

Estudios sobre flora de las aguas minerales

por

FERNANDO CAMARA NIÑO

PREAMBULO

Esta Memoria es una contribución al conocimiento de la flora de las aguas minerales bajo distintos aspectos científicos que no han sido tratados y de aplicación médica, pues hemos procurado deducir de las observaciones la modificación que opera la flora con su metabolismo en la composición de las aguas y consecuencias sobre los efectos en el organismo humano.

Nuestras observaciones comenzaron por manantiales de agua potable y minerales incontrolados de distinta composición y con flora íntegra para establecer comparaciones. Luego dirigí el estudio a comprobar si la composición química y las cualidades físicas distintas de estas aguas influían en la composición química de las plantas y en la estructura.

Después de esta primera etapa visité algunos Balnearios de distintos tipos, verificando observaciones y reuniendo datos y muestras de la flora.

Dada la amplitud y los distintos campos a que se refieren estos estudios, he verificado trabajos en la Facultad de Ciencias de Zaragoza, Jardín Botánico de Madrid y Laboratorio de Hidrología Médica de la Universidad Central.

Dividiré la exposición en dos partes: una general, y otra especial.

En la primera, a base de observaciones, procuramos aclarar los conceptos de flora, peloides y materia orgánica. Después se exponen consideraciones sobre la flora, en relación con los factores de las aguas y se da orientación para estos estudios.

La parte especial se refiere, en distintos apartados, a estudios de Laboratorio sobre bioquímica y modificación estructural y a las floras de los Balnearios y aguas minerales incontroladas.

He de manifestar mi reconocimiento, ante todo, al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, por haberme concedido una beca para el estudio de la microflora; al doctor San Román, catedrático de Hidrología médica de la Universidad Central, por su orientación y datos facilitados; al doctor Tomeo, catedrático de Química técnica de Zaragoza, en cuyo laboratorio verifiqué varios análisis; a los doctores Albareda y Caballero, por las facilidades de ellos recibidas, y especialmente al doctor González Guerrero, jefe de la Sección de Ficología del Jardín Botánico, de cuya ayuda quedo profundamente reconocido.

Asimismo a todos mis colegas médicos de baños, botánicos y de estudios afines y propietarios de establecimientos minero-medicinales, por todos los datos y atenciones que de ellos he recibido.

Las aguas minero-medicinales donde hemos verificado observaciones son las siguientes:

BALNEARIOS	Altitud	Residuo seco	Composición por litro	Temp.	CLASIFICACION
Paracuellos de Jiloca (Zaragoza)	569	14,595	SH ₂ = 11,2 cc. Cl Na = 7,76	15°	Clor. sódica, sulfurosa, hipertón.
Grávalos (Logroño)	340	1,916	SH ₂ = 120 cc.	16°	Sulfurado cálcica
Cucho (Burgos)	600	1,966	SH ₂ = 76,6 cc.	15°	Sulfurado cálcica
Fitero nuevo y viejo (Navarra)	223	4,6	Cl Na = 2,38 SO ₄ Ca = 1,49 Cl Na = 2,76	47,6°	Clorurado sódico hipertermal
Alceda (Santander)	160	5,89	SH ₂ = 7,44 cc. Cl Na = 5,53	26-27°	Clorurado sód. sulfurosa
Cestona (Guipúzcoa)	60	8,212	SO ₄ Ca = 1,55 (CO ₃ H) Ca = 1,49	27°	Clor. sulfatada
Alhama de Aragón	660	0,841	CO ₂ = 16,9 cc.	34°	Bicarbonato cálc. termal.
Morgovejo (León)	1100	0,312	CO ₃ H Na = 0,171	11°	Oligomet. sulfhidrida
Caldas de Nocedo (León) ..	1060	0,132	(CO ₃ H) ₂ Ca = 0,016	29°	Oligomet. bicarbonatada
AGUAS LIBRES					
La Junquera (Zaragoza)	210	3,15	Ca = 0,481 gr. Cl = 0,274 gr. SO ₄ = 0,537 gr.	13-16°	Sulfatado cálcica
El Torco (Logroño, Galilea) ..	500	3,835		13°	Sulfatado cálcica
San Martín (Logroño)	380	7,64		14°	Sul. mixta y sulfhidrida
Monasterio de Piedra (Zaragoza)	780			14°	Sulfatado cálcica

CONCEPTO DE FLORA HIDROMINERAL

Como dijo San Agustín que conviene empezar por el principio, vamos a precisar este concepto.

Entendémos por flora hidromineral el conjunto de especies—macro o microscópicas—que habitan en el agua, bien sea en suspensión o en relación con el fondo.

En general, de los tratados de Hidrología médica parece desprenderse que esta flora sólo está integrada por las especies peculiares de Bacterias y Cianofíceas, que se presentan en las aguas de características más destacadas: hipertermales, sulfurosas y ferruginosas.

Estas características hidrominerales y además la sulfatación, en grados muy acusados, impiden el desenvolvimiento de la flora común de agua dulce y, en cambio, sustentan algunos microorganismos para los cuales son necesarias (sulfobacterias, bacterias termófilas, ferrificantes y especies euhalinas), de manera que tienen una flora restringida y peculiar.

Pero la gama de aguas minerales es muy amplia, con términos incluso próximos a las aguas dulces, y teniendo en cuenta toda clase de manantiales, los hay en que se encuentran especies ligadas a la existencia de un elemento mineral, mas un conjunto de acuáticas comunes de distintos tipos; y también hay muchas aguas mineromedicinales oligometálicas y de otros grupos con floras comunes a las de aguas dulces (que también presentan su gama de composición).

En estos casos en que se presentan las especies en asociaciones complejas resulta artificiosa una separación, y por flora del líquido mineral, que es todo un complejo, hay que entender todo el conjunto de especies, tanto las indicadoras del dominio de un elemento (calcófilas, siderófilas, etc.), como las acomodadas. Análogamente a como entendemos por flora de una región no sólo a sus endemismos, sino a todas las especies que viven en ella espontáneamente, muchas de ellas comunes.

La amplitud de flora es variable según las condiciones hidrográficas y fisico-químicas. La más amplia es la de las aguas incontroladas en estado completamente natural. En los Balnearios, en general, es muy restringida. Sin embargo, hay desagües y de-

pósitos de estas aguas, incluso con especies vasculares. Así, en el Lago del Espejo, del Monasterio de Piedra, donde llenaban el vaso los agüistas, hay una vegetación exuberante de Fanerógamas y Briofitas sumergidas, y el lago del Balneario de Alhama también tiene macroflora.

