las grandes cavidades corporales, y determina una **facilitación de la circulación de retorno**, mayor con el individuo de pie en la piscina, que puede ser muy beneficiosa en pacientes con pequeñas varices o con ligera retención de líquidos en extremidades inferiores. Esta circunstancia obliga a una adaptación del corazón, a mayor actividad cardiaca, así como a un aumento significativo de la diuresis debido a estimulación de la liberación del factor natriurético auricular.

La favorable repercusión hemodinámica que **facilita la circulación de retorno**, es de gran importancia al instaurar un trata-

FIGURA 3. *Gradiente de presión en inmersión.*

miento por los **posibles efectos adversos**. Si existen importantes retenciones o grandes varices, es exigida una mayor actividad cardíaca y, si bien en condiciones normales, el corazón se acomoda aumentando su frecuencia y la embolada sistólica, en personas de edad avanzada o con problemas cardíacos o con alteraciones circulatorias, en especial dilataciones varicosas importantes, la acción de la presión hidrostática, podría constituir grave riesgo y provocar un **fallo cardíaco**.

Los efectos de la presión hidrostática se manifiestan también en la **función respiratoria**, que debido a la compresión que se ejerce sobre la caja torácica y el diafragma facilita la espiración y dificulta la inspiración, circunstancia que es favorable en algunos casos de patología respiratoria, por ejemplo en los enfisematosos, y que debería ser tenida en cuenta en las personas que vayan a realizar ejercicios dentro del agua, dándoles instrucciones para aprovechar con más eficacia tal situación.

Por otra parte, esa compresión sobre la caja torácica y el diafragma puede ser causa de disnea y opresión en los baños en pacientes con enfermedad respiratoria o cardíaca. Con esto, queremos llamar la atención sobre la necesidad de una especial **vigilancia de la situación cardiorrespiratoria** de las personas sometidas a estos tratamientos.

Otro de los efectos derivados de la **presión hidrostática** son los determinados de **su consecuencia el principio de Arquímedes o de flotación**.

La **fuerza de flotación o de empuje** va a producir en el cuerpo sumergido una **disminución aparente de su peso**, tanto mayor cuanto mayor sea el nivel de inmersión, (Fig. 4) con **liberación de las estructuras que soportan carga** y que van a tener como principal consecuencia, la **facilitación del movimiento**, con la posibilidad de realizarlo aún con músculos muy debilitados.

Otras fuerzas intrínsecas al agua, tales como cohesión intermolecular, tensión superficial, viscosidad, densidad, que se oponen al movimiento de un cuerpo dentro del agua, pueden ofrecer una

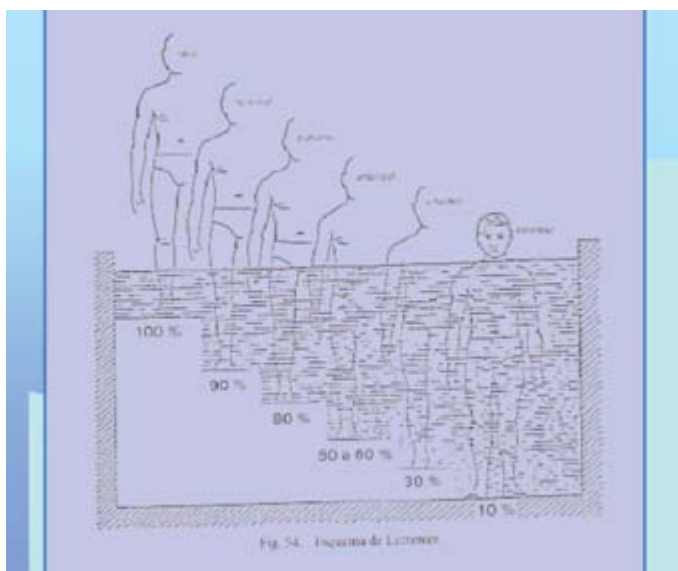


FIGURA 4. *Esquema de Lecrenier.*

resistencia al mismo de hasta 600 veces mayor que en el aire. Esta **resistencia hidrodinámica** puede estar **modificada por** circunstancias o **factores extrínsecos al agua**, como turbulencias, agitación del agua, dirección y velocidad del desplazamiento, superficie a movilizar, etc., que permiten la posibilidad de programar una **amplia gama de ejercicios**, desde los más facilitados a los más resistentes, siempre de acuerdo con la necesidad, conveniencia y tolerancia individual, lo que constituye la **Balneocinesiterapia**.

La incorporación de **chorros subacuáticos**, constituye un factor de resistencia al movimiento y produce además una acción percutoria o de masaje (**hidromasaje**).

La presión hidrostática y otras fuerzas intrínsecas al agua, como la cohesión, viscosidad, tensión superficial, pueden ser origen de **estímulos esteroceptivos**, detectados por receptores específicos y dar como resultado una **mejor percepción del esquema corporal**, del equilibrio y del sentido de movimiento, de gran utilidad en el tratamiento de personas con procesos postraumáticos o neurológicos.

La **balneocinesiterapia**, terapia por el movimiento dentro del agua, tiene gran importancia por la utilidad en **la recuperación funcional de alteraciones de aparato locomotor**, de tipo reumático, postraumático o neurológico. Es la técnica por excelencia para **recuperar o mejorar la función, la flexibilidad y la potencia muscular**, sin olvidar la beneficiosa acción que pueden obtener gran número de personas que sin patología alguna, deseen **recuperar y mantener la forma física y evitar así los nefastos efectos de una vida sedentaria y estresada**.

Es una **terapia irreemplazable**, útil en muchos procesos, **de primer orden** en la recuperación funcional de afecciones de aparato locomotor, especialmente en las artrosis, **coadyuvante en la mayoría**, con efectos locales y generales, inmediatos y tardíos evidentes, de tipo vascular, inmunológico, intervención de mediadores químicos, liberación de endorfinas, etc. y que ha de ser prescrita específicamente atendiendo a las necesidades de cada individuo. Es una de las técnicas más sofisticadas y la única con la que se pueden obtener simultáneamente los efectos derivados del ejercicio, de la aplicación de calor y del masaje (tríada de Pemberton).

Para que esta técnica sea eficaz es necesario aprovechar, de manera adecuada, los factores intrínsecos y extrínsecos al agua, asociada o no a otras técnicas y debe ser aplicada individualmente, **con indicación precisa y personalizada.**

Si se realiza en el balneario, las circunstancias favorables de un ambiente agradable, sereno, tranquilo, sin contaminación, en contacto con la naturaleza,... podrán añadir efectos aún más saludables.

Acciones inespecíficas

Además de todos estos efectos hasta ahora señalados, las técnicas de aplicación tópica, pueden comportarse como **estimulantes indiferenciados de la capacidad defensiva del organismo** y como un **factor de acción general inespecífica**. Tales aplicaciones constituyen un estrés o agresión repetida que, aunque de escasa intensidad, es suficiente para poner en marcha los mecanismos defensivos generales, lo cual puede justificar la beneficiosa acción de este tipo de tratamiento (26).

En la acción final de la terapéutica balnearia, influye también y en considerable medida, la acción directa del médico o del terapeuta que interviene en el tratamiento. Una más fácil y positiva **relación médico-enfermo**, coadyuvan en un mejor resultado de la terapia. La favorable influencia psíquica por la facilitación del movimiento dentro del agua, devuelve al paciente la esperanza de mejoría, aumenta la confianza en sí mismo y la autoestima, además de favorecer la relación y emulación entre los enfermos tratados simultáneamente y de éstos con el terapeuta.

Circunstancias ambientales – Cura Balnearia

A todas las acciones señaladas hemos de añadir, la influencia de las **circunstancias ambientales** del lugar en el que se encuentra el balneario y que se integran en un conjunto operante, que llamamos Cura Balnearia.

La **cura balnearia** es, en su conjunto, un **proceder terapéutico complejo** en el que intervienen múltiples factores.

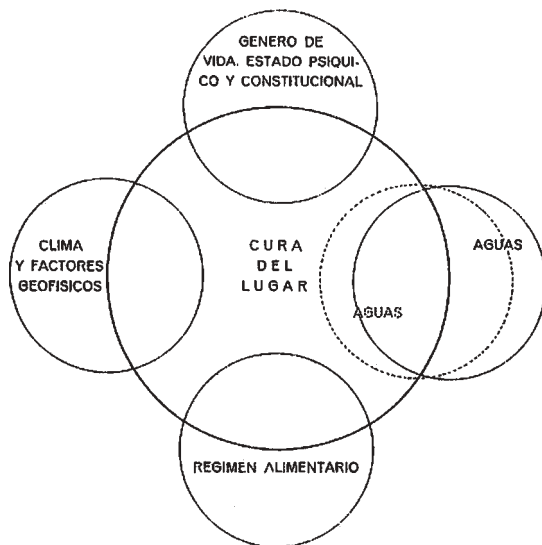


FIGURA 5. *Factores de la Cura Balnearia*
(Esquema tomado de ARMIJO VALENZUELA)

La acción básica y la más importante de la cura balnearia es debida a las **aguas mineromedicinales** y a las **técnicas de aplicación**, que dado que tal uso debe hacerse en las cercanías de sus puntos de emergencia, (para no alterar las características del agua que han de ser constantes), necesariamente han de intervenir también la acción de las **circunstancias ambientales y climáticas** que concurren en el lugar de cura o localidad balnearia, además de otros factores coadyuvantes, como la **ordenación de las actividades diarias, adecuado control del ejercicio y el reposo, régimen alimentario, dietética, influencias psicosociales, etc.**, factores muy diversos y siempre operantes sobre la persona, en particular, en estado de enfermedad, sin olvidar la peculiar capacidad de respuesta del individuo que hace necesaria, la **atención individual y específica** de los personas sometidas al tratamiento en el balneario (27, 28).

Indicaciones de la aplicación topica

Entre las **indicaciones** de las aplicaciones tópicas, y especialmente en balneación en el Balneario Cervantes, podríamos destacar

las propias de los **baños carbogaseosos**, es decir, los procesos vasculares del tipo **claudicación intermitente en fase inicial**, arteriopatía obliterante de extremidades inferiores, acrocianosis, hipertensión esencial, insuficiencia coronaria crónica sin alteración miocárdica, entre otros.

Las indicaciones más destacadas son las **afecciones de aparato locomotor**, bien sean reumáticas crónicas de tipo degenerativo o artrosis, cualquiera que sea su localización; reumatismos inflamatorios crónicos fuera de la fase aguda; reumatismos para o abarticulares; algias posturales y/o mecánicas, lumbalgias, fibrositis, bursitis, etc. En la mayoría de los casos, las manifestaciones clínicas más frecuentes son: dolor, contractura muscular y limitación más o menos acusada de la movilidad articular, que pueden mejorar con las técnicas crenoterápicas, individualmente prescritas y debidamente controladas.

También las secuelas de traumatismos y lesiones deportivas, recuperación funcional de intervenciones quirúrgicas de naturaleza ortopédica, etc., pueden mejorar con la adecuada balneación y tanto más si se asocian acción térmica y mecánica, acortando el tiempo de recuperación funcional.

En ciertas enfermedades neurológicas centrales y periféricas, como complemento a su tratamiento específico, en las que los efectos de la inmersión sobre el equilibrio, la propiocepción y la coordinación son dignos de tenerse en cuenta, ya que coadyuvan a restaurar la memoria cinestésica, y podrían mejorar el estado psicológico y general del paciente (29).

