

Microorganismos de las aguas y en particular de las Minero-Medicinales

Margarita ROMERO MARTIN*

RESUMEN

Se relaciona la flora bacteriana más frecuente en las aguas naturales y, en especial, la saprofítica de las aguas naturales y, en especial, la saprofítica de las aguas minero-medicinales, agrupándola en clorofíceas, cianofíceas y diatomeas, así como la específica de determinadas aguas minerales, entre ellas las sulfobacterias, ferrobacterias, manganobacterias, etc. Se considera la posibilidad de posibles interferencias en el crecimiento de gérmenes patógenos por el desarrollo de la flora autótrofa.

RÉSUMÉ

On met en relation la flore bacterienne courant dans les eaux naturelles et surtout spécialement, la flore saprophytique des eaux minérales, en les classant en chlorophycées, cyanophycées et diatomées, et aussi la flore spécifique des certains eaux minérales, telles que les sulfobacteries, ferrobacteries, manganobacteries, etc. On considère le fait des possibles interférences de la flore autothoppe sur la croissance des germes pathogènes.

SUMMARY

The most frequently bacterial flora in natural waters, specially in minero-medicinal ones is considered, clustering them in chlorophyceae, cyanophyceae and diatomeae, as well as the specific flora in some special mineral waters, between them we can mentionned sulfobacteria, ironbacteria, manganobacteria, etc. The possible interferences in pathogenic germs growing by the development of autotrophic flora is also considered.

HIPOCRATES, cinco siglos antes de nuestra Era destacó la importancia de las aguas de bebida en la propagación de ciertas enfermedades, llegando a recomendar que, en determinadas épocas del año, se hirvieran o se utilizaran en forma

de infusiones aromáticas. Naturalmente tan genial interpretación no tuvo confirmación definitiva hasta el descubrimiento de la contaminación bacteriana, si bien ya en la primera mitad del siglo XIX y con motivo de las epidemias de cólera, el inglés John SNOW demostró, de manera categórica, una clara relación entre el agua de bebida y la propagación de este proceso. Es también importante recordar que LEEUWENHOEK, dos siglos antes, describió unos seres pequeñísimos en el «agua de lluvia», gracias a la utilización de ciertas combinaciones de lentes.

A partir de estas geniales aportaciones, son muy numerosos los estudios sobre la flora y técnicas de saneamiento y de control, de las aguas de consumo; habiendo prácticamente desaparecido el riesgo de transmisión de enfermedades por este medio. La importancia sanitaria de estas investigaciones ha sido extraordinaria y tanto para las aguas de bebida ordinaria como para las aguas mineromedicinales, minerales naturales, etc. En efecto, las aguas naturales nunca son estériles en sentido estricto; pero también es evidente que no deben estar contaminadas por gérmenes patógenos ni tampoco por los que se consideran indicadores de contaminación fecal, tales como coliformes, estreptococos, clostridium, etc., siendo la situación muy diferente en cuanto a la presencia de la considerada flora banal. Esta flora no es nunca patógena y la ingestión de la misma con las aguas de bebida no producen trastornos de ningún tipo. Pero aún admittida tan favorable circunstancia, no debemos silenciar que la presencia de una abundante flora banal en las aguas, indica claramente que la surgencia de las mismas es defectuosa o mal protegida.

Esta consideración ofrece el mayor interés en el caso de las aguas de bebida envasadas, en las que ciertamente las determinaciones cuantitativas de la flora banal es poco significativa, puesto que los gérmenes proliferan siempre, siguiendo una curva bien conocida, con fase de

* Especialista en Hidrología.
Prof.ª en Cát. Medicina Preventiva. Un. Complutense.

MICROORGANISMOS PATOGENOS		MICROORGANISMOS SAPROFITOS	
VIRUS	Hepatitis A Poliovirus y otros enterovirus Conjuntivitis de las piscinas	BACTERIAS:	
BACTERIAS	S. Typhi y Paratyphi Shighella V. Cholerae Leptospira E. Coli Brucella Legionella	Micrococcus	Ochroleucus Rosaceus Agilis Aurantiacus Versicolor Viridis Fuscus Cinabereus
HONGOS	C. Albicans	Bacillus	Subtilis Rojo de Kiel Nijer Prodigosus Mesentericus Ruber Coeruleus Eritrosporus
PROTOZOOS	Ameba H. Giardia L. Balantidium C.		
HELMINTOS	Tenia Equinococus Ascaris L. Tricocéfalos Anquilostomas		

Tabla I

Tabla II

ascenso, acmé y descenso que, además, se repite con cierto ritmo o cadencia. Así, pues, se puede concluir que las determinaciones de flora banal en las aguas envasadas, es poco importante; pero, en cambio, puede ser trascendente en el punto de captación o de emergencia de estas aguas.