Y no se crea que esta macroflora sumergida carece de interés y de valor terapéutico. En primer lugar, modifica el agua al desprender oxígeno y calor, además de otras sustancias, incluso sulfhídrico, y haberse comprobado propiedades antibióticas para algunas especies (luego nos ocuparemos de las caráceas). Incluso en el aspecto quimiosintético, aunque no pueda dar mi opinión definitiva, al ver caráceas y fanerógamas sumergidas incrustadas de sulfatos (fuente de San Martín y otras), he pensado que estos procesos pudieran no estar circunscritos a las bacterias, como se supone en la actualidad.

Otro concepto, todavía más restringido, es el considerar como flora del agua sólo la microflora que lleva en suspensión y no la que se encuentra sobre el substrato del fondo o las paredes.

La separación entre flora flotante y sedimentada, para pequeñas masas de agua, es artificiosa; las formas del Plankton se encuentran asimismo sobre el substrato, y muchas son células desprendidas de las especies fijas. La flora, en general, busca substrato sólido, y en éste es donde debe investigarse.

Así, en los Balnearios, de los grifos hemos tomado muestra del raspado interior; en los depósitos, del fondo o de la pared; en las conducciones, lo mismo, etc. Claro está que al mismo tiempo con agua, además que todas las muestras de limo o sedimento van impregnadas.

Sin embargo, aunque así puede observarse la totalidad, desde el punto de vista de la aplicación terapéutica, al exterior o al interior, interesa particularmente la flora restringida que arrastra el agua en suspensión

Aun en las aguas donde se originan precipitados, que no son todas ni mucho menos, es una diferencia radical la que se observa en masa y número de especies entre el líquido y las paredes. Las aguas minerales embotelladas son diáfanas, aun las de aguas sulfurosas blanqueantes, y donde se ve mejor es en los manantiales; por ejemplo, en el de Alceda apenas se distinguen copillos

dispersos en medio del agua y, en cambio, se agrupan formando masas en el fondo y las paredes.

De todas maneras, aunque la flora sea fija y tienda a sedimentarse, no cabe duda que ejerce influencia sobre la composición del agua y sobre el organismo que la recibe; así, los *Streptomyces* y otras bacterias difunden productos que pueden dar razón de que el efecto eutéptico de las aguas alcalinas sea ventajoso con relación al de otros preparados; análogamente, las ferrobacterias que probablemente potencian los iones ferrosos y las sulfobacterias que verifican un ciclo orgánico con el azufre.

Toda la flora la consideramos como un conjunto vivo en intercambio con el medio, del que se beneficia y al que modifica (captación de elementos, oxidorreducciones, variación del pH, emisión de sustancias), lo cual tiene interés en Hidrología médica por que explica algunos efectos de las aguas y los lodos.

MATERIA ORGANICA

Es una denominación que flota en la terminología hidrológica de manera imprecisa, pues en algunos casos se refiere sólo a materia soluble o amorfa; y en otros, engloba organismos.

Los análisis acusan materia orgánica en distintas proporciones, según las aguas y, sobre todo, si se opera con agua natural o después de una filtración minuciosa. Claro está que en Hidrología médica interesa el análisis del agua natural, tal como se administra, sin filtración, pero en este caso tienen que resultar englobados organismos o células desprendidas de organismos, es decir, flora flotante.

En los análisis, al operar sobre el residuo seco, en el que ya se ha destruido la vitalidad, no se puede diferenciar la fracción de materia orgánica vitalizada, es decir, la que integra los organismos, sino que se expresa globalmente.

La proporción es variable, y siendo las sulfurosas las que acusan mayor cantidad, a ellas vamos a referirnos en las observaciones siguientes.

Los hidrólogos franceses consideran como materia orgánica las suspensiones de baregina, aunque saben que en esta materia al microscopio se ven fieltros de begiaotáceas.

En nuestras aguas, análogamente se denominan materias orgánicas (déscontando las solubles) a complejos en que van englobadas bacterias y cianofíceas.

En estos grumillos de las aguas sulfurosas (y también en otras), con lo que ha progresado la técnica se puede diferenciar materia mineral cristalina y amorfa, y organismos, pero con todo persisten masas indefinidas.

Hay esquizofíceas y bacterias con cubiertas que al aglomerarse se empastan, y de protoplasmas poco contrastados, que con mediano aumento parecen materias amorfas no térreas, pero que en inmersión demuestran estar integradas por organismos (véase, por ejemplo, Grávalos).

Estos grumos el siglo pasado se tomarían por materias orgánicas, pero aun actualmente quedan en las preparaciones masas en las que no se pueden definir organismos y que tampoco tienen un aspecto definido mineral. A éstas, provisionalmente, se las puede llamar materias orgánicas no organizadas.

Ya en el siglo pasado Lambán (citado por Durand Fardel) dijo que la materia orgánica debía ser detritus de las sulfurarias, y es una opinión muy razonable, pues todas las bacterias, como todos los organismos, tienen su duración y terminan por destruirse.

Según los estudios de Winogradsky, las Begiatoas mueren en cuanto consumen el SH_2 del medio, y aunque existen otras bacterias que lo regeneran, en lo cual parece existir un orden providencial, no cabe duda que se desintegran liberando azufre.

Estando descartada la contaminación para los manantiales mineromedicinales, los orígenes de la materia orgánica no pueden ser más que tres. En algunos casos, al pasar el agua en su trayecto subterráneo por carbones u otros yacimientos de origen orgánico incompletamente fosilizados, puede lavarlos y arrastrar (este origen geológico ya se considera desde hace tiempo, pero tiene que ser excepcional y no da razón ni de la proporción ni de la constancia de ésta).

La mayor proporción de materia orgánica tiene que ser debida a la destrucción de los organismos que integran la flora, y por eso las aguas sulfurosas, que son las que tienen más flora endógena, son las que acusan más. También son a tener en cuen-

ta los residuos del metabolismo de esta misma flora, aunque la emisión sea insignificante.

En resumen, estamos conformes con el doctor San Román de que la mayor parte de materia orgánica que denotan los análisis son, en realidad, organismos.

Para la terapéutica hidromineral, estas materias tienen gran importancia como factor sedante. Así se da el caso de que en aguas sulfurosas abundantes en materia orgánica, por ejemplo, Grávalos, se benefician los reumatismos poliartriculares subagudos y con manifestaciones cardíacas, sin duda porque aquella atempera el efecto excitante del sulfhídrico. Aguas que por la composición restante parecen contraindicadas para un grupo de afecciones, por la materia orgánica resultan beneficiosas.