La utilización adecuada de las técnicas crenoterápicas puede dar muy buenos resultados en el tratamiento de trastornos funcionales, ligados a distonías neurovegetativas, **estados de estrés y trastornos psicofuncionales**, especialmente aquellos con manifestaciones somáticas articulares o paraarticulares, los llamados reumatismos funcionales o psicógenos. En estos diversos cuadros la cura hidrotermal bien dirigida con balneación o duchas y chorros, complementada con métodos de relajación, etc., puede reportar magníficos resultados, si bien sea necesario que concorra en el enfermo la autosugestibilidad suficiente para conseguir que el tratamiento sea realmente eficaz. La cura balnearia representa un acto terapéutico

de enorme repercusión psicoterápica, cuando se utilizan adecuadamente la conjunción de distintos factores antes comentados.

Así mismo, podríamos destacar los beneficios que se pueden obtener con estas técnicas crenoterápicas y especialmente con el ejercicio dentro del agua en aquellas personas que, sin una patología específica, deseen **mantener la forma física**.

En todos los casos, **la moderna orientación de las curas balnearias** va dirigida esencialmente a cubrir una **función terapéutica y preventiva, aumentar los mecanismos de defensa orgánica** y a procurar el **bienestar somático y psíquico**, mediante la atención primordial sanitaria, pero teniendo también en cuenta que el sujeto en cura y sus acompañantes requieren prudente esparcimiento y distracción, lo que da como resultante una mejoría somática y una peculiar situación de bienestar, propios de **un mejor estado de salud**

INSTALACIONES BALNEARIAS

Las instalaciones del Balneario Cervantes, que según se recoge en la bibliografía constaban de *«galería de cuartos de baño independientes con pilas de mármol, chorros a presión, piscina al aire libre y fuente para bebida. Existe una hospedería de 25 plazas y 16 pabellones de 2 habitaciones»* (30, 31) fueron renovadas en 1950. Estas instalaciones seguían siendo las mismas en 1989 (32).

En los años 90 se construyeron las actuales instalaciones, gracias a una gran inversión, y en estos ocho últimos años el balneario ha realizado una serie de ampliaciones y ha adecuado sus instalaciones para satisfacer la creciente demanda.

Según la información aportada por la Dirección del Balneario (33), en 1997 las instalaciones balnearias constaban de recepción, sala de consultas y dos pequeños vestuarios, una galería de baños con diez dependencias, siete para bañeras, una zona de aerosoles, otra para chorros a presión, masajes y una para parafangos.

En 1998 se abrió una zona dedicada al baño de vapor, ducha escocesa y dos baños de burbujas e hidromasaje con capacidad para cuatro o cinco personas, uno caliente y otro frío.



FIGURA 6. *Bañera antigua de mármol de una pieza.*

En el año 2002 el balneario experimenta una importante ampliación con la incorporación de una piscina activa cubierta, once salas para masaje y tratamiento de estética, aplicación de arcillas naturales propias, un amplio gimnasio, una nueva sala de chorros y duchas circulares, así como una nueva consulta, sala de reposo, vestuarios y salón para convenciones, más de 1600 m² dedicados a servicios y tratamientos de agua.

El balneario Cervantes se encuentra unido a un hotel, con capacidad para 114 personas. Además cuenta con compartimentos separados llamados bungalows, distribuidos en tres zonas, con capacidad para 94 personas y que se están ampliando actualmente.

Dentro del hotel se puede disfrutar de una amplia recepción, una sala de lectura y otra para juegos, siendo ambas muy visitadas por los clientes. El comedor, ubicado en la planta baja, es un espacio muy amplio y luminoso en el cual los visitantes disfrutaban de una comida variada y sana.

En el exterior cuenta con una gran zona ajardinada, donde se puede pasear o descansar en alguno de sus bancos, degustando el agua de la fuente de San Camilo, ubicada en este recinto.

TÉCNICAS UTILIZADAS

Las técnicas utilizadas en el balneario son muy variadas. Las balneoterápicas o hidroterápicas son prescritas de forma individual, una vez visto el usuario en consulta. Varias técnicas de masaje y presoterapia, algunas de ellas bajo agua y otras más específicas relacionadas con estética se recogen de forma resumida a continuación:

- **Cura hidropónica** o ingesta del agua, en cantidad y ritmo determinado
- **Baños termales** a distintas temperaturas – 37° - 40° C
- **Baños de burbujas e hidromasaje** – 2 tanquetas, una caliente (58° C) y otra fría (15° C) – para 4 ó 5 personas
- **Bañera Cervantes** – combina baño de burbujas y jets, aromaterapia y masaje subacuático
- **Piscina activa a 30°-32° C con zonas de relax con burbujas y chorros.**
- **Pediluvios y maniluvios** para baños de contraste.
- **Chorro a presión** – 1 a 3 atmósferas – 38° a 40° C
- **Ducha circular**
- **Ducha escocesa** o alternante de agua caliente y fría - 42° – 15° C
- **Ducha masaje Vichy**
- **Baños de vapor** – 45° C y humedad relativa 75 %
- **Aerosoles** utilizando suero fisiológico, agua bicarbonatada y medicación
- **Recubrimiento de arcilla** – peloide preparado en el propio balneario con arcillas naturales maduras «in situ» con agua del manantial de «Baños»
- **Masaje manual terapéutico** decontracturante, relajante muscular y en extremidades inferiores para favorecer el retorno venoso.

- **Masaje anticelulítico reafirmante**
- **Drenaje linfático manual y presoterapia**
- **Reflexoterapia podal**
- **Masaje facial**

PERSONAL DE ATENCIÓN A LOS USUARIOS

El personal cualificado, médico y paramédico, que forma el grupo de trabajo encargado de la atención a los usuarios del Balneario son dos médicos, un fisioterapeuta y cuatro quiromasajistas.

PROGRAMAS QUE OFRECE EL BALNEARIO – ESTUDIO DE LA POBLACIÓN ASISTENTE

Según información aportada por la Directora del Balneario, Dña Dolores Llario y la Médico Directora Dña Nieves Hurtado de Mendoza, el balneario ofrece una amplia gama de programas para adaptarse a la demanda, tanto programas de corta como de larga estancia.

En los **programas** fines de semana o de escapada, **con estancias de menos de tres días**, el cliente puede escoger alguna de las técnicas señaladas incluido masaje, la consulta médica no es obligatoria, pero puede consultar cualquier duda o problema o bien, se informa en recepción o por medio de folletos.

Si la estancia va a superar los cuatro días, se deberá pasar por la consulta del médico quien después de la correspondiente anamnesis y exploración clínica, prescribe el tratamiento.

Los **programas de larga estancia** son:

- **reumatológico**
- **puesta en forma**
- **antiestrés**
- **anticelulítico**
- **rejuvenecimiento y belleza**

El programa reumatológico es utilizado por personas mayores a lo largo de todo el año, mientras que los programas antiestrés, belleza y puesta en forma son demandados por jóvenes (30-40 años), de ordinario en época estival.

El balneario Cervantes colabora con el programa de Termalismo Social del IMSERSO y de la Comunidad de Castilla-La Mancha, representando un tercio del total de usuarios del balneario.

El balneario programa actividades recreativas sociales de tipo cultural, interés turístico, deportivo, manualidades, etc.

EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO EN EL BALNEARIO CERVANTES

PROGRAMAS	AÑO 2003	AÑO 2004
REUMATISMO (ARTRITIS, ARTROSIS Y PARARTICULARES).	642	706
ANTIESTRES, BELLEZA, RELAX, PUESTA EN FORMA.	1.433	1.429
FINES DE SEMANA, ESCAPADA	3.352	4.110
IMSERSO	1.250	1.250
OTROS (RESPIRATORIOS, OTORRINO, etc.)	11	0
TOTAL	6.688	7.495

Sexo: 83% mujeres, 17%hombres

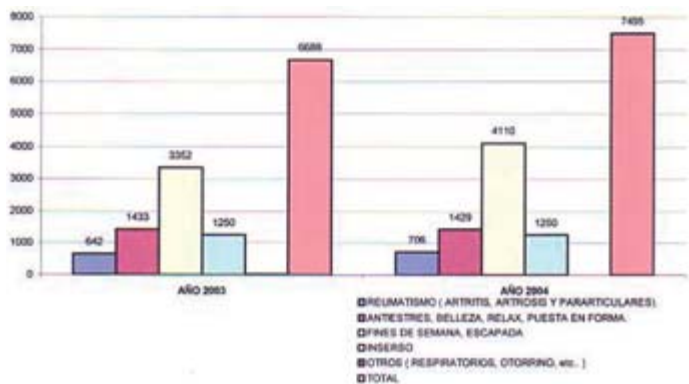


FIGURA 7. Programas - distribución del nº de usuarios.

Con la información recibida acerca de las distintas actividades realizadas en el Balneario Cervantes, programas ofrecidos, población balnearia, número de pacientes y otros usuarios, número de tratamientos realizados y atención de los programas ofertados en estos dos últimos años, hemos elaborado unas gráficas para mayor facilidad de observación y que se recogen en las páginas siguientes.

DIAGNÓSTICO

DIAGNOSTICO	2003	2004
REUMATISMO (artritis, artrosis)	642	706
ESTRES	287	330
BELLEZA	694	625
PUESTA EN FORMA	452	474
TOTAL	2.075	2.135

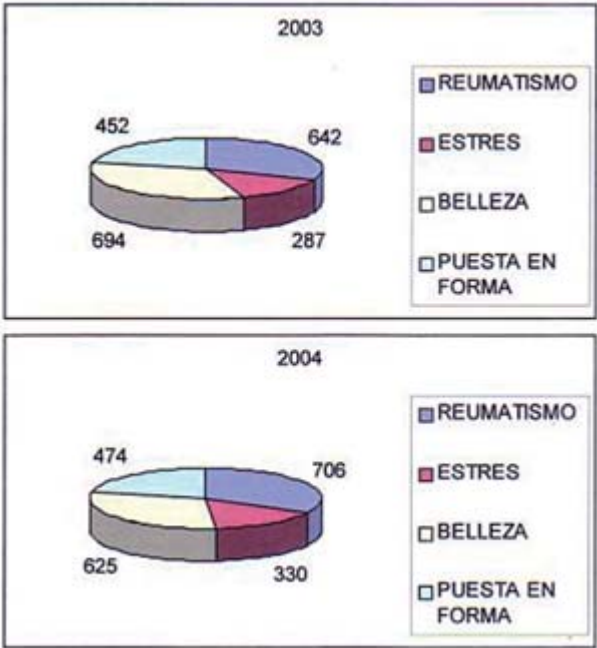


FIGURA 8. Diagnóstico - distribución del nº de casos.