En general y según ya hemos señalado, las aguas naturales no son estériles y las minero-medicinales o minerales naturales no son excepción; pero precisamente las aguas minero-medicinales por su mineralización, temperatura, radiactividad, etc., pueden hacer más difícil el desarrollo de determinados gérmenes, patógenos o

MICROORGANISMOS SAPROFITOS DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES			
Clase	Orden	Familia	Género
Algobacterias Verdes o Clorofíceas	Volvocales	Clamidomonadáceas Volvocáceas Caronáceas Espondilomoráceas	
	Clorococales	Hidrodictiáceas Cocistáceas Clorococáceas	
	Ulotricales	Ulotricáceas Cilindrocapsáceas Microsporáceas	
	Quetoforales Sifonales Sifonocladales Conjugatae... .. Conjugales... ..	Desmidiáceas	Closterium
Algas Azules o Cianofíceas	Crococales... ..	Gloeocapsa Synechocystis Merismopedia... ..	Microcistis Polycistis Elegans Punctata Anabaena Nostoc Nodularia
	Nostocales... ..	Oscilatoriáceas Nostocáceas	Cyclotella Tabellaria Diatoma Fragilaria Cocconeis Pinnularia Cymbella Bacilaria
Diatomeas o Bacilariofitos		

Tabla III

banales, así como facilitar el crecimiento de floras tributarias en mayor o menor medida, de factores integrantes de tales aguas, produciéndose así un predominio de las llamadas floras autótrofas que, a su vez, pueden dificultar la proliferación de otros gérmenes.

Los estudios de TOPLEY y WILSON y otros investigadores, han permitido aislar los microorganismos que patógenos o banales, se desarrollan en las aguas ordinarias. Las tablas I y II recogen los más destacados:

Las técnicas para el estudio de la presencia de gérmenes patógenos en el agua están perfectamente sistematizadas, pero no ocurre lo mismo con la flora saprofita que no siempre es fácilmente determinable. Las aguas minero-medicinales suelen poseer una flora saprofítica muy variada, condicionada por la mineralización y características de las mismas. CAMARA NIÑO ha podido aislar 180 especies distintas, en las aguas de tan sólo doce manantiales.

Estas consideraciones y datos tomados de los Profs. ARMIJO y SAN MARTIN, nos han llevado a tratar de sistematizar la flora saprofítica que con más frecuencia se encuentra en las aguas minero-medicinales, en la adjunta tabla III.

Como datos interesantes de esta flora destacaremos que la clase *Algobacterias verdes* o CLOROFICEAS, consideradas según los autores como algas o como protozoos, comprende unos 350 géneros y más de 8.000 especies, entre las que figuran organismos flagelados, aflagelados, filamentosos, etc.; son abundantes en las aguas de escasa mineralización, pero no son exclusivas de estas aguas. Las *Algas azules* o CIANOFICEAS, de las que se han descrito más de 150 géneros y más de 1.500 especies, abundan también en las aguas dulces y, de forma destacada en las formaciones pantanosas y fangos de las aguas minerales, presentándose en pequeñas colonias muy coloreadas o en asociaciones filamentosas, según órdenes y géneros. Finalmente, las DIATOMEAS o *Bacilariofitos* que integran una

FLORA MICROBIANA ESPECIFICA DE CIERTAS AGUAS MINEROMEDICINALES				
Clase	Orden	Familia	Género	
Sulfobacterias... ..	Beggiatoales	Beggiatoáceas	Beggiatoa-Mirabilis Thiotrix Annulata Nivea	
		Achromatiáceas	Achromatium	
	Pseudomonales.. ...	Thiorhodáceas... ..	Thiospirillum Thiocystis Lamprocystis Thiopolyccoccus Thiopedia	
		Athiorhodáceas.. ...	Rhodospirillum Rhodopseudomonas Rhodomicrobium	
	Ferrobacterias... ..	Clamidobacteriales.. ...	Chlorobacteriáceas	
			Clamidobacteriáceas...	Sphaerotilus Cladothrix Leptothrix
Crenotricáceas.. ...			Crenothrix	
Manganobacterias... ..	Galionellabacteriales...	Siderocapsáceas	Siderocapsa Sideromonas	
	Clamidobacteriales (citadas up supra)	Galionelláceas	Galionella	

Tabla IV

sola clase con cerca de 5.000 especies, suelen ser algas unicelulares o con escasa asociación, casi inmóviles y superficiales; sus caparzones acumulados en los fondos de los medios hídricos constituye un material poroso, ligero y con gran capacidad absorbente, denominado «Barro de diatomeas».