LODOS (PELOIDES)

Para hacer algunas comentarios recordaremos primero los conceptos anteriores al último Congreso hidrológico, y después la definición y clasificación acordadas en éste, que se celebró en Dax en octubre de 1949.

Se entienden por lodos las materias untuosas que se presentan en las aguas minerales, bien sea en suspensión, sedimentadas en el fondo o cubriendo como mantos y que se emplean con un fin terapéutico.

La denominación de Peloides fué propuesta en el Congreso de 1927.

Con un criterio hidrogeológico pueden distinguirse en el proceso de formación del sedimento tres orígenes distintos:

1.º Origen mecánico: Partículas arrastradas por el agua, que se depositan al disminuir la corriente en las márgenes y en el fondo. A este grupo pertenecen todos los depósitos arcillosos, limos, fangos volcánicos y, eventualmente, de otros materiales que puede arrastrar el agua de los terrenos que atraviesa.

2.º Origen químico: Precipitación de materias *dissueltas* en el agua, al pasar a insolubles, bien sea por reacción química, por evaporarse el agua o disminuir la temperatura. Ejemplo del primer caso es el carbonato cálcico, procedente de bicarbonato al desprenderse carbónico; del segundo, los depósitos de aguas madres

salinas, y del tercero, la sílice que se acumula en los cráteres de los Geysers (en este caso, en realidad, se combina la evaporación con el descenso de temperatura).

3.º Origen orgánico: Los depósitos formados por el metabolismo de bacterias u otros organismos. Así, las ferrobacterias y las sulfobacterias originan, respectivamente, hidróxido férrico y sulfatos. También se consideran de este origen los depósitos de partículas de las rocas, que en Geología se llaman de origen orgánico (Carbón, Creta, Trípoli, etc.). Claro está que con un criterio riguroso la formación secundaria del sedimento es mecánica.

En Hidrología médica se distinguan: *Lodos termovegetales*, *termominerales* y *termovegetominerales*.

A los primeros no se les debe llamar lodos, sino *masas de algas* o *de vegetales*. Es impropia la denominación de lodo tratándose de organismos, y el aspecto y la consistencia es muy distinta.

Para los efectos terapéuticos hay que distinguir entre estas «masas de algas», porque son distintas, la bioquímica de las algas marinas (empleadas por Laennec) de la Carófitas (de uso popular, como diremos luego) y de las Cianofíceas, por citar tres tipos extremos.

La naturaleza de la flora de los lodos tiene gran importancia para el tratamiento, ya que son distintos metabolismos vegetales los que se verifican en el seno de un barro de diatomeas, de sulfurarias, de ferrobacterias, etc. En este sentido los lodos minerales son de efectos más simples, sobre el organismo humano en el orden bioquímico, que los que sustentan vegetación.

La distinción entre termominerales y termovegetominerales no deja lugar a dudas, pero creemos que se debía suprimir el prefijo y decir *lodos minerales* y *vegetominerales*.

El aplicar la denominación de termales en el extranjero a todas las aguas mineromedicinales da lugar a confusiones. Por ejemplo, en citas botánicas de aguas extranjeras, leemos en el habitat de algunas especies «in thermen», y no sabemos si se refiere a temperatura elevada.

Aunque estos primeros términos están bien establecidos, para detallar más las categorías y uniformar la nomenclatura científicamente, en el Congreso de Dax se acordó la siguiente definición y clasificación:

Definición.—Se designa bajo el nombre genérico de «peloides» productos naturales—consistentes en una mezcla de un agua mineral (comprendida el agua del mar y el agua de lagos salados) con materias orgánicas o inorgánicas resultantes de procesos biológicos o geológicos, o simultáneamente geológicos y biológicos—utilizados con un fin terapéutico bajo la forma de envolturas y baños.

Clasificación Internacional de los peloides (Dax, 1949)

Denominación del Peloides	Origen	AGUA MINERAL			Condiciones de Maduración
		Nat. química	Temperatura		
Lodos (Fanghi) (Muds) (Schalam)	Con predominio inorgánico (mineral)	Sulfurosa Sulfatada Clorurada Bromurada Iodurada	hipertermal homeotermal (36-38°) hipotermal	al grifo	a) in situ (sobre el grifo de las fuentes) b) en la bañera
Limanos	Id.	Agua de mar o de Lago salado	hipotermal en la bañera		in situ
Turbas (Torbe, Peats, Meors)	Con predominio orgánico	Alcalina Carbonatada Ferruginosa Sulfurosa Agua de mar	hipertermal homeotermal hipotermal en la bañera	en el grifo	a) cubierta b) cubierta
Muffa (Mouses Beregines)	Id.	Sulfurosa	hipertermal en el grifo		in situ
Bioglados distintos a las mufas. Algas, etc.	Id.	Aguas minerales distintas a las sulfurosa	hipertermal homeotermal hipotermal	al grifo	Id.
Sapropeli	mixta	Alcalina Ferruginosa Sulfurosa	hipotermal en el baño		Id.
Gyttja	Id.	Agua de mar	Íd.		Id.

Esta es una clasificación muy completa y razonada científicamente, pero para adaptarla a nuestras aguas y a nuestro lenguaje, haré algunos comentarios.

Deben emplearse para las aguas españolas palabras de nuestro léxico que expresan claramente los objetos y los conceptos sin recurrir a voces extranjeras, de las que resulta confusión.

La palabra «péloide» no existe en nuestro idioma, pero caso de que se asimile, por semejanza sugiere la idea de filamentos finísimos en suspensión o de masas desflecadas. No expresa el aspecto de la materia sedimentada o que forma cubiertas untuosas, como la palabra *lodo*, y aun para las pequeñas masas dispersas (en suspensión) de las aguas sulfurosas o ferruginosas, es mucho más gráfica y ajustada la palabra *copo*. Aparte de que la aplicación es de masas reunidas, no de partículas dispersas. Añadimos que al describir estas materias hemos empleado las palabras españolas mas gráficas.

La palabra *lodo*, en el diccionario, es «mezcla de tierra y agua», y sinónimas son las de cieno y limo. El Geología se entiende por limo sedimento arcilloso puro o con mezcla de caliza, sílice u otros compuestos, que no involucren la plasticidad con el agua.