TRATAMIENTOS PRESCRITOS

TECNICAS	2003	2004
BAÑOS: termales, burbujas, vapor	29.300	29.350
CHORROS: ducha escocesa, ducha circular	28.400	28.435
FANGOS Y PARAFANGOS	4.520	4.600
INHALACIONES Y AEROSOLES	3.200	3.275
MASAJES: descontracturante, anticelulítico, drenaje linfático, presoterapia, facial, ducha masaje	3.900	4.010

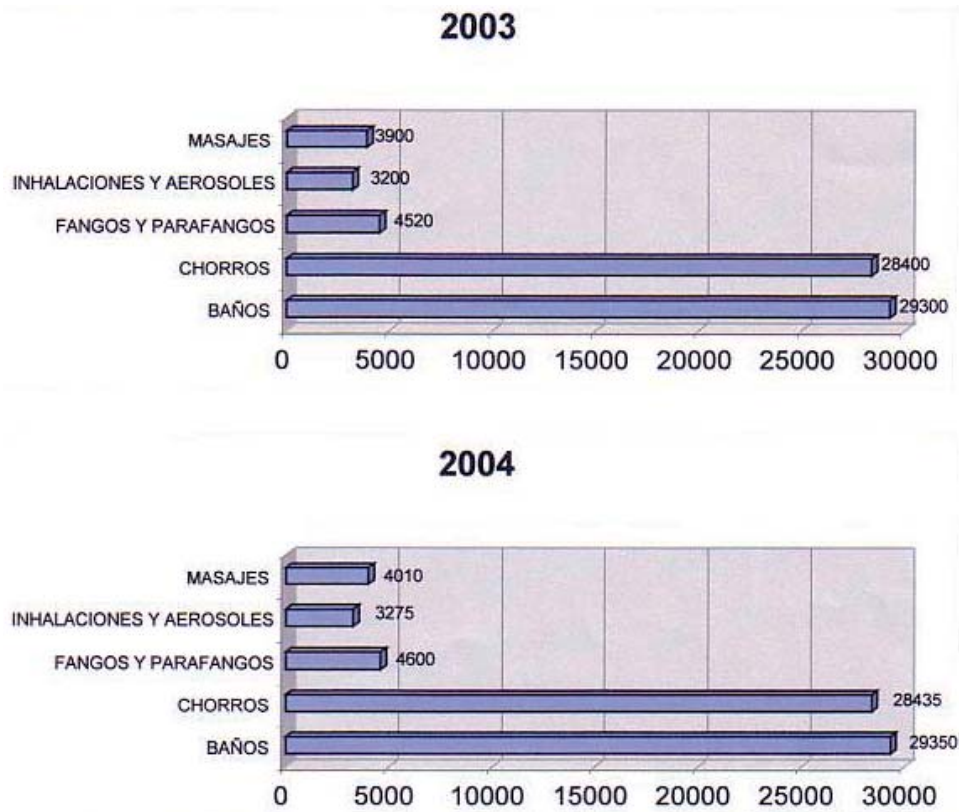


FIGURA 9. Tratamientos prescritos – distribución del nº de casos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PASCUAL MADOZ (1845-1850) «Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar». Tomo II, p. 342.
- (2) Memoria de las aguas minerales de «Los Agonizantes», realizada por el médico D. Pedro Sanz, en noviembre de 1906. Fotocopia del original documento mecanografiado.
- (3) CRUZ CANTERO, J. (1986). Guía de Estaciones Termales. Balnearios. Dirección General de Política Turística. Madrid, p. 80.
- (4) A.A.D.D. (1989) Cien fuentes de Castilla- La Mancha. Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo, p. 91.
- (5) Folleto de la Temporada Oficial de información sobre el balneario Cervantes de 1989
- (6) Guía de Balnearios de España (1994) Ed. TURESPAÑA. Secretaría General de Turismo. Ministerio de Comercio y Turismo.
- (7) Gaceta de Madrid núm. 78, 14 marzo 1911, pág. 785.
- (8) Memoria de las aguas minerales de «Los Agonizantes», realizada por el médico D. Pedro Sanz, en noviembre de 1906. Fotocopia del original documento mecanografiado.
- (9) Boletín de la Asociación Nacional de la Propiedad Balnearia, Año IV, nº 32 de 30 de junio de 1929.
- (10) Folleto de la Temporada Oficial de información sobre el balneario Cervantes de 1989.
- (11) ARMIJO VALENZUELA, M. Y SAN MARTÍN BACAICOA, J. (1984) La Salud por las Aguas Termales. Ed. EDAF, Madrid, p. 45.
- (12) ARMIJO VALENZUELA, M. Y SAN MARTÍN BACAICOA, J. (1984) La Salud por las Aguas Termales. Ed. EDAF, Madrid, pp. 40-41.
- (13) ARMIJO VALENZUELA, M. (1982) Dureza y relación calcio-magnesio de las aguas de mesa y su posible influencia sobre las cardiopatías isquémicas. Anales Real Academia Nacional de Medicina, XCVII, 3º, 415-436.
- (14) DEVILLE, M. Y DEVILLE, F. (1999). Los oligoelementos catalizadores de nuestra salud. Ed. Centre de Recherches et d'Applications sur les oligoéléments.
- (15) ARMIJO VALENZUELA, M.; SAN MARTÍN BACAICOA, J. Y COLS. (1994) Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. Ed. Complutense. Madrid
- (16) SAN MARTÍN, J. Y COLS. (2001) Revisión de los conocimientos actuales sobre microelementos minerales u oligoelementos. Bol. Soc. Esp. Hidrol.. Méd., Vol.XVI, nº 2 y nº 3, 67-101 y 127-155.
- (17) ARMIJO VALENZUELA, M. (1994) Aguas bicarbonatadas – Capítulo 19 en Curas Balnearias y Climáticas. Talasoterapia y Helioterapia. De Armijo Valenzuela, M., San Martín Bacaicoa, J. y cols. Ed. Complutense. Madrid.
- (18) SEBASTIÁ ABREU, R. (1957) Estudio de la acción de las aguas mineromedicinales sobre el hígado y vesícula biliar. Tesis Doctoral. Madrid.
- (19) ARMIJO, M. Y AGUIRRE, D. (1963) Acción de algunas aguas mineromedicinales sobre la hepatotoxicidad del tetracloruro de carbono. C.S.I.C. XIV, 95-106.
- (20) MESSINA, B. Y GROSSI, F. (1988) Elementi di Idrologia medica. Società Editrice Universo. Roma 265-281.

- (21) ARMIJO, M Y SAN MARTÍN, J. (1984) La salud por las aguas termales. Ed. EDAF. Madrid..
- (22) SAN MARTÍN BACAICOA, J. Y SAN JOSÉ ARANGO, M.C. (1989) Paso a través de la piel de los factores mineralizantes de las aguas utilizadas en balneación. Bol. Soc. Esp. Hidrol.Méd., IV, 1, 27-32.
- (23) DREXEL, H.; DIRRNAGL, K. Y PRATZEL, H. (1970) Experimentelle Refunde zum chemischen Wirkungsmechanismus der Sole- und Beebäder. Z.F. Physik. Med. 1, 3, 201
- (24) PRATZEL, H. G. Y SCHINZER, W. (1987) Medizinisch orientierte Grenzwerte für Badeheilwasser auf der Brundlage von Gesetzmässigkeiten der Hautpermeation. Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim., 16, 367.
- (25) DUBARRY, J.J. Y TAMARELLE, C. (1972) Pénétration percutanée en Balnéothérapie thermale. Presse Therm. Clim., 109, 196..
- (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. (1968) Compendio de Hidrología Médica. Ed. Científico Médica. Barcelona.
- (28) ARMIJO VALENZUELA, M. (2004) Consideraciones en torno a las Curas Balnearias. Anales Real Acad. Nac. Med., Tomo CXXI, 3º, 391-401.
- (29) SAN MARTÍN BACAICOA, J. (2000) Técnicas actuales de tratamiento balneario. Hidrocinesiterapia en Panorama actual de las Aguas Minerales y Mineormedicinales de España. Ministerio de Medio Ambiente. ITGE. Madrid. 105-114.
- (30) OPUS CIT. en 3, p.80.
- (31) OPUS CIT. en 4, p.91.
- (32) Folleto de la Temporada Oficial de información sobre el balneario Cervantes de 1989
- (33) Información aportada por la Directora del Balneario Dña. Dolores Llarío y la Médico Directora Dña. Nieves Hurtado de Mendoza

————— *Necrológica* —————

**Sesión Necrológica en Homenaje al
Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño**



El Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño nació en Madrid el 26 de marzo de 1918. El 15 de febrero de 1990 tomó posesión como Académico de la Medalla nº 35 y en 1991 fue nombrado Presidente de la Comisión de Aguas minerales y mineromedicinales de la RANF, cargo que desempeñó hasta su fallecimiento el 24 de septiembre de 2004. El 10 de marzo de 2005 se le dedicó una Sesión Necrológica en la que participaron los Drs. D. Bernabé Sanz Pérez, Dña. Carmen de la Rosa Jorge y Dña. Esperanza Torija Isasa. Fue presidida por el Excmo. Sr D. Juan Manuel Reol Tejada, Presidente de la Real Academia Nacional de Farmacia.

El Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño como docente, investigador y académico

BERNABÉ SANZ PÉREZ

Académico de Número de la Real Academia de Farmacia

Por encargo y en nombre de la Real Academia Nacional de Farmacia me veo en la obligación de intervenir en esta sesión necrológica en recuerdo y homenaje de nuestro amigo y compañero, Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño.

En este momento me embargan dos sentimientos: Uno verdaderamente doloroso, la certidumbre de su despedida definitiva, con lo que ello significa para quienes tantas veces hemos disfrutado de su trato afable y optimista y otro gratificante, por la oportunidad y satisfacción que me depara el rendir públicamente un póstumo homenaje a un amigo entrañable, excelente profesor y magnífico académico, merecedor siempre de un recuerdo cariñoso y con quien he compartido, durante más de medio siglo, afanes y esperanzas en el progreso de la Bromatología, ciencia a la que ambos nos entregamos.

Conocí al profesor Villanúa a primeros de marzo de 1955, cuando a los tres años de terminada mi licenciatura en Veterinaria, en la Universidad de Zaragoza, me matriculé por enseñanza libre en la Escuela de Bromatología de Madrid, antecedente de las que serían, cinco lustros más tarde, las facultades de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. La Escuela de Bromatología, que nació por el empeño del profesor don Román Casares, académico que fue de nuestra Institución, y de unos pocos especialistas en diversas facetas de las ciencias alimentarias, entre los que sobresalía León Villanúa, se ubicó en la cátedra de «Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado» de la Facultad de Farmacia de Madrid. La profesora doña Esperanza Torija, una de sus mejores alumnas y su sucesora en la cátedra de Bromatología, se referirá con más detalles a lo que fue esta Escuela.

Mi relación con D. León, que ya era entonces un curtido y bien conocido profesor adjunto de universidad, fue siempre intensa y sincera; su buen ejercicio docente, su afabilidad, su risa abierta y contagiosa y sobre todo la sensación de bondad que provocaba me impresionaron muy favorablemente y desde ese primer encuentro fuimos forjando una amistad que duraría siempre y que, además, por su «efecto catalítico» se extendió a todos los miembros de aquel equipo docente que trabajando callada y entusiásticamente llevó la Bromatología española hasta cotas que, pocos años antes parecían inalcanzables. Aquel equipo lo componían, como saben muchos de los aquí presentes, los profesores Román Casares López, León Villanúa Fungairiño, Rosario García Olmedo y Pedro García Puertas. Yo los llamaba cariñosamente los tres mosqueteros de la Bromatología porque, como los de Dumas padre, también eran cuatro y juntos trabajaban todos para una y esa una era para todos ellos su pasión, la ciencia bromatológica. En el equipo también colaboraban quienes eran entonces sus alumnos y doctorandos. Muchos de ellos ocuparon más tarde puestos destacados en la investigación, la docencia y la administración.

El profesor Villanúa nació en Madrid el 27 de marzo de 1918 y después de cursar el Bachillerato en el Instituto Escuela se matriculó en la Facultad de Farmacia de la entonces Universidad Central de Madrid (hoy Complutense) que, como conocen la mayoría de Vds, se ubicaba en este mismo edificio que fue construido con las aportaciones de los farmacéuticos españoles. Aquí realizó la licenciatura y el doctorado en Farmacia, alcanzando en ambos grados la máxima calificación de Sobresaliente y Premio Extraordinario. Su carrera docente universitaria pasó por todos los peldaños: Alumno jefe de prácticas, profesor ayudante de clases prácticas, profesor adjunto por oposición, profesor agregado y finalmente catedrático numerario.