Nos parece de gran importancia el destacar las algas que en forma aislada o agrupadas en colonias o cenobios, viven en las aguas en clara dependencia de los componentes de éstas. Talle son: las sulfobacterias, ferrobacterias, manganobacterias, etc. En la tabla IV se sistematizan las más características, siendo peculiaridades de las mismas las siguientes:

Las SULFOBACTERIAS son esquizomicetos filamentosos, no ramificados, desprovistos de cilios pero móviles por reptación y casi siempre pluricelulares. En el seno de las aguas sulfuradas oxidan las distintas combinaciones del hidrógeno con el azufre libre, que fijan en su protoplasma para atender a su trofismo y poder oxigenarse para formar sulfuros, sulfitos, etc. Esta capacidad ha sido equiparada por PRINSHEIM con lo fotosíntesis clorofílica, toda vez que ambas interviene el CO_2 y precisan de un donante de hidrógeno que en las sulfobacterias es el SH_2 y en la clorofila el H_2O .

Las diferencias que presentan las distintas familias de estas Sulfobacterias no son muy notables, pero cabe mencionar que las Thiorradáceas muestran un color púrpúreo, acumulan el azufre en forma de glóbulos a nivel intracelular y utilizan hidrógeno para la fotosíntesis, encontrándose elementos de los diferentes géneros en grandes cantidades en las aguas sulfúreas. Las Athiorrodáceas son bacterias pardas o rosáceas que no acumulan el azufre, pero poseen pigmentos fotosintéticos y utilizan hidrógeno de procedencia orgánica. Las Chlorobacteriáceas, última familia de esta clase, son bacterias coloreadas en verde, que utilizan el SH_2 como fuente de hidrógeno y acumulan el azufre fuera de la célula.

Las sulfobacterias, consideradas como conjunto, se encuentran de forma abundante en las aguas pantanosas y sulfúreas y, por haberse aislado en grandes proporciones en las aguas de Barèges (Hautes-Pyrenees), LONGCHAMP propuso denominar a esta clase de bacterias «barègine».

Las FERROBACTERIAS, constituyen una flora que puede encontrarse en las aguas ferruginosas, pero que asimismo es posible aislarla en aguas que no se caracterizan por su contenido en hierro (MARGALEF) y, además puede no aparecer en aguas claramente ferruginosas si contienen sales de cobre, interfiriéndose también su desarrollo si no se mantienen determinadas condiciones de temperatura y luminosidad. Las distintas familias y géneros que integran este grupo se comportan como saprofitas autótrofas facultativas, y algunas como las Siderocapsáceas forman masas gelatinosas impregnadas de hidróxido de hierro y de magnesio.

Las MANGANOBACTERIAS, constituyen un grupo de bacterias de vida acuática que experimentan un desarrollo más perfecto en presencia del manganeso, tal es el caso de las Galioneláceas, e incluso de las Clamidobacteriáceas agrupadas también entre las ferrobacterias antes citadas.

En cuanto al contenido salino de las aguas, se admite que dificulta el desarrollo de flora, de aquí que en las aguas «fuertemente», cloruradas o sulfatadas, no es fácil el crecimiento de una flora abundante, que caso de aparecer ofrece peculiaridades que permiten agruparla bajo la denominación de flora HALOFITA, perteneciendo a la misma las algas de la clase Charophyceae cuyos géneros Chara Intermedia, Chara Foetida, Tolypella y Nitellopsis crecen en las aguas duras, calizas o salinas y forman lo que vulgarmente se llama «asprela, borlas o madejas de agua».

Prescindiendo de la mineralización y condicionada por la temperatura del agua, surge la denominada flora TERMOFILA que se encuentra en aguas con temperatura superior a 40°C , en la que no sobreviven las especies ordinarias de las aguas superficiales. Según MIQUEL, las Diatomeas y las Algas Verdes toleran perfectamente temperaturas de hasta 35°C , pero son pocas las que soportan 40°C , muriendo todas por encima de 50°C . Sin embargo se encuentran en la literatura citas de algunas especies que pueden vivir en medios hídricos de elevadas temperaturas, lo que hace suponer que las aguas hipertermales ofrecen condiciones muy peculiares. con todo, se admite que los límites de vida para las bacterias se encuentran entre los 90°C - 92°C y para las Algas Cianofíceas en 74°C , algunas especies como Mastigocladus goza de un amplio margen de acomodación, ya que vive entre 19°C y 52°C (LOWENSTEIN), los Leptothrix que electivamente se desarrollan de 47°C a 50°C , también se encuentran en aguas frías y ocurre lo mismo con ciertas Oscilatoriáceas.