Los depósitos sulfurosos y ferruginosos, intervenidos por bacterias, tienen otra significación y origen, pero con todo, por la untuosidad, no resulta impropia al denominación de *lodos*.

Los de Fitero y otros, científicamente son *precipitados de hidróxido férrico*, pero es más sencilla la expresión de *loda ferruginosa*, y completamente apropiada si hay mezcla con partículas térreas.

Para la materia coposa blanca de los manantiales sulfurosos, pudiera generalizarse la palabra *Alcedina*, con la que designan a la del Balneario de Alceda, donde se produce con mayor abundancia y producción de azufre, análogamente a como ha sucedido en Francia con la Baregina. Estas son voces locales que deben pasar al orden científico, lo mismo que ha sucedido con minerales (Aragonito, Teruelita, etc.). En cambio, *Muffa* para nosotros carece de sentido.

En vez de Limanes debemos decir *limos salinos*, y hay que distinguir de ellos los *depósitos salinos*.

Los sedimentos finamente arenáceos impregnados de sal que

deja al descubierto la baja mar, o los depósitos margosos impregnados de sulfatos de nuestras lagunas esteparias, son propiamente *limos salinos* (clorurados o sulfatados).

Las costras y precipitados de sales de las aguas hiperconcentradas, o que quedan al evaporarse, tienen otra naturaleza, pues ya no se trata de una impregnación de limo y deben llamarse *depósitos salinos*.

Entre estas categorías habrá que distinguir clorurados, sulfatados y mixtos, pues hay de las tres composiciones.

Dentro del primer apartado (lodos o fangos) también habrá que tener en cuenta la composición mineralógica: arcilloso—que no da efervescencia con el ácido—, por ejemplo, Morgovejo; arcilloso margoso, por ejemplo, Arnédillo, etc.

Entre los lodos o peloides no están comprendidas las concreciones de CO_2 , Ca que forman las aguas calizas, por ser materias incrustantes, aunque en algún caso tienen significación terapéutica, como diremos a propósito de la cascada de inhalación del Balneario de Alhama.

LA FLORA SEGUN LA COMPOSICION QUIMICA

Para los efectos de clasificación biológica, las más destacadas son las biocenosis de las aguas sulfurosas, ferruginosas, salinas hipertónicas e hipertermales.

SULFOBACTERIAS.—Se denominan así las bacterias que viven en las aguas sulfurosas asimilando el sulfhídrico.

Pringsheim establece un paralelismo entre esta asimilación y la fotosintética con estas dos reacciones sumarias:



Es de notar que son reacciones hipotéticas, pues no está demostrada la formación del aldehído fórmico. En las plantas verdes el producto que aparece es el almidón, de molécula compleja, y en las sulfobacterias el azufre.

De estas bacterias, las que se conocen mejor en su biología, gracias a los estudios de Hoppe Seyler y Winogradsky, son las *Beggiatoa*. Otros géneros, *Microspira* y *Desulfotribrio*, nombres

puestos por Winogradsky, que después han sufrido dispersión sinónima, parecen tener respecto a las Begiatoas un metabolismo complementario en el ciclo bioquímico del azufre.

Actualmente se admite que las Begiatoáceas asimilan el SH_2 formando azufre como producto transitorio y, por fin, sulfatos con las sales del medio y que las otras formas espiriloides reducen los sulfatos, liberando nuevamente SH_2 .

Estos hechos que exponemos en resumen parecen comprobarse en el examen microscópico de los lodos, pues en las aguas sulfhídricas dominan las begiatoáceas, y en las más sulfatadas y menos sulfhídricas vencen las que llamamos formas espiriloides.

En los lodos sulfurosos hemos visto que unos tricomas de *Beggiatoa* tiene su interior homogéneo y otros granulados, como correspondiendo a distinta fase de asimilación. Respecto a las formas espiriloides, en que no puede definirse el interior, nos ha parecido observar en los grumos de un mismo lodo que donde están más aglomeradas se ve menos microcristalización de sulfatos que donde están más dispersas, como si la presencia de estas bacterias los redujera.

En lo referente al efecto terapéutico, esta flora tiene un gran valor, pues ya no se trata de un lodo y un agua que tenga sulfhídrico y sulfatoiones dispersos, sino en intercambio con organismos que los asimilan y los desprenden, así como también dejan azufre libre, y estos compuestos elaborados por bacterias, como lo comprueba la clínica hidrológica, son más aptos para nuestro organismo que los puramente minerales.

Se nos ocurre la expresión gráfica de que el bañista, al usar la prescripción de estas aguas o lodos con flora quimiosintética, está *en un ambiente de metabolismo orgánico de azufre*.

La proporción y la composición en especies de esta flora, como ya veremos en la parte especial, depende de la del agua.

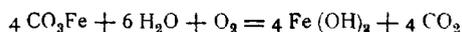
El sulfhídrico es tóxico para la vegetación clorofílica, y, en consecuencia, en estas aguas no suelen presentarse otros tipos de flora más que estas bacterias y algunas Cianofíceas muy próximas en la clasificación.

Sin embargo, depende de la cantidad y de la mineralización restante, y así hay sulfurosas, como las de Alceda en el desagüe, que consienten una flora bastante amplia.

FERROBACTERIAS.—En las aguas que contienen sales de hierro en disolución se presentan unos organismos que las precipitan al estado de hidróxido férrico.

Los más conocidos son: *Leptothrix ochracea*, *L. trichogenes* y *Gallionella ferruginea*. También hay otros organismos siderófilos, Esquizofíceas, Algas verdes, etc., que oxidan los compuestos ferrosos (Vouk, Steinecke) y puede, además, formarse el hidróxido por oxidación directa.

Aunque la biología es menos conocida que la de las sulfobacterias, se admiten que transforman los iones ferrosos en férricos según esta reacción:



Creemos que la bioquímica de estas bacterias tiene gran importancia para los efectos del hierro en el organismo humano al recibir agua en la que se está verificando este ciclo metabólico donde se potencializan iones.

Por lo demás, las especies comunes tienen un margen de acomodación bastante amplio respecto al hierro, y sólo les resultan tóxicas las concentraciones elevadas de este elemento.

Los catedráticos de Botánica doctores Rivas Goday y Bellot, en un trabajo muy completo sobre flora de Sierra Morena, refieren datos de La Aliseda, Balneario de agua bicarbonatado ferruginosa completamente en ruinas y sin flora peculiar. (El doctor Rivas Goday me ha enviado la lista de especies del manantial.)