Su labor docente se desarrolló siempre en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, donde impartió *Análisis Químico Aplicado*, *Bromatología* y *Toxicología* y en la Escuela de Bromatología, donde explicó *Toxicología Alimentaria* y *Análisis Toxicológico*, dictando también —a lo largo de los años— múltiples cursos de especialización en la Facultad de Farmacia. Como ponente participó en muchos congresos, mesas redondas y

jornadas científicas, llevando igualmente la Ciencia de los Alimentos a los colegios provinciales de farmacéuticos de nuestro país, donde procuró en todo momento, no solo reciclar y poner al alcance de los colegiados los conocimientos adquiridos en la licenciatura sino, además, mostrarles los más recientes avances bromatológicos. Esta gran labor la completó publicando una serie de artículos y libros de texto sobre diversas materias de su especialidad que tuvieron un gran éxito entre sus alumnos y los licenciados en Farmacia y ciencias afines.

Buen conocedor de la legislación alimentaria española e internacional fue el redactor del Reglamento de la Escuela de Bromatología y como experto, que gozaba de gran respeto y reconocimiento a nivel mundial, intervino activamente en la redacción del articulado del *Codex Alimentarius Europaensis* cuyo contenido se incorporaría, años más tarde, al *Codex Alimentarius Mundi*.

Al constituirse en nuestro país la Comisión Interministerial para la Redacción del Código Alimentario Español, el Ministerio de la Presidencia incorporó, como miembro permanente de la misma, al profesor Villanúa que se encargó de la estructuración del Código y además, de la redacción de bastantes de sus capítulos.

Como socio fundador de la Asociación Española de Toxicología participó, con el entusiasmo y entrega que le caracterizaron, en sus reuniones y congresos y siempre fue considerado como uno de sus más ilustres miembros.

Tanto a título personal, como representando a la cátedra (y después departamento) de Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado, el profesor Villanúa formó parte de numerosas comisiones, organizaciones y asociaciones científicas españolas y extranjeras. Citaremos, entre ellas, el Comité de Alimentación de la Asociación para el control de la calidad, la Comisión 34 —Alimentación— del Instituto de Racionalización y Normalización (IRANOR), el Comité Nacional Lechero, el Grupo de Aditivos de la Dirección General de Sanidad del Ministerio de Gobernación, la Federación Internacional de Lechería, la Comisión Internacional de Industrias Agrícolas, el Grupo de Trabajo para el Cacao y el Chocolate del Consejo Consultivo para Europa del *Codex Alimentarius*, el Comité de Expertos de la Oficina Internacional del Cacao y del Chocolate y otras muchas

que no cito a favor de la brevedad. Por lo que se refiere a las dos últimas instituciones mencionadas, nada tiene de extraño que quisieran contar con León en sus reuniones y deliberaciones puesto que era un científico respetado internacionalmente en el campo del cacao y el chocolate. Sus amigos sabíamos que era mucho más: conocía como pocos, sus propiedades organolépticas y sabía cuando estaba en el punto justo para gozar, en toda su plenitud, del placer de degustarlo. A veces, en la cafetería Rocablanca, cercana a la Academia, ante sendas tazas de chocolate, disfruté escuchándole las mil y una anécdotas que este genial especialista y *gourmet* conocía sobre tan dulce manjar.

Como asesor científico aconsejó a diversas empresas alimentarias y farmacéuticas, como Lucta, S. A., dedicada a la elaboración de aromas alimentarios, y Claudio Bárcia, S.A., empresa importadora y distribuidora de productos químicos y farmacéuticos.

Sus investigaciones se recogen en más de un centenar de publicaciones sobre aditivos y contaminantes alimentarios, tanto orgánicos como minerales, análisis de alimentos, sobre todo aceites culinarios y aguas, y aún tuvo tiempo para mejorar ciertas técnicas analíticas muy usadas en Bromatología. Fue un observador agudo, ordenado, paciente y meticuloso al que sus alumnos siempre respetaron, como profesor y analista, ya que con su ejemplo les inculcó siempre orden, paciencia y meticulosidad en el trabajo.

Colaboró frecuentemente con la cátedra de Farmacia Galénica de la Universidad de Nantes que dirigía el Profesor Rouzet, con quien mantenía una fraternal amistad y con quien coincidía en las reuniones del Centro Europeo de Investigación de Aromas materia ésta por la que sentía especial atracción y que fue el tema de su discurso de ingreso en esta RA. En las reuniones participaban los mejores especialistas europeos en aromatizantes, como Verain (de Grenoble), Fenaroli (de Milán), Marion (de Nestlé en Vevey, Suiza), di Giacommo (de Regio Calabria), Grundschober (de la Organización Internacional de Industrias alimentarias), y otros muchos.

Desde que en 1950 tomó posesión de su plaza de Académico correspondiente, hasta que en 1980 leyó su discurso de ingreso, como Académico de número, don León Villanúa colaboró gustoso y con acierto en el quehacer académico y en cuantos trabajos se le enco-

mendaron, especialmente en la Comisión de aguas minerales y mineromedicinales, que más tarde presidiría hasta su reciente fallecimiento. Su constante y fiel colaboradora en esta Comisión, nuestra compañera, profesora Carmen de la Rosa Jorge, se referirá *in extenso* a la labor de León en este campo.

En los últimos años de su vida y a pesar de ser consciente de su pérdida de fortaleza física —o quizás por ello— desarrolló una gran actividad, como lo demuestran los cursos y ciclos de conferencias en los que participó y los artículos que firma en las monografías editadas por esta Institución. A este propósito hay que resaltar el titulado «*Componentes no nutritivos de los alimentos*», publicado en el año 2000 en **Alimentos y Salud** (Monografía VI de la Real Academia de Farmacia) y el de *Tratamientos industriales y culinarios como causa de sustancias tóxicas alimentarias*, publicado en 2003 en **Temas escogidos de Seguridad alimentaria** (Monografía XIII de la real Academia Nacional de Farmacia). Ambos trabajos los realizó en colaboración con su ex alumna, la profesora Torija Isasa. Asimismo coordinó la publicación de la Monografía XI de esta Real Academia, titulada **La salud, prioridad en el VI Programa de Medio Ambiente de la Unión Europea**, cuyo artículo de presentación corrió a su cargo.

Su maestría y dominio de las ciencias de la alimentación se hacen patentes, una vez más, en su participación en los cursos y ciclos de conferencias organizados por la Sección de Salud Pública, Alimentación y Medio Ambiente de la RANF, de la que fue un miembro destacado y en donde deja un gran vacío. Citaré, entre otros, los siguientes:

- *Frutas y hortalizas en la alimentación*. Lección magistral impartida en la Universidad de Verano de Teruel, 1988.
- *Cuestiones Nutritivas de actualidad*, conferencia dictada en la Real Academia de Farmacia en 1999.
- *Alimentos, Nutrición y Salud en el 2000*, curso en el que intervino activa y acertadamente.
- *Curso de Alimentos y Tecnologías alimentarias emergentes en la segunda mitad del siglo XX*, patrocinado por el Instituto de España, Noviembre de 2000.

- *Temas escogidos de seguridad alimentaria*, monografía publicada por esta Institución en 2001, que recoge las lecciones impartidas en el curso de este mismo título.

En el terreno personal León jamás supo de enemistades, ni de resentimientos, fue un hombre bueno, cordial, claro como el agua cristalina de las fuentes y regatos de Villanúa, pequeño lugar del Pirineo aragonés de donde seguramente procede su apellido. Fue siempre optimista, buen conocedor de mil anécdotas y amante de los chistes. Por su sencillez, comprensión y confianza era el contertulio ideal. Como dijo, acertadamente, el maestro Casares, «la mayor rareza de León es su naturalidad».

Permitidme que recuerde ahora y haga mías las palabras que nuestro amigo y académico, Guillermo Tena Núñez, dirigió a León en el homenaje conjunto que, en 1987, le dedicaron la Sociedad Española de Bromatología y la Asociación Española de Toxicología: «Gracias, León, por todo lo que has ido realizando en la vida, en lo científico y en lo humano y sobre todo, por tu bondad y por el admirable ejemplo que has dado —quizás sin saberlo— a todos los que te conocemos y por ello te admiramos y queremos».

Maruja, tu que fuiste siempre una esposa modelo y entrañable y que sonriente le ayudaste en todas las circunstancias, transmitiéndole la bondad que él repartía después a raudales, debes permitirme que ahora, en nombre de la Academia, te exprese nuestro reconocimiento por los cuidados y el cariño con que rodeaste al académico sin par que fue León. Hoy tu familia y sus amigos de la Academia estamos tristes: Vosotros habéis perdido un esposo, un padre y un abuelo amantísimo, nosotros un académico excepcional. Que a vosotros y a nosotros nos sirvan de consuelo los ratos inolvidables que su presencia nos deparó.

Al haceros patente a ti, a tus hijos Salvador y Pilar y a tus nietos el pésame más sentido de quienes componemos esta Academia, nos sumamos de todo corazón a vuestro dolor.

Investigador y divulgador de nuestras aguas mineromedicinales

M^a DEL CARMEN DE LA ROSA JORGE

*Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional
de Farmacia*

Nos hemos reunido hoy 10 de marzo de 2005 en esta nuestra querida Real Academia Nacional de Farmacia para rendir homenaje a uno de sus miembros, recientemente fallecido, nuestro querido compañero y amigo el Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño. Voy a comenzar esta intervención con una cita de Gibran Khalil de su libro «El Profeta»:

«Si queréis conocer el secreto de la muerte, abrid vuestro corazón a la vida. Pues la vida y la muerte son una misma cosa, así como el río y el mar son uno».

En estos momentos de gran tristeza en los que me embarga la emoción quiero reiterar mis mas sentidas condolencias a sus familiares y amigos y en especial a su esposa, M^a del Pilar Martí y a sus hijos M^a Pilar y Salvador. También quiero agradecer a la Junta de Gobierno de esta Real Academia el haberme permitido intervenir en este acto. Me han encargado glosar, en estos minutos, la labor desempeñada durante catorce años por D. León Villanúa como Presidente de la Comisión de aguas minerales y mineromedicinales y cuyo objetivo principal ha sido la investigación y divulgación de nuestras aguas medicinales. Sin duda, la razón de haber sido elegida se debe a que, durante todo este tiempo, he sido la Secretaria de dicha Comisión y por tanto, conozco todos sus pormenores. Espero que disculpen ustedes mis deficiencias que intentaré suplir con mi cariño hacia tan ilustre persona.

Permítanme, sin embargo, salirme un poco del tema para contarles algunas vivencias personales de mi relación con D. León. Conocí

al Profesor D. León Villanúa en el año 1965 (hace ya 40 años), en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid donde yo era alumna de la asignatura de Bromatología y Toxicología que el impartía con D. Román Casares. Recuerdo de aquel tiempo que destacaba por su amabilidad y por su trato cercano y comprensivo con los alumnos lo que no era muy frecuente en aquella época. A mí, entonces, me parecía un profesor ya mayor (y no tenía ni 50 años) que cojeaba debido a una poliomielitis que había sufrido de adulto, lo que me impresionó bastante. No podía suponer que, años mas tarde, cuando nuestra relación profesional y académica se convirtió en amistad y me contaba sus diversas operaciones y caídas por esta dolencia, iba a ser motivo de mi admiración por él, por su entereza y ganas de superación. Nunca caía en el desaliento, incluso cuando tuvo que permanecer en silla de ruedas, hacía bromas de su situación, diciendo que no iba de viaje en avión porque con tantos «clavos» como le habían puesto sonaban los detectores de metales y no pasaba los controles de los aeropuertos.