Expuestas las consideraciones precedentes, parece conveniente hacer referencia al valor o trascendencia de la flora de las aguas minero-medicinales, empezando por destacar que los microorganismo que la constituyen, suponen un conjunto vivo en intercambio permanente con el medio, del que se benefician y al que, en mayor o menor grado, modifican por captación de elementos minerales, variaciones del pH, cambios en el rH, intervención en procesos de oxidación-reducción, aportación de restos o residuos... etc., pudiendo determinar influencias diversas en la acción terapéutica de las aguas o de sus sedimentos, desde mejorar sus efectos hasta hacérselos perder, como consecuencia de procesos desnaturalizadores. Esto es tanto como admitir que pueden modificar el normal equilibrio de estas aguas y como consecuencia su acción terapéutica. Precisamente tales posibilidades justifican que la flora de las aguas haya sido denominada por GIARD «fleau des eaux», por ZOPF «Wassercalamität», por DE VRIES «die Pest des Wasserleitungen», etc.; pero por otra parte, otros autores como el Prof. NINARD, de-

fienden que la flora de las aguas, autótrofa y banal, es favorable desde el punto de vista terapéutico.

Establecidas todas estas generalidades acerca de la flora de las aguas mineromedicinales, parece indudable que la flora banal no es importante en cuanto a la acción terapéutica de las aguas; pero sí es de considerar la posible influencia que el crecimiento de microorganismos autótrofos pueda tener sobre la presencia y supervivencia de gérmenes patógenos, en el mismo medio. En las aguas minero-medicinales, la peculiar mineralización, la concentración salina, el pH, el rH, la temperatura, la radiactividad, la flora autótrofa saprofítica, etc., pueden ser factores capaces de evitar o al menos dificultar el desarrollo de flora patógena. Quizá ésta pudiera ser la explicación de la rara y hasta pudiéramos decir excepcional, transmisión de enfermedades por el medio hidrotermal, en sus más diversas técnicas de aplicación.

BIBLIOGRAFIA

ARMIJO VALENZUELA, M. (1968). «Aguas minero-medicinales, características principales, flora y fauna», en *Compendio de Hidrología Médica*. Editorial Científico-Médica. Barcelona.

BROOCK, T. D. (1973) «El microorganismo y su ambiente», en *Biología de los microorganismos*. Ediciones Omega. Barcelona.

CAMARA NIÑO, F. (1948) «Estudios sobre flora de las aguas minerales». *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, tomo IX.

GONZALEZ FUSTE et al. «El agua como alimento y elemento imprescindible de la vida rural y urbana». En *Medicina Preventiva y Social, Higiene y Sanidad Ambiental*, tomo I, VII edición. Amaro Ediciones y Publicaciones. Madrid.

NEEDHAM, J. G. y NEEDHAM, P. R. (1978) *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Editorial Reverté, S. A. Barcelona.

NINARD, B. (1973) *Microbiología propia y añadida de las aguas susceptibles de ser envasadas*. Conferencia Plenaria Primeras Jornadas de Calidad de las aguas mineromedicinales. Madrid.

PIEDROLA ANGULO, G. et al. «El agua como vehículo de infecciones virales, bacterianas y parasitarias». En *Medicina Preventiva y Social, Higiene y Sanidad Ambiental*, tomo I, VII edición. Amaro Ediciones y Publicaciones. Madrid.

SANCHIS BAYARRI, V. (1952) «El agua desde el punto de vista de la Higiene». En *Tratado de Higiene y Sanidad*. Editorial Saber. Valencia.

SAN MARTIN, H. (1981) «Saneamiento». En *Salud y Enfermedad*, IV edición. Editorial La Prensa Médica Mexicana. Méjico.

TOPLEL, W. W. C. y WILSON, G. S. «Factores que determinan las bacterias en el agua». En *Bacteriología e Inmunidad*. Salvat Editores. Barcelona.

VERONESI, R. (1971) *Enfermedades Infecciosas y Parasitarias*. Editorial «El Ateneo». Buenos Aires.

Balneario

San Juan de la Font Santa

(a 45 km. de Palma de Mallorca)

Procesos reumáticos crónicos y afecciones cutáneas

Balneoterapia con agua termal en constante renovación

Sol Mediterráneo - excelentes playas cercanas

Dirección: Sr. Morell - Teléf. (971) 65 50 16