En un manantial ferruginoso libre de Bronchales (Teruel) y en otro de Nocado (León), he visto que, aparte de los precipitados de hidróxido férrico que engloban ferrobacterias, las especies son como en otras aguas no minerales de la región. También conocemos observaciones de Margalef, de aguas no característicamente ferruginosas que contienen organismos siderófilos.

Hay aguas en las que no se desenvuelve flora, pero es por causas interferentes. Por ejemplo, en Río Tinto, sobre el cual ha verificado un estudio González Guerrero, porque además lleva sulfato de cobre; en la galería de Fitero, por la oscuridad y la temperatura.

SALINIDAD.—Hay distintos grados de proporciones y composi-

ción, debiendo distinguir entre predominio de cloruros y de sulfatos.

En general, en las aguas salinas libres de España (lagunas y arroyos) dominan los sulfatos sobre los cloruros; por este motivo, y, sobre todo, porque la mineralización total es menor que la del mar y por otras condiciones del medio, el hecho es que las especies de mayor masa son distintas y las diferencias de flora manifiestas entre las aguas continentales—incluso salobres—y las marinas.

En los Países Bálticos, por ser menor la salinidad del mar, existe mayor analogía, como se ve en las relaciones de especies de algunos trabajos que citamos en la lista bibliográfica.

La concurrencia de especies en la zona de contacto de agua dulce y marina la ha puesto de manifiesto González Guerrero en la provincia de Cádiz, descubriendo además muchas especies nuevas en estas aguas.

Hay aguas cloruradas en España mucho más salinas que las del mar, pero que precisamente por el exceso de salinidad no consienten el desenvolvimiento de flora.

Otras fuertemente sulfatadas no tienen flora porque están en pozos o depósitos completamente a la oscuridad (Fita Santa Fe, Carabaña), y en estas condiciones no puede desenvolverse. Es probable que al aire libre contuvieran las especies de las lagunas salinas esteparias que han estudiado los botánicos (*Chara*, *Ruppia*, etcétera)

Respecto a las aguas libres se observa, en términos generales, que la flora es tanto más rica en especies y más común con la de aguas dulces, cuanto menor es la salinidad; inversamente, es una flora más pobre y con especies peculiares—halófitas en conjunto—, cuanto más concentradas.

En mi trabajo sobre «Diatomeas de las aguas minerales de Aragón», se destacan estas diferencias, respecto a especies minúsculas. Ahora me referiré sólo a grandes masas.

En Zaragoza, donde las aguas de bebida y riego tienen una proporción a veces notable de cloruros y sulfatos y hay aguas sulfatadas libres, puede observarse la transición de flora dulceacuícola (de aguas duras) a flora mesohalófitas.

En Alfranca, que es una finca extensa donde se ha puesto en

regadío una zona de terreno salino con efflorescencias de sulfato y cloruro sódico, he observado la flora de dos acequias, una de drenaje sulfatado sódica y otra de una agua potable dura que nace en la misma finca, pudiendo establecer esta comparación:

Alfranca (agua dura)	Id. Sulfatado sódica (min. 5 gr. por litro)
Asociación mixta de <i>Potamogeton densus</i> . <i>Chara fetida</i> . <i>Callitriche stagnalis</i> . <i>Nasturtium officinale</i> . <i>Vaucheria</i> sp.	Dominio de <i>Chara intermedia</i> con <i>Potamogeton natans</i> . <i>P. obtusifolius</i> . <i>Vaucheria</i> sp.

Sólo damos la vegetación visible sin detallar la microflora.

Las de la primera columna, excepto la *Chara fetida*, también son de aguas finas.

La *Chara* que encabeza la segunda columna hasta ahora sólo la he visto en aguas salinas. Los *Potamogeton* y *Vaucheria* son más bien de aguas dulces, y aquí acomodados.

Hasta siete gramos de mineralización por litro, como veremos en San Martín, todavía hoy concurrencia de especies comunes con halófitas.

Lo que se nota es una regresión de especies potables a medida que aumenta la salinidad, sustituyéndose por halófitas (*Chara intermedia*, *Ruppia maritima*, *Enteromorpha*, etc.), sin que se conozcan todavía los pH ni las concentraciones óptimas. Aparte de las diferencias específicas, el número de especies en las aguas salinas es mucho menor que en las dulces.

Para ejemplo extractaremos unos datos de un estudio muy detallado de Margalef sobre tres aguas estancadas del bajo Urgel (véase Bibliografía):

	Altitud	Temp ^a	pH	Ca	Cl	SO ₄	Especies
Estanque de Ibars.....	220	13-18°	7	0,050	0,7-0,8	poco	90
Charcas Els Prestams...	200	21°	7,3	0,380	0,38	mas	46
Charca Clot Clacuna....	—	23°	8	0,056	5,9	cantidad	26

Observaciones.—a) Estanque de Ibars. Macroflora densa a base de Carófitas. Microflora de agua potable.

b) Els Prestams. Reducción de flora. Algunas especies dulce-acuícolas y otras basiófilas en relación con el pH. Por la cantidad de calcio los seres son calcófilos.

c) Clot de la Llacuna. Por la abundancia de sales hay pocas especies comunes con agua dulce; las que cita viven también en aguas salobres litorales, aunque son distintas de las marinas.

Como sugerencias sobre el valor terapéutico de la flora salina, recordaremos las *Chara*, vulgarmente asprelas, borlas o madejas de agua, que se encuentran formando vegetación densa en las aguas duras, calizas o salinas.

El doctor Reyes, que fué director del Jardín Botánico, refiere en su monografía de este género, que se atribuye efectos curativos al decúbito sobre ellas, donde quedan al descubierto medio desecadas en la laguna de Daimiel, y realizó experiencias viendo que abonando con estas carófitas se incrementa notablemente el crecimiento de la cebada.

El doctor Caballero, actual director, comprobó con repetidas observaciones que en las aguas estancadas donde se encuentra la *Chara fetida* no viven larvas de mosquitos transmisores del paludismo.

Esta vegetación influye en la pesca, modificándose la calidad y el mismo olor desagradable que desprende la *Chara fetida*, al cual alude su nombre, y la incrustación de carbonato cálcico que se forma sobre ella, indican modificaciones en el agua.

La demostración de la función clorofílica en Biología se hace con plantas acuáticas, por resultar mas fácil. Verifiqué hace años esta práctica con dicha especie, no puedo decir que sea mayor que con otras, pero se nota un desprendimiento activo de oxígeno. Este O_2 es indudable que puede reaccionar con elementos del agua, por ejemplo, verificando la transformación de SH_2 en SO_4 .