Como Profesor, explicaba con gran corrección y profundo conocimiento los temas de Toxicología que a mí me interesaron mucho, pues el «estudio de los venenos» tenía un hálito misterioso y prohibido. Nos hablaba de los famosos envenenadores antiguos como la romana Locusta que asesinó al emperador Claudio con hongos venenosos y la familia Borgia que utilizó el arsénico en la Italia del siglo XV, sin olvidar temas más cercanos y novedosos como la relación del tabaquismo con el cáncer de pulmón que fue la última lección del programa.

Posteriormente, al convertirme yo en Profesora de Microbiología, volvimos a relacionarnos no sólo en la Facultad de Farmacia, donde ambos éramos Profesores, sino también a través de la Sociedad Española de Bromatología de la que D. León fue Secretario, Presidente y editor de la revista Anales de Bromatología. Yo era socia de esta Sociedad por mi línea de investigación en Microbiología de los alimentos y algunos de mis trabajos fueron publicados en dicha revista. Recuerdo su trato afable y cariñoso y sus atinados consejos en la redacción de los trabajos.

Pero, volvamos al motivo de esta intervención. D. León Villanúa había tomado posesión como Académico de Número de esta Real

Academia el 15 de febrero de 1990. Al año siguiente el Presidente de la Comisión de aguas minerales y mineromedicinales, el Excmo. Sr. D. Juan Manuel López de Azcona, presentó su dimisión irrevocable por motivos de edad. Por esta causa, en la sesión de la Comisión, celebrada el 6 de junio de 1991, se acordó por unanimidad proponer a la Junta General a D. León Villanúa Presidente y al Dr. López Azcona como Presidente de Honor de dicha Comisión. El día 17 de octubre de ese mismo año tomaron posesión los dos Presidentes, siendo Secretaria la que os habla. Desde entonces y hasta su fallecimiento, hemos trabajado en intensa colaboración.

El Excmo. Sr. D. León Villanúa Fungairiño ha permanecido en este puesto hasta su muerte acaecida el 24 de septiembre de 2004, realizando una magnífica labor fruto de la cual han sido la serie de mesas redondas que sobre distintos Balnearios españoles se han realizado en estos años así como las monografías que ha publicado esta Real Academia a las que nos referiremos posteriormente.

Antes voy a hacer un breve resumen de la historia y de las actividades de la Comisión de aguas minerales y mineromedicinales. Esta Comisión tiene su origen en la propuesta que realizó el Académico de Número e ilustre geólogo D. Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta, el 27 de enero de 1955 y que fue aprobada por la Junta de Gobierno ese mismo día. En ella se propuso «la creación de una comisión que orientase y dirigiese los estudios hidrogeológicos en relación con las aguas mineromedicinales de nuestra Patria». Se creó así la «Comisión de Balnearios» siendo el Dr. Hernández Pacheco su primer Presidente hasta su fallecimiento, en 1976.

La primera reunión se celebró el 19 de junio de 1963, a la que asistieron el Director de la Real Academia, D. Ricardo Montequi, el Presidente de la Comisión, Dr. Hernández Pacheco y los académicos D. Florencio Bustinza, D. Ramón Portillo, D. Toribio Zúñiga y D. Juan Manuel López Azcona que actuó de Secretario. El Presidente considera que «es un momento muy favorable para poner en marcha importantes programas para la ciencia, la técnica y la economía nacional» y propone el estudio anual de un balneario «de los mejor dotados de España» realizando análisis biológicos, químicos, radiactivos y el estudio geológico, industrial, botánico y de resultados clínicos. Se calcula un coste de 50.000 pesetas por Balneario y se pro-

pone solicitar la ayuda de la propiedad balnearia y del Ministerio de Información y Turismo. Haremos un inciso para indicar que la primera respondió de manera entusiasta, no así el Ministerio a pesar de las múltiples gestiones que realizaron diversos miembros de la Real Academia. A pesar de estos inconvenientes en la segunda reunión celebrada el 21 de noviembre de 1963 se incorporan a la Comisión tres importantes Académicos, los Dres: Comenge, Lucas Gallego y Rivas para realizar los estudios biológicos, terapéuticos y botánicos, respectivamente. Se propone estudiar el Balneario de Caldelas de Tuy en Pontevedra a propuesta del Dr. López Azcona. Los trabajos comenzaron en el verano de 1964 aunque por diversos motivos no se publicaron hasta 1968.

En la sesión del 5 de noviembre de 1964 la Comisión pasa a denominarse de aguas mineromedicinales. El Dr. López Azcona fue Secretario de esta Comisión de 1963-1976 y Presidente de 1976 a 1991 en que fue nombrado Presidente de Honor, pasando a ser Presidente D. León Villanúa, como he indicado anteriormente. Actualmente y según el Real Decreto 367/2002 de 19 de Abril se considera Comisión permanente de carácter técnico de la Real Academia Nacional de Farmacia. El 25 de enero de 2005 ha sido nombrado Presidente D. Bernabé Sanz Pérez, debido al fallecimiento de D. León Villanúa.

Los objetivos de esta Comisión han sido desde el principio, además de un conocimiento científico de los manantiales, poner al día cuantos datos puedan interesar para un mejor empleo de las aguas y sobre todo, la difusión de los mismos que redunden en un mejor aprovechamiento para la curación de los enfermos. Para conseguir estos objetivos se planteó realizar estudios pluridisciplinarios lo más exhaustivos posibles de las aguas mineromedicinales de nuestro país, centrándose en los diversos Balnearios que las utilizan para fines terapéuticos. La idea era muy ambiciosa porque pretendía que los propios miembros de la Comisión o colaboradores nombrados por ella, realizaran estudios actuales y originales de los Balnearios que abarcaran los diversos aspectos relacionados con las aguas y el entorno. Es por esta razón por lo que esta Comisión ha estado constituida no sólo por académicos de número y correspondientes de esta Real Academia, sino también por distinguidos especialistas pertenecientes a los distintos campos relacionados (hidrólogos, geó-

logos, ingenieros, químicos, microbiólogos, botánicos, edafólogos, climatólogos, médicos), incluido un representante de la Asociación Empresarial Balnearia, en la que colaboran desinteresadamente. Esto ha contribuido, en palabras de D. Román Casares, «a que las memorias publicadas tuvieran el matiz de una publicación abierta que se sale de los límites estrictamente académicos».

Muchas han sido las personalidades que han intervenido y colaborado en estos estudios elevando su calidad científica. Comenzaré por los más antiguos, ya fallecidos como: los Académicos de número, el eminente geólogo D. Francisco Hernández Pacheco, Catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid, ya citado como Presidente de la Comisión, D. José Lucas Gallego, Catedrático de Fisiología Animal de la Facultad de Farmacia de la UCM, D. Florencio Bustinza Lachiondo, Catedrático de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias de la UCM, D. Francisco Bellot Rodríguez, Catedrático de Fitografía de la Facultad de Ciencias de la UCM, D. Salvador Rivas Goday, Catedrático de Botánica de la Facultad de Farmacia de la UCM, D. Román Casares López, Catedrático de Bromatología de la Facultad de Farmacia de la UCM, D. Ángel Hoyos de Castro, Catedrático de Edafología de la Facultad de Farmacia de la UCM, D. Eliseo Gastón de Iriarte, Catedrático de Microbiología de la Facultad de Farmacia de la UCM y D. Juan Manuel López de Azcona, ingeniero de minas, ya citado como Presidente de esta Comisión que realizó el estudio de 19 Balnearios; los Académicos correspondientes y miembros de la Comisión: D. Antonio de Fuentes Castell, médico hidrólogo, D. Diego Jover, del Instituto Nacional de Meteorología que realizó los estudios climáticos de 26 manantiales y D. Pedro García Puertas, profesor de Análisis químico de la Facultad de Farmacia de la UCM.

Termino esta relación con el recuerdo muy sentido de dos eminentes miembros de esta Comisión, Académicos de número que han fallecido recientemente: D. Domingo Espinós Pérez, Catedrático de la Facultad de Medicina de la UCM y D. Segundo Jiménez Gómez, Catedrático de Química de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

También quiero destacar la participación de los miembros actuales de la Comisión que han intervenido individualmente o con sus

colaboradores en el estudio de numerosos Balnearios: D. Francisco Monturiol Rodríguez, D. Miguel Ladero Álvarez, D. Juan Ignacio Pinuaga Espejel, D. Juan Palomares López, D. Antonio Ramírez Ortega, D^a Josefina San Martín Bacaicoa, D. Agustín Valero Castejón, D^a Esperanza Torija Isasa, D. Francisco Javier Mantero Saenz y D^a Carmen de la Rosa Jorge. A todos ellos muchas gracias por su desinteresada colaboración que esperamos continúe.

Además estos estudios no hubieran sido posibles sin el gran interés demostrado por los propietarios de los Balnearios y la Asociación Nacional de Establecimientos Termales (ANET) y sobre todo por la eficaz gestión de su representante D^a M^a Teresa Grande Heranz que lleva colaborando con esta Comisión mas de 20 años.

Durante todo este tiempo se han publicado 26 Memorias correspondientes a diversos Balnearios y manantiales de aguas minero medicinales de muy distintas características y repartidos por toda la geografía española.

El primero fue el Balneario de Caldelas de Tuy, en la provincia de Pontevedra, publicado en 1968, como ya se ha indicado. Le siguieron: Caldas de Cuntis, en la misma provincia, en el que se estudiaron cuatro manantiales, publicado en 1974; Baños de Montemayor (Cáceres), en 1975, con dos manantiales; Corconte (Santander) en 1976; Ledesma (Salamanca), en 1977; Solán de Cabras (Cuenca) en 1978; Lanjarón (Granada) en 1980, en el que se estudiaron seis manantiales; Carabaña (Madrid) con cinco manantiales, en 1981; Balnearios de Alhama de Aragón (Zaragoza) con diez manantiales, en 1983; Caldas de Montbui (Barcelona), en 1984; Fuente Amarga de Chiclana de la Frontera (Cádiz), en 1985; Archena y Fortuna (Murcia) en 1986 y 1987, respectivamente; Arnedillo (La Rioja), en 1988; Caldas de Bohí (Lérida) en 1989, con seis manantiales; Alange (Badajoz) en 1990 y Baños de Fitero (Navarra), con dos manantiales, en 1991.

Desde que en 1991 alcanzó la presidencia D. León Villanúa se han estudiado 10 Balnearios: La Toja (Pontevedra) con cuatro manantiales, en 1993; Lugo en 1994, Blancafort (Barcelona) en 1995, Hervideros de Cofrentes (Valencia) en 1998, Carratraca (Málaga) en 1999, el Paraíso en Manzanera (Teruel) en 2001, Alhama de Granada con dos manantiales en 2002, Sicilia, Serón y La Virgen en Jaraba

(Zaragoza) con cinco manantiales, en 2004. Actualmente se está realizando el estudio del Balneario de Cervantes (Ciudad Real) con dos manantiales. Ha sido casualidad, que este año 2005 en que se cumplen los cuatrocientos años de la publicación de *El Quijote*, la Comisión esté estudiando el Balneario que lleva el nombre de su ilustre autor, situado en el corazón de la Mancha.

En cada una de estas Memorias se han tratado los diversos aspectos relacionados con el agua y el entorno del Balneario, comprendiendo: Situación geográfica, historia, descripción del establecimiento balneario y sus instalaciones, geología, geotermia, hidrogeología, perímetros de protección, análisis físicos, químicos, de la radiactividad y microbiológicos de las aguas, el clima, los suelos y la vegetación del entorno, así como los aspectos clínicos en el que se incluyen las acciones e indicaciones terapéuticas, contraindicaciones, técnicas de aplicación y resultados obtenidos en los enfermos.

Era tradición que el Presidente de la Comisión realizara la Introducción de los estudios de los Balnearios en los que se refería a los aspectos generales, geográficos e históricos. Así lo hizo el Dr. Villanúa en el estudio del Balneario de Blancafort (Barcelona) que fue publicado en 1995 y en los siguientes Balnearios ya citados. De todos es conocida la meticulosidad que ponía en todo lo que realizaba, así como su interés por los aspectos históricos, por lo que no es sorprendente que los estudios que hizo de estos balnearios se caracterizaran por su rigurosidad. Incluso cuando, debido a su enfermedad, no podía salir de casa, seguía escribiendo, consultando libros y revistas (de los que estaba siempre rodeado) y obteniendo información por los modernos medios informáticos. Además, como Presidente de la Comisión, organizaba la realización de todos estos trabajos, gestionando las visitas de los diversos especialistas a los Balnearios para realizar «in situ» los estudios correspondientes.

Uno de los méritos de D. León ha sido la constante mejora de las Memorias publicadas con la introducción de fotografías en color y la coordinación de los diversos capítulos, revisando los textos para evitar repeticiones y solapamientos de los autores. Tarea ardua y compleja pues el número de autores ha ido aumentando progresivamente. Daré un dato significativo: la Memoria nº 1 constaba de tres capítulos realizados por tres autores, la nº 26 tiene 9 capítulos y han intervenido 26 autores.

Ejemplo de su gran interés y preocupación por estas Memorias que supervisaba personalmente ha sido la última, correspondiente a los Balnearios de Jaraba y que salió publicada pocos días después de su fallecimiento. Como si hubiera presentido su muerte quiso dejar, antes del verano, todo el trabajo terminado y enviado a la imprenta para que no se demorara la publicación.

He resaltado en esta intervención uno de los aspectos científicos de D. León que corresponde a su última etapa investigadora y académica en la que se interesó por el estudio de las aguas mineromedicinales. Aunque el aspecto humano va a ser glosado por la Dra. Torija, quiero resaltar dos cualidades de D. León que le caracterizaban: su amabilidad y alegría de vivir, incluso en momentos difíciles. Todos lo considerábamos un «hombre bueno», en el sentido machadiano de la palabra, y según Concepción Arenal *el mejor homenaje que puede tributarse a las personas buenas, es imitarlas*.

Voy a terminar esta intervención con un sencillo verso como un pequeño homenaje a nuestro querido amigo y compañero:

Recibió muchos honores
Por estudiar los olores
Y no lo tomen a broma
Pues investigar aromas
Es tema muy singular
¿cómo se estudia una cosa
que no se puede tocar?
Mas sus estudios finales
Han sido los manantiales.
Presidió la Comisión
De las aguas minerales
Que estudia los Balnearios
En sus aspectos más varios:
Su historia, la situación,
Clima, suelo, vegetación,
Perímetro de protección,
Análisis de las aguas
Y hasta su modo de acción.
En nombre de esta Comisión
de las aguas minerales

de efectos medicinales.
Te digo de corazón
y con afecto sincero
¡Hasta siempre D. León!
Descansa en paz, compañero.

Don León. Retazos de su vida

ESPERANZA TORIJA ISASA
Catedrática de Universidad

Estar aquí hoy, dirigiéndome a todos ustedes, es para mí un honor y un privilegio. Agradezco profundamente la invitación a participar en este acto emotivo, lleno de cariño hacia el amigo que nos dejó, pero siento la profunda pena de referirme a él en la lejanía de no tenerle con nosotros.

Quiero expresar, en primer lugar, mis condolencias a su familia, a Maruja, su mujer y a sus hijos Pilar y Salvador. Esta condolencia no es solo mi sentir, sino el de todo el departamento de Nutrición y Bromatología II, Bromatología. Quiero además hacer extensivo este pésame a la Real Academia Nacional de Farmacia por haber perdido a uno de sus miembros más activos.

¿Quién fue León Villanúa Fungairiño? ¿Quién fue D. León?

Para mí, ha sido y seguirá siendo D. León; León afectuosamente, pero D. León, porque siempre le he visto como el gran hombre que merece la mayúscula y el respeto afectuoso al nombrarle, casi con los modos y maneras de la España tradicional, donde aún en el siglo XX, en familias de diferentes regiones, se seguía llamando a los padres de usted. No por decirle D. León le he tenido menos cariño ni menos confianza.

La respuesta a la pregunta sobre quién fue D. León, será diferente según a quién se la hagamos. Para su familia, fue el marido, el padre y abuelo, tan querido. Para nosotros, sus discípulos, sus amigos, sus compañeros, fue, por encima de todo, el amigo. Para todos fue el hombre bueno, el hombre cordial y amigable, siempre tranquilo y de buen carácter.

A modo de ejemplo quiero hacer referencia a lo que se dijo de él en la última «Comisión de Aguas Minerales y Mineromedicinales»

del pasado 25 de enero, en la que el Excmo. Sr. Presidente de esta Real Academia Nacional de Farmacia y los Excmo. Sres, académicos, miembros de la misma, tenían de él una opinión unánime. El Dr. J.M. Reol comentó que D. León era la bondad personificada; que colaboraba en todo lo que se le pedía, que fue un clásico en la Facultad de Farmacia y en el Dpto. de Análisis Químico, Bromatología y Toxicología, hoy Nutrición y Bromatología II. Bromatología. Para el Dr. B. Sanz, D. León era la cabeza que presidía y ponía paz. El Dr. A. Valero dijo que D. León hacía que se sintiera atracción por él, por su prodigiosa cabeza, y que en su caso concreto compartían y hablaban de muchas cosas de medicina.

Pero esto no es suficiente; debemos recorrer un poco su vida y sus quehaceres para recordar mejor a aquél que ya no está entre nosotros.

Para hablar de su vida personal, tuve que recurrir a Maruja; para algunas cuestiones de la facultad tengo que recurrir a mi memoria o a las conversaciones con personas que le conocieron en este terreno.

D. León nació en Madrid, en la calle Segovia, el 27 de marzo de 1918. Su padre fue cartógrafo del Ministerio de Marina y su madre se dedicó a la familia; tuvo un único hermano diez años mayor que él.

Dicen que el nombre marca a las personas. Si buscamos qué significa León, encontramos lo siguiente: origen, latino; significado, fiero, bravo; personalidad: da más importancia a la riqueza espiritual, que le brinda serenidad interior, que a las posesiones materiales. Debido a la originalidad de sus ideas, tiene un gran magnetismo personal y habilidad para conducir a otros.

Imagino que en su juventud sería el chiquillo bueno, alegre y dinámico, que fueron rasgos sobresalientes de su carácter.

¿Te imaginas a qué jugaba D. León? ¿Te lo contó alguna vez? Le pregunté a Maruja, y ella me contó que lo que más recuerda es que le gustaba jugar al fútbol, pero no verlo.

De joven, durante la Guerra Civil española, estuvo primero en Madrid y después en la zona nacional. Allí, demostró sus excelentes cualidades humanas y debido a su esfuerzo en relación con los enfermos y la sanidad, recibió la «Medalla Militar con Distintivo rojo»,

medalla que tenía en gran estima, aunque no fue la única que le concedieron.

Su trayectoria en la facultad y en las actividades profesionales, ya se han comentado, por lo que no vamos a insistir. En estos años de estudio conoció a Maruja, su mujer, ... y la conoció gracias también a la Farmacia. Ella tenía un hermano farmacéutico que realizó el servicio militar con D. León, durante cinco años.

Se casaron en 1950 en la iglesia del Buen Suceso de Madrid, permaneciendo juntos casi 55 años. De ese matrimonio nacieron dos hijos, Salvador y Pilar, también farmacéutica y que fue compañera nuestra en el departamento. Y tuvieron seis nietos, cinco niñas y un chico; de todos ellos estaba muy orgulloso, eran su principal alegría.

Maruja y D. León estuvieron siempre muy unidos; era un gusto verlos compartir la vida, prestándose esa ayuda mutua que enriquecía a los que estaban con ellos, lo que viví de cerca aquí en Madrid o en algún viaje, como el que hicimos juntos a Portugal, a la boda del hijo de la Dra. I. Noroña da Silveira, gran amiga de todos nosotros. Entonces, Maruja ya no veía bien y él era su lazarillo, a la vez que ella su sostén.

Podríamos citar aquí un verso egipcio, de sentido bromatológico, que seguro le habría gustado a D. León y él se lo habría dedicado a Maruja. Dice así:

*«Oir tu voz, para mí, es como el vino dulce
Yo vivo de oírla
Cada mirada sobre mí
Es para mí más que la bebida o la comida»*

En su vida hubo momentos difíciles; ya se ha comentado y todos sabemos de su enfermedad de niño en la edad adulta. ¡Cómo supo afrontarla! ¡Qué espíritu de lucha y que valentía hasta el final!. Este espíritu me hace recordar los versos de Antonio Machado «A un olmo seco», que empiezan así:

*Al olmo viejo, hendido por el rayo
y en su mitad podrido,
con las lluvias de abril y el sol de mayo,
algunas hojas verde le han salido...*

Y en aquellos momentos difíciles, supo que tenía amigos; contó con el apoyo de su familia y encontró la ayuda de su otra familia, la de la cátedra de entonces. Le ayudaron principalmente D. Román Casares, Dña. Rosario García Olmedo, D. Pedro García Puertas y D. Luis Moreno. En la última etapa de su vida, además de su familia y amigos, le ayudó con mucho cariño Miriam, y él le estaba muy agradecido.

A pesar de sus limitaciones, su espíritu le permitía disfrutar de las cosas. Todos le veíamos comer o beber con dificultad en los últimos tiempos, pero solo o acompañado, participaba y disfrutaba.

Y, ¿qué le gustaba a D. León? Le gustaban sobre todo los sellos y algo tan bromatológico como el chocolate; le gustaba cuidar de su jardín; le gustaba leer, investigar, hacer cosas nuevas.

En este sentido y como reconocimiento a su labor en investigación, se le concedió el Grado de Oficial de la «Orden del Mérito para la Investigación y la Invención» de Francia, en 1960.

Pero, por encima de todo, amaba la Facultad; nunca quiso dejarla. Le gustó adaptarse a los tiempos modernos y aprendió a manejar un ordenador, y creo, según él me contaba, que en sus búsquedas bibliográficas le ayudaba su nieta Victoria; el resto de sus nietos le ayudaba en otras cosas.

Podré opinar o comentar más directamente lo que se refiere a su vida en la facultad, pues hubo una etapa de su vida que viví más de cerca.

En su actividad profesional en la Facultad, lo que ya se ha comentado, estuvo vinculado a la Cátedra de «Análisis Químico y Bromatología», posteriormente Departamento de «Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado», del que fue director desde abril de 1984, por jubilación de la Dra. Rosario García Olmedo, hasta mayo de 1986, en que el Dpto. pasó a denominarse de «Nutrición y Bromatología II. Bromatología y Técnicas Analíticas Farmacéuticas», siendo su director hasta su jubilación el 30 de septiembre de 1986.

A lo largo de los años tuvo una gran implicación en la Sociedad Española de Bromatología y en la Escuela de Bromatología.

El 24 de abril de 1948 se fundó la Sociedad Española de Bromatología y en 1949 la revista científica, *Anales de Bromatología*, posteriormente infravalorada por publicarse en español, aún con trabajos de alto nivel científico.