Las masas de estas plantas que se observan en las aguas libres, pudiéran conseguirse fácilmente en las subsalinas o calizas controladas, habilitando un estanque cercado (Alhama, Monasterio de Piedra, Alceda), teniendo así disponible un nuevo medio de terapéutica hidrológica.

Estas y otras especies salinas acuáticas, cuyas agrupaciones llaman «salobre» en Aragón, merecen atención terapéutica.

FLORA HIPERTERMAL

Las aguas mesotermales no acusan peculiaridad, como no sea que la temperatura vaya unida a otro factor de los anteriores.

Así, las aguas oligometálicas de Nocedo en el desagüe al río (28°), la Fuente de Valdeteja, incontrolada pero de naturaleza parecida y la del lago de Alhama de Aragón (32°), son de tipo de agua dulce.

Al contrario, la temperatura de las hipertermales resulta incompatible con la mayoría de las especies. Así es pobre la flora que citamos en Fitero y la que dió Caballero de Arnedillo, integradas a base de Cianofíceas.

Cuanto más elevada es la temperatura son menos las especies comunes que pueden acomodarse y, por otra parte, existen especies que tienen su óptimum en grados elevados. Por estos motivos, en las hipertermales de distinta temperatura, suelen hallarse distintas floras. Así, en Dax (citado por Mozota) son distintas las especies a 45 y 50°.

Miquel estableció como resultado de sus estudios experimentales que las Diatomeas y las Algas verdes toleran perfectamente la temperatura de 35°; pocas especies la de 40°, y que a 50° mueren todas.

Sin embargo, en la Bibliografía de aguas naturales se encuentran citas a mayor temperatura:

Loewenstein: *Mastigocladus laminosus*, en Carlsbad, a 49°.

Belloc: Diatomeas, en Islandia de 45 a 60°.

Karlinski y Teich: En Bosnia, a 51-58°.

Ehrenberg: Algas verdes, en Ischia, a 63-65°.

Certes y Garrigou: En Luchón, etc.

Esto nos hace ver que las condiciones físico-químicas de las aguas hipertermales confieren una mayor tolerancia que el calor obtenido artificialmente.

Hay especies acomodables y también bacterias que necesitan temperatura elevada para su desenvolvimiento. Respecto a estos organismos, hasta 70° es posible su vida, y más todavía las esporas.

La vida de las Algas a estas temperaturas parece imposible, y estimamos erróneas algunas citas que se encuentra en la Bibliografía antigua. Es fácil cometer errores si no se mide, como sucede muchas veces, o si se refiere la temperatura de emergencia del manantial a otros sitios donde se recolecta, que ya es más fría el agua.

Aparte de las «bacterias termófilas», existe un margen de acomodación bastante amplio. El *Mastigocladus* que acabamos de citar, según Loewenstein, vive entre 19 y 52°.

El *Leptothrix ochracea* que hemos visto en Fitero a 47°, se encuentra también en limos ferruginosos fríos. Las especies del depósito de Fitero, donde la temperatura baja hasta mesotermal, se encuentran también en aguas subsalinas o ferruginosas más frías. Y asimismo las *Oscillatorias*, que recogió Caballerro en los lodos de Arnedillo a 43°.

Puymuly, en la salida de agua caliente de una central eléctrica, encontró *Phormidium fragile*, especie común a aguas minero-medicinales alcalinas no hipertermales de distintos tipos.

Respecto a las especies comunes, puede pensarse que, realmente, el medio óptimo de algunas sea temperatura más elevada de la normal y, sobre todo, más constante, como sucede en los manantiales. Así, hay especies de Oscilatoriaceas que se encuentran en aguas corrientes, pero que en las termales desenvuelven una vegetación más exuberante.

Arévalo sustentó la opinión, muy razonable, de que la vegetación termal puede ser resto de la primeramente creada, en aquel tiempo del Génesis en que todas las aguas debían tener temperatura elevada. En «la vida en las aguas dulces», escribió: «...encontramos en este medio las formas más sencillas de la vida preparando el terreno a los demás seres que viven en el agua de temperatura corriente y que ellas mismas, con su gran poder de adaptación, han llegado a poblar, pero en las cuales son también las predominantes cuando la temperatura se eleva en el rigor del verano, como hemos visto a propósito de la variación temporal, cualidad que recordaría su naturaleza. Según esto, las formas del agua termal, lejos de representar una adaptación, vivirían en su medio primitivo».

La flora hipertermal, dentro de que es microflora y a veces cir-

cunscrita a condiciones químicas, se encuentra en un desarrollo exuberante, indicando que vive en un ambiente propicio.

En las mésotermiales, que es donde se dan los conjuntos de especies más amplios, sugerimos que la uniformidad de temperatura puede influir en la reproducción de las Algas en el sentido de incrementarse la multiplicación asexual.

El motivo es porque el ciclo biológico de los organismos va ligado al cambio de temperatura durante las estaciones del año. Análogamente a como ocurre en las plantas terrestres con la germinación en primavera, floración, reproducción y paso al estado latente como semilla durante el tiempo desfavorable, sucede en la vida acuática, donde también hay una periodicidad anual relacionada con la variación de la temperatura y el pH, estudiada en particular por Arévalo y Pardo en aguas dulces.

En las aguas estancadas la temperatura disminuye o se eleva ampliamente durante el año y la vegetación algológica se desenvuelve plenamente con el calor (nunca llega en España la temperatura de las aguas estancadas a la de las hipertermiales).

En las hipertermiales se conserva la temperatura y paralelamente el pH durante todo el año, no existiendo motivo para que se intercale un ciclo de vida latente, que, en general, va precedido por la reproducción sexual.

Respecto a modificación del agua por el metabolismo vegetal, indudablemente en estas aguas es más uniforme que en las dulces de temperatura variable.

OTROS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLORA

1.º INFLUENCIA DEL APROVECHAMIENTO.—Hay que tener en cuenta que es distinta un agua libre que un agua captada.

En general, la flora de las aguas mineromedicinales en explotación es reducida aun la de las que reúnen condiciones físico-químicas para su desenvolvimiento, con relación a la que poseería en estado natural.

En muchos sitios a la luz, pilas, bañeras, etc., la limpieza no deja lugar a la fijación, con el consiguiente desenvolvimiento. En los depósitos o pozos donde se recoge el agua del manantial en los balnearios la falta de luz impide que pueda existir vegetación

clorofílica; no hay Algas ni diatomeas, sólo algunas esquizofíceas y bacterias.