En 1954 se creó la Escuela de Bromatología, con Reglamento que se modificó en diciembre de 1957 y se publicó en 1958; el 2 de noviembre de 1954 se procedió a la inauguración de la Escuela en el aula magna de la Facultad de Farmacia. D. León participó activamente en las dos entidades. En la Escuela fue profesor, entre otras, de la asignatura de Toxicología alimentaria; a la Toxicología dedicó una parte esencial de su trabajo. En la Sociedad, fue secretario desde el 30 de marzo de 1954 hasta el 12 de noviembre de 1965 en que pasó a ser tesorero hasta 1986, año de su jubilación. Posteriormente fue presidente y siguió luchando por la Sociedad en la que, entre otros, le ayudó con enorme interés el Dr. Bernabé Sanz.

La Escuela de Bromatología, sabiamente creada y mantenida por el Dr. Casares y sus colaboradores, principalmente los Drs. Villanúa, García Olmedo y García Puertas fue el embrión de lo que hoy es la licenciatura de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, con una visión de futuro fuera de lo común. La jubilación del Prof. Casares hizo que la Escuela fuera decayendo poco a poco, pese a su esfuerzo y al de quienes eran sus colaboradores más directos, para dar posteriormente lugar a la citada licenciatura.

Como investigador, trabajó en distintos equipos de ayuda a la investigación de la Universidad Complutense de Madrid, en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y en el Dpto. de Investigaciones Bromatológicas del CSIC, entre otros organismos y/o entidades, con los que colaboró en numerosas ocasiones.

Desde «mi», desde «nuestra» perspectiva de alumnos que llegaban al departamento, se le veía siempre afable, sonriente ante las actividades de una juventud que llegaba llena de risas y bromas, además, por supuesto, de la seriedad en el trabajo y el afán de aprender.

Yo conocía a D. León desde mis años de estudiante de la licenciatura, pero en realidad, cuando le conocí más directamente fue al cursar los estudios de Técnico bromatólogo. Y, por supuesto, le

conocí aún mejor a lo largo de los días de estancia en los laboratorios del departamento, en los que inicié mi andadura antes de finalizar la carrera de Farmacia y en el tiempo de trabajo de tesina, memoria de la Escuela de Bromatología y tesis doctoral.

En aquel entonces entramos a formar parte de un departamento, de un grupo formado por personas que eran una familia, a la que nos fuimos incorporando poco a poco. A algunas de estas personas ya las he mencionado, pero debo volver a citarlas, por la importancia que tuvieron en mi formación y quehacer profesional y en los de todas las profesoras del actual departamento de Nutrición y Bromatología II. Bromatología (recordemos que la Bromatología está mayoritariamente en manos femeninas); a cada uno de ellos les debo algo en especial y a todos ellos en conjunto, mi gratitud.

Eran los Dres. D. Román Casares, Dña. Rosario García Olmedo; D. León Villanúa; D. Pedro García Puertas, de la facultad, y las inolvidables Dras. Dña Aurora Carballido y Dña. M^a. Teresa Valdehita, pertenecientes al Dpto. de Investigaciones Bromatológicas del CSIC.

D. Román era el padre de familia, siempre dispuesto a clarificar las cosas y a enseñar todo lo que sabía, con una lucidez mental y memoria infinitas en todo momento; era amable con los alumnos de licenciatura y asequible para ellos y para nosotros.

Rosario García Olmedo, era Rosario; la dama del departamento, sabia, y eficiente en sus quehaceres y, por qué no decirlo, femenina y coqueta.

Pedro, el buen Pedro García Puertas, uno de los más excelentes profesores de la facultad; con él empecé a trabajar en el análisis de aguas. Él también era afable, cariñoso y siempre estaba dispuesto a ayudar.

Aurora Carballido y M^a Teresa Valdehita nos enseñaron el trabajo de laboratorio, y Aurora tuvo que resistir más directamente los momentos de chiquilladas «ocultas» (o eso nos parecía) que a nosotros nos hacían reír y a ella no tanto.

Ellos, nuestros mayores, estaban muy unidos; como dije eran una gran familia. Recuerdo, recordamos, la actividad matutina que supo-

nía preparar el café con leche, su cafetito de media mañana, tan relacionado con la ciencia principal del departamento, que les permitía charlar un rato, y que preparaban Aurora o Concepción Barrera (Conchita). Ellos, representaban para nosotros el nivel máximo, eran los dioses del Olimpo, y nosotros, los pobres mortales. Luego, con el correr de los años, vimos que aquellos dioses, también tenían sus problemas.

Fue una época fructífera en lo que a futuros profesores se refiere.

No voy a referirme a nadie que esté actualmente en activo en el Departamento, pero sí deseo citar a quienes estaban entre nosotros en aquella época.

La Dra. M^a. Carmen Martínez Para, actualmente en la Universidad de Alcalá de Henares; ya jubiladas las Dras. Concepción Barrera y Laura Coll, y los que ya no están entre nosotros, los Drs. Cristina Valls y Taisir Masoud. Los buenos amigos que todos recordamos.

Algunos de nosotros hacíamos también nuestras pequeñas comidas en el laboratorio, pequeños refrigerios al mediodía, eso sí, en recipientes que para sí quisieran los artífices de la cocina moderna. Éramos dichosos y pensábamos que de algún modo nuestros mayores veían con agrado la juventud pujante que seguía sus pasos.

Pasamos del plácido, alegre y sencillo (aunque laborioso) mundo del profesor ayudante de clases prácticas a un estamento algo superior. Vivimos las jubilaciones y sucesivos nombramientos de nuestros maestros dentro de un ambiente cargado de entusiasmo, ... y de alumnos. Fueron años de un quehacer ímprobo pero entusiasta.

Allí estaba D. León; dirigía trabajos de Toxicología y quienes trabajaban directamente con él, lo recuerdan, una vez más, con enorme cariño.

Y, que más debo decir concretamente del D. León de aquellos años y cuyo recuerdo nos ha traído hasta aquí.

Cuando se hizo cargo del Departamento, por jubilación de la Dra. García Olmedo, lo dirigió con calma, amabilidad, serenidad, y abriendo camino a los más jóvenes; siempre nos animaba y apoyaba en nuevos quehaceres y nos brindaba oportunidades de trabajo en el campo profesional, fuera de la facultad. Tenía su forma personal de

hacer las cosas, cosas que a veces, por falta de experiencia, me sorprendían un poco, pero que he ido comprendiendo mejor a lo largo de los años y con la experiencia posterior.

En sus manos estuvo la organización del 50 Aniversario de la Introducción de la Bromatología en Farmacia; para ello nos pidió colaboración, así como para las actividades de la Escuela de Bromatología y la Sociedad y en esa labor pude vivir más de cerca su personalidad. Era 1985.

Un año más tarde accedí a la Cátedra y a los pocos meses se jubiló D. León, con lo que quedó a mi cargo el Departamento. Se jubiló en una época en que se consideraba que un profesor universitario, en la plenitud de su experiencia, debía abandonar la universidad.

Pero él siempre estaba ahí; no nos dejó solos. Fueron momentos difíciles para quienes como nosotros, y para mí en concreto, no sabíamos lo que era la gestión de un departamento con una carga de alumnos exagerada y con una universidad en pleno cambio. No faltó en ningún momento su apoyo y su consejo; cualquier duda, cualquier pregunta las pude compartir con él, quién con su ánimo y buen hacer característico hacía todo más fácil.

Siguió siendo nuestro padre académico.

Personalmente le debo la participación en diversas actividades, de esta Real Academia Nacional de Farmacia, entre ellas el haber empezado a colaborar en la «Comisión de Aguas Minerales y Mineromedicinales», algo que nunca podré agradecer bastante. Juntos trabajamos en diversas publicaciones y era un gusto ver cómo trabajaba en su casa, ver su mesa repleta de papeles; indicaba que todavía estaba lleno de energía y vitalidad; lleno de ilusión por el trabajo.

Hablé con él unos días antes de dejarnos. En ese momento comprendí que se marchaba. A los pocos días, estando fuera de Madrid, supe la noticia. Fue una gran sensación de vacío; nuestros mayores, los de la familia que era el departamento, se marcharon poco a poco. Nos han dejado solos.

Indudablemente quedan otros maestros muy queridos, algunos de ellos presentes hoy aquí, en este acto en recuerdo de D. León, con quienes todavía podremos aprender y conversar.

En esta época en que la vida ha cambiado tanto, en que incluso el esquema familiar es algo diferente y en que se vive más aceleradamente, de forma más individualiza, se le echa todavía más de menos. Nos falta su sonrisa, su amabilidad, su paz y su alegría.

Quiero finalizar recordando nuevamente a Machado en algunas frases de sus Proverbios y Cantares:

*Caminante, son tus huellas
el camino, y nada más;
caminante, no hay camino,
se hace camino al andar.*

Él nos dejó su huella.

O aquel:

*Nunca perseguí la gloria
ni dejar en la memoria
de los hombres mi canción; ...*

Él era así, no buscaba la gloria.

Pero su recuerdo y su espíritu permanecen entre nosotros.

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.

3. El manuscrito original, una copia y la versión electrónica en CD, se enviará, con la correspondiente carta de presentación, a la siguiente dirección:

Doctora María Teresa Miras Portugal
Editora de los ANALES DE LA REAL
ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA
Real Academia Nacional de Farmacia
C/ Farmacia, 11
28004 Madrid
España
Fax: 91 531 03 06

Existe la posibilidad de enviar el manuscrito en formato electrónico como archivo adjunto a la siguiente dirección: edicion@ranf.com. Tanto el texto como las figuras deberán ser enviadas en archivos separados. Los formatos aceptados son: .doc (Word) para el texto, y formato TIFF, JPG o PPT (Power Point) para las figuras.

4. Tipos de Manuscritos.

La revista considerará para publicar lo siguiente:

— REVISIONES: no deben tener una extensión superior a las 4.000 pala-

bras (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 la mayor parte de las revisiones serán invitaciones a petición de la Comisión Editorial, los autores interesados en contribuir con revisiones deben contactar previamente con el Editor.

— 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.

— COMUNICACIONES BREVES: artículos breves y definitivos. El manuscrito debe ser identificado como tal en la carta de presentación. La extensión no sobrepasará las 2.500 palabras incluyendo la bibliografía (no más de 10 citas) y con un máximo de tres figuras/tablas.

— 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.

— INFORMACIÓN ACADÉMICA: esta sección dará cuenta de las sesiones científicas, cursos, reseñas de libros, novedades editoriales y otros eventos que la revista considere de interés para los lectores.

B. Organización de los manuscritos

Todos los elementos o partes del manuscrito deben ir a doble espacio, todas las páginas numeradas en la esquina superior derecha empezando en la página de la portada. Los manuscritos referentes a artículos originales deberán

contener, en este orden, los siguientes apartados:

1. PORTADA

Título

Debe ir tanto en español como en inglés. Tendrá una extensión inferior a los 100 caracteres, excluyendo los espacios entre palabras.

Nombre de los autores

El nombre completo de todos los autores y su afiliación institucional. En los trabajos que tengan más de un autor y más de una Institución, indicar la afiliación individual mediante números en superíndices.

Palabras Clave

Cinco palabras clave (en español y en inglés) que no aparezcan en el título.

Información de contacto

Nombre, dirección postal, número de teléfono, fax y dirección de correo electrónico del autor al que se enviarán las galeradas.

Lista de Abreviaturas

Las abreviaturas y su significado deben incluirse en una lista en el mismo orden en el que se mencionan en el artículo.

2. PÁGINA DEL RESUMEN

Incluirá el resumen del artículo en español y en inglés. Deberá escribirse como texto continuo y se organizará del siguiente modo: una pequeña introducción donde se expliquen los antecedentes y los objetivos del trabajo, principales resultados y, finalmente, las conclusiones. Su extensión no debe superar las 250 palabras.

3. SECCIONES DEL MANUSCRITO

• INTRODUCCIÓN

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

• MATERIAL Y MÉTODOS (PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES)

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; (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 humanos 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 86-23, revisada en 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.

• 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 citas bibliográficas tienen que numerarse entre paréntesis en la línea de texto, por ejemplo (7), o (11-13,17), en el orden de citación en el texto. La bibliografía se incluirá al final del artículo. Sólo se podrán citar como artículos «en prensa» a aquellos de los que se incluye una copia de la carta de aceptación en el envío inicial. Las citas deben incluir el título completo del artículo y citarse en el siguiente formato:

Ejemplos de revistas (1) (2) y libros (3) (4):

- (1) MacKINNON, R. (2003) Potassium channels. *FEBS Lett.* 555: 62-65.
- (2) NIXON, J. E.; WANG, A.; MORRISON, H. G.; McARTHUR, A. G.; SOGIN, M. L.; LOFTUS, B.J. y SAMUELSON, J. (2002) A splicesomal intron in *Giardia lamblia*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: 422-431.
- (3) LANGER, T. y NEUPERT, W. (1994) Chaperoning mitochondrial biogenesis. en: *The Biology of Heat Shock Proteins and Molecular Chaperones* (Morimoto, R. I., Tissieres, A. and Georgopoulos, C., Eds.), pp. 53-83. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Plainview, NY.

- (4) FELDMANN, H. (2004) Forty years of FEBS. Blackwell Publishing Ltd. Oxford.

• TABLAS

Cada tabla debe ir preparada en hoja individual, a doble espacio y numeradas consecutivamente con números arábigos en el orden en el que aparecen en el texto. No duplicar material que ya haya sido presentado en una figura.

• LEYENDAS DE FIGURA

Las leyendas deben ir numeradas con números arábigos en el mismo orden en el que aparecen en el texto. El título de la leyenda de la figura no debe aparecer dentro de la propia figura, y debe proporcionarse suficiente información para que la figura sea inteligible sin hacer referencia al texto. Dentro de la leyenda deben ser explicados todas las abreviaturas y símbolos. Las leyendas de figura aparecerán todas de manera consecutiva en hoja aparte.

• FIGURAS

La revista solicita un juego completo de figuras. En el reverso de cada figura debe ir marcado en lápiz el número de cada figura, su orientación y el nombre del primer autor.

Blanco y negro

La revista alienta el envío de figuras en blanco y negro. Éstas deben ser impresiones láser de dibujos en blanco y negro y fotografías en brillo de alto contraste de todas las figuras de semitono, por ejemplo, microfotografías, geles, etc.

Color

Proporcionar impresiones en papel brillante donde los símbolos y texto se aprecien claramente frente al fondo de la figura. El Editor y el Comité Editorial seleccionarán las figuras en color que serán publicadas.

Las figuras en color deben tener un alto contraste, sin fondo coloreado y con la posibilidad de aparecer en blanco y negro en la versión impresa de la revista.

Como se indicó previamente, si el envío del manuscrito se realiza vía e-mail, no es necesario mandar el juego completo de figuras impreso en papel.

PERMISOS

Citaciones directas, tablas o ilustraciones tomadas de material protegido por copyright, deben ir acompañadas del permiso escrito del Editor y el autor original para poder ser utilizadas.

REVISIÓN Y PUBLICACIÓN

Todos los manuscritos enviados para publicación serán revisados por dos evaluadores del área de referencia del trabajo. El Editor elegirá los evaluadores más apropiados para cada manuscrito. El manuscrito que requiera más de una revisión o que en el plazo superior a dos meses no sea remitido a la revista desde la decisión editorial inicial, se considerará como un nuevo envío.

La revista no realiza cargos por página. Una vez que el trabajo ha sido publicado, se envían 25 copias impresas del mismo al autor. También se proporcionará la versión en PDF del artículo.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

A. Editorial Policy

1. *ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA* is a quarterly journal that publishes basic and applied research on pharmaceutical sciences and related areas.

2. A manuscript is accepted for consideration for publication with the understanding that it has not been published elsewhere (except in abstract form), that it is not concurrently under review elsewhere, that its publication has been approved by all the authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities in the laboratories where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in either the same or another language, without the consent of the Editors and the Publisher.

Responsibility for the accuracy of the material in the manuscript, including bibliographic citations, lies entirely with the authors.

Upon acceptance of an article, authors will be asked to transfer copyright.

The journal publishes articles written in Spanish or English.

3. An original, a copy, and the electronic version on CD of the manuscript should be sent with a cover letter to:

María Teresa Miras Portugal PhD.
Editor, ANALES DE LA REAL
ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA
Real Academia Nacional de Farmacia
C/ Farmacia, 11
28004 Madrid
Spain
Fax: 91 531 03 06

To submit the manuscript electronically as an attachment use the E-mail: edicion@ranf.com. The text and the figures should be submitted in separate files. The accepted formats are: .doc (Word) for the text, and TIFF, JPG or PPT (Power Point) for figures.

4. Types of Manuscript.

The journal will consider and publish the following:

- **REVIEWS:** should be no longer than 4,000 words (excluding abstract, references, title page but including legends to figures and tables) and the reference list need not be exhaustive (no more than 40). While most reviews are invited by the Editors, authors interested in contributing reviews are requested to first contact the Editor.
- **ORIGINAL ARTICLES:** should be no longer than 4,000 words (excluding abstract, title page, and references, but including legends to figures and tables), and include no more than 40 references.
- **RAPID COMMUNICATIONS:** brief, definitive reports. The manuscript should be identified as such in the cover letter. The length should no longer than 2,500 words including references (no more than 10) and with a maximum of three figures/tables.
- **LETTERS TO THE EDITOR:** should be no longer than 1,000 words and include no more than three bibliographic references. Letters should focus on commenting or enlarge previous published articles, or deal with some aspects of educational or sanitary policy and pharmaceutical sciences.
- **ACADEMIC INFORMATION:** this section will inform about different courses, scientific sessions and others events that the journal deem appropriate.

B. Manuscript Organization

All elements of a manuscript should be double-spaced, and all pages must be numbered in the upper right corner, starting with the title page. Manuscripts describing original research should contain, in this order, the following elements:

1. TITLE PAGE

Title

It must be in Spanish and in English. No more than 100 characters, not including spaces between words.

Author Names

The full names of all authors and their institutional affiliation. In a multi-authored work involving more than a single institution, indicate individual affiliation by means of a superscript Arabic number.

Keywords

Five keywords (in Spanish and in English) that do not appear in the title itself.

Contact Information

Name, address, telephone number, fax number, and e-mail address for author to whom proofs should be sent.

List of Abbreviations

Include the expansions and list in the order of their mention in the paper.

2. ABSTRACT PAGE

Should contain the summary in both Spanish and English. Write as continuous text organized as background and rationale for the study, main results, and conclusions. Do not exceed 250 words.

3. MANUSCRIPT SECTION

• INTRODUCTION

Provide the minimum background information that will orient the general reader.

• MATERIAL AND METHODS (EXPERIMENTAL PROCEDURES)

Provide a level of detail such that another investigator could repeat the work; for methods that are used without significant modification,

citation of the original work will suffice.

Human Subjects

For reports of research using human subjects, provide assurance that (a) informed consent in writing was obtained from each patient and (b) the study protocol conformed to the ethical guidelines of the 1975 Declaration of Helsinki as reflected in a priori approval by the appropriate institutional review committee. Refer to individual patients by number, not by initials.

Animal Experimentation

In studies involving animal experimentation, provide assurance that all animals received humane care according to the criteria outlined in the «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» prepared by the National Academy of Sciences and published by the National Institutes of Health (NIH publication 86-23 revised 1985).

Manufacturers

Include the names and locations (city and state or country) of manufacturers when mentioning proprietary drugs, tools, instruments, software, etc.

• RESULTS

Present the major findings of the study in graphic form if practicable. Do not illustrate minor details if their message is conveyed adequately by simple descriptive text. Mention all tables and figures.

• DISCUSSION

In the discussion, concisely present the implications of the new findings for the field as a whole, minimizing reiteration of the results, avoiding repetition of material in the introduction, and keeping a close focus on the specific topic of the paper.

• ACKNOWLEDGMENT

Acknowledge personal assistance and providers of special reagents. Grant and other financial support should be listed in this section.

• REFERENCES

These should be numbered in parentheses on the line, e.g. (7), or (11-13,17), in order of citation in the text. The list of references will be printed at the end of the paper. Articles may only be cited as «in press» if a copy of the acceptance notice is supplied at the time of submission. References should include the title of the article and be cited as follows:

Examples of journals (1) (2) and books (3) (4):

- (1) MacKINNON, R. (2003) Potassium channels. *FEBS Lett.* 555: 62-65.
- (2) NIXON, J. E.; WANG, A.; MORRISON, H. G.; McARTHUR, A. G.; SOGIN, M. L.; LOFTUS, B. J. & SAMUELSON, J. (2002) A splicesomal intron in *Giardia lamblia*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: 422-431.
- (3) LANGER, T. & NEUPERT, W. (1994) Chaperoning mitochondrial biogenesis. in: *The Biology of Heat Shock Proteins and Molecular Chaperones* (Morimoto, R. I., Tissieres, A. and Georgopoulos, C., Eds.), pp. 53-83. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Plainview, NY.
- (4) FELDMANN, H. (2004) Forty years of FEBS. Blackwell Publishing Ltd. Oxford.

• TABLES

Prepare tables on individual sheets of paper, double-spaced, and numbered consecutively with Arabic numerals in the order of their appearance in the text. Do not duplicate material presented in a figure.

• FIGURE LEGENDS

Number with Arabic numerals in the order mentioned in the text. Provide a title (this should not appear on the figure itself) and sufficient explanation to render the figure intelligible without reference to the text. Explain all abbreviations and symbols. Type figure legends consecutively on a separate sheet of paper.

• FIGURES

The Journal requires *one* set of figures. Mark the back of each figure in pencil with the figure number, its orientation, and the name of the first author.

Black and White

B/W figures are encouraged. Provide clean laser prints of black and white drawings and high-contrast glossy 18-cm-wide photographs of all halftone figures, e.g., photomicrographs, gels, etc.

Colour

Provide glossy prints in which lettering and symbols are clearly visible against the background. The Editor and the Editorial Committee will select the colour figures to be published.

As for the printed figures they should be contrasted, without colour background, and with possibility to appear in black and white in the printed version.

As indicated, if submission is carried out via e-mail, no printed figures are required.

PERMISSIONS

Direct quotations, tables, or illustrations taken from copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the publisher and the original author.

Las figuras en color deben tener un alto contraste, sin fondo coloreado y con la posibilidad de aparecer en blanco y negro en la versión impresa de la revista.

Como se indicó previamente, si el envío del manuscrito se realiza vía e-mail, no es necesario mandar el juego completo de figuras impreso en papel.

PERMISOS

Citaciones directas, tablas o ilustraciones tomadas de material protegido por copyright, deben ir acompañadas del permiso escrito del Editor y el autor original para poder ser utilizadas.

REVISIÓN Y PUBLICACIÓN

Todos los manuscritos enviados para publicación serán revisados por dos evaluadores del área de referencia del trabajo. El Editor elegirá los evaluadores más apropiados para cada manuscrito. El manuscrito que requiera más de una revisión o que en el plazo superior a dos meses no sea remitido a la revista desde la decisión editorial inicial, se considerará como un nuevo envío.

La revista no realiza cargos por página. Una vez que el trabajo ha sido publicado, se envían 25 copias impresas del mismo al autor. También se proporcionará la versión en PDF del artículo.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

www.ranf.com