En los Balnearios donde el agua en algún trayecto se encuentra a la luz y al aire libre, se nota una gran diferencia con relación a la de las instalaciones cubiertas. Estos sitios, como los depósitos de Fitero, el lago de Alhama, etc., son los adecuados para conocer la amplitud de flora acuática, que en espacio cerrado y a la oscuridad es restringida. Por ejemplo, el agua de la galéria de Fitero, donde recogen los lodos ferruginosos, si estuviera a la luz contendría, además de las ferrobacterias, las otras especies del depósito.

Sólo las aguas de un tipo extremado (como, por ejemplo, la de Paracuellos en el desagüe) al aire libre y a la luz tampoco desenvuelve otra flora que la del manantial.

Los desagües no son adecuados para la investigación, si el agua mineral se mezcla con residuaria o si es la única que se utiliza para todos los servicios, como sucede en algunos balnearios, ya pasado el trayecto de las instalaciones. En estos casos puede encontrarse una flora bacteriana común independiente de la del agua.

Los manantiales naturales sin explotación, de los que hay tantos en España, ofrecen la flora y vegetación menos modificada, pero, en general, el conocimiento de la composición de estas aguas es muy deficiente, porque no han sido analizadas.

2.º MASA DEL AGUA.—Es muy conocido este hecho respecto a las aguas dulces, e influye asimismo en las minerales. En el lago de Alhama o en el lago del Espejo del Monasterio de Piedra, vemos una flora mucho más extensa, con vegetación de fanerógamas, etcétera, que en aguas de pequeño volumen de la misma naturaleza, y lo mismo sucede en otros tipos hidrominerales.

Las especies que enraízan en el fondo y extienden sus hojas por la superficie son distintas, según la profundidad. Así, dentro de un mismo género, el *Ranunculus hederaceus*, pequeño, sólo se encuentra en los arroyuelos, e inversamente, el *Ranunculus fluitans*, de tallos muy largos, en los ríos o acequias caudalosas; lo mismo otras especies.

3.º CORRIENTE DEL AGUA.—En general son distintas las asociaciones de bacterias, algas y hasta plantas superiores en las

aguas de corriente intensa, lenta o detenidas. Por ejemplo, conducción y depósito de Fitero.

4.º NATURALEZA DEL FONDO.—En aguas libres, los fondos limosos, rocosos o de cantarral o piedrecillas, sustentan distintas especies. Así, el lecho de un río podemos verlo invadido de *Chara* y *Potamogeton*, donde el lecho es limoso, desapareciendo en el cantarral. Son conocidas las diferencias en las biocenosis de los arroyos de cuenca silícea insoluble con los que transcurren por terrenos calizos, solubles (esto ya derivado de composición química).

En los Balnearios las paredes de albañilería, y, sobre todo, las pilas, sustentan una flora más pobre que la de los suelos naturales disgregados. En los conductos metálicos casi nula, sobre todo si son de cobre, que no lo toleran ni las bacterias.

5.º COMPETENCIA DE LAS ESPECIES.—También merece recordarse que en las asociaciones acuáticas tiende a invadir una de las especies, y cuando esta vence, sea Carácea, Oscilatoriácea, etc., impide el desarrollo de las demás.

En particular, las caráceas creemos que ejercen una acción antibiótica, por haber notado mayor pobreza de flora en los sitios donde dominan éstas que en los invadidos por otra higrófitas. El profesor Caballero descubrió que estas plantas impiden el desarrollo de las larvas de mosquitos transmisores del paludismo. Sobre esto añadiré al tratar del Balneario de Alceda.

6.º ALTITUD.—En las aguas dulces, que es donde se ha estudiado, las diferencias de altitud acusadas se reflejan en la flora acuática.

En manantiales por encima de 1.000 m. hemos visto *Ranunculus hederaceus* y *R. feniculaceus*, *Chrysosplenium*, *Sphagnum*, etcétera, que no se encuentran en niveles inferiores, aunque las cuencas del agua sean de la misma naturaleza, silícea.

Estas diferencias, muy conocidas por los trabajos botánicos en agua dulce, se reflejan asimismo en las floras minerales.

7.º DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES.—Este hecho de las áreas geográficas (aparte de altitud, suelo, etc.) se deja sentir menos en la flora acuática que en la terrestre. Como ejemplo de este contraste anotamos que la flora de los ríos de Marruecos oriental, apenas se diferencia de la del Ebro y sus afluentes

en Zaragoza, mientras que la de sitios secos sólo tiene un 60 por 100 de especies comunes entre aquella región y la nuestra.

Las especies hidrominerales ligadas a la composición química tienen distribución casi universal por lo conocido hasta ahora. Si se poseyeran datos completos de floras de manantiales de los países limítrofes, seguramente, dentro de composiciones parecidas, tendrán la misma flora que los españoles.

Algunas especies que hasta ahora sólo se han citado en un país, por ejemplo, en el Japón, puede ser que se encuentren en otras aguas de la misma temperatura. Por otra parte, en las bacterias es mucho más difícil dilucidar sobre las diferencias específicas que en las plantas superiores, y por este motivo puede darse el caso de que bacterias aisladas en un agua determinada y descritas como especies distintas sean formas de un tipo de distribución geográfica más amplia.

Sumándose todo este conjunto de factores resultan diferencias florísticas muy notables, que donde se conocen mejor es en toda la gama de aguas dulces (arroyos de montaña de terrenos silíceos y calizos; aguas de curso lento, encharcadas, etc.). Pudiera transcribir ejemplos, pero no lo hago por no salirme del contenido hidromineral, y respecto a estas aguas basta comparar los datos que pondremos más adelante.

ORIENTACION BIBLIOGRAFICA Y METODOLOGIA

En las distintas Bibliografías que tienen relación con este asunto (Bacteriología, Botánica, Hidrobiología general e Hidrología médica apenas se encuentran datos respecto a la flora de las aguas minerales. Sobre la biología de las aguas dulces han recaído, en cambio, muchos estudios que sirven de base y orientación metodológica.

Para emprender estudios de flora de aguas minerales hay que dirigirse, desde luego, a los manantiales, para observar y tomar datos y muestras, y a los distintos campos científicos que hemos enunciado.

BACTERIOLOGÍA.—La mayor dificultad la ofrece el estudio de los microorganismos de dimensiones más ínfimas, donde el mi-

croscopio, a pesar del progreso de la técnica, no llega a definir suficientemente.

Las antiguas «Bacterias pelomorfas», que son las más importantes de las aguas minerales, siguen actualmente sin una estabilidad sistemática. Hay múltiples formas sobre las que no existe acuerdo y pasan en la sinonimia de un grupo a otro.

En estos microorganismos se nota, todavía más que en los vegetales de mayores dimensiones, el efecto pernicioso de la pulverización de especies. El dar como «especies» lo que no son más que formas de variación incluídas en el ámbito de una misma, hace que no se puedan clasificar, incluso por los especialistas de microbiología acuática.

Filamentos de una morfología y habitat que pudieran incluirse en especies que podemos llamar clásicas, aisladas en manantiales por bacteriólogos (*Spirillum desulfuricans* Beyerink, *Actinomyces pelogenes* Sawjalow, *Thermoactinomyces vulgaris* Tsilinsky, etcétera), actualmente se pierden en el cúmulo de fluctuaciones y no se pueden encasillar.

Siguen siendo útiles las obras magistrales de Mace y Migula, aunque aquellos géneros han pasado a la sinonimia o se han disgregado (*Streptotrix* = *Streptomyces*; *Cladothrix*, algunos a *Sphaerotilus* por razón de prioridad y otros en distintos géneros; *Leptothrix* se conserva en parte; otras especies se consideran como algas, etc.).

El tratado de Berley compendia todas las especies citadas en aguas sistemáticamente y por substratos, pero es de un manejo muy difícil por la pulverización de especies y por no llevar figuras.

Para el estudio de este grupo visité a los doctores Salvat y Vilas, catédricos de Microbiología, y al doctor Salaya, especialista de examen bacteriológico de aguas del Laboratorio Municipal de Madrid.

Un Centro especializado para estos estudios es la Sección de Microbiología del Instituto Edafológico, que dirige el catedrático don Lorenzo Vilas.

BOTÁNICA.—Para los estudios botánicos, el Centro más adecuado, por reunir más medios de especialistas, bibliografía y colecciones, es el Jardín Botánico de Madrid.

ALGAS.—El estudio de las Algas, que es el más fundamental

para la flora hidromineral, encuadra en la Sección de Ficología, cuyo director, doctor González Guerrero, es el primer especialista en España. En la Bibliografía cito algunos de sus trabajos de consulta y en su laboratorio y con su asesoramiento he determinado las especies de este grupo.

En este Laboratorio hay reunida y estudiada una cantidad importante de muestras de algas de agua dulce y de distintas mineralizaciones. De aguas mineromedicinales se ha completado con lo que hemos traído últimamente.

Además, cuenta con una extensa Bibliografía algológica (obras generales y monográficas para la determinación de especies, etcétera, que se citan en la Bibliografía) y exitadas de gran valor como la de Carófitas de Migula y los tipos de la «Sinopsis des Diatomeés de Belgique», de Van Heurk, revisados además por Grunow.

También hay una colección valiosa de Diatomeas en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias de Zaragoza, procedente del doctor Dosset, que he estudiado especialmente.

HONGOS ACUÁTICOS.—El especialista adecuado para emprender este estudio es Jordán de Urrés, y los tratados fundamentales son los de Sparrow, Chambers y Mathes. No hay bibliografía española de Hongos acuáticos.

Desde luego, que los hongos no son aptos para la vida acuática, pero por no seguir un rigorismo excesivo se llaman acuáticos a los que viven saprófitos sobre restos vegetales o materias orgánicas o parásitos de algas, Charas, Fanerógamas acuáticas, etc. Por otra parte, en las aguas minerales se encuentran esporas de Mucoráceos, Erisifáceos, etc., que van a parar arrastradas por el viento y luego se desarrollan en los cultivos.

BRIÓFITAS.—Hay algunas citas en Casares de especies acuáticas en localidad donde existe balnearios (Liérganes, Puente Viego, Cuntis, Caldas de Gérez, Arteijo y Carballino) dudoso que fueran del agua mineral. Estas plantas no toleran el sulfhídrico ni la salinidad acusada. Se conoce mucho de aguas dulces. Yo sólo he encontrado Briófitas en aguas oligometálicas y las ha determinado el doctor Cortés Latorre, especialista de este mismo Centro.

PLANTAS VASCULARES.—La flora vascular acuática se ha estudiado menos que la terrestre, notándose gran diferencia en número de citas en las publicaciones y ejemplares en los herbarios.

De aguas minerales, poquísimas (Loscos, en las lagunas salinas de Chiprana; Willkomm, en Fuencaliente, y algún otro dato de los botánicos contemporáneos). En general, de la flora sumergida se ha estudiado muy poco.

Una obra básica que abarca todos los grupos botánicos, y además detalladamente, es «Die Süßwasser Flora Mittel Europas», tratado por varios especialistas bajo la dirección de Pascher. De Microfauna existe otra obra alemana de características parecidas, «Die Süßwasser Fauna Deutschlands», dirigida por Bauer. Pero estos tratados, como las monografías, requieren mucho conocimiento para su manejo.

ECOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA.—Para orientarse en los aspectos ecológicos y fisiológicos hay que dirigirse, en primer lugar, a los tratados generales, y después a monografías, cuya relación sería muy extensa. El camino más directo es dirigirse al Instituto Español de Edafología, Ecología, y Fisiología Vegetal.

No conozco un estudio especial de las modificaciones impresas por la cantidad de agua ni sobre las modificaciones de la microflora por causa interna o ambiental. La morfología comparada que empezamos a tratar en relación con los factores de las aguas mineralés, es un campo virgen.

Recientemente se están descubriendo modificaciones cariológicas en distintas plantas sometidas a la acción de hidrocarburos, fenoles y alcaloides (V. A. Cámara y Dolores Angulo), y en relación con el suelo yesoso de Zaragoza (Acevedo y Lorenzo), lo cual permite suponer que también pudieran darse estas modificaciones de la constitución íntima con los distintos factores de las aguas.

Respecto a los estudios que iniciamos sobre relación entre la composición de las plantas y la del medio acuático, resulta de utilidad todo lo estudiado en cultivos sobre disoluciones artificiales.

No es exactamente lo mismo agua mineral natural que disolución mineral. Para la radiactividad y otros factores que no pueden definirse bien, incluso la vida asociada, el hecho comprobado por la clínica hidrológica es que estas aguas distan mucho de las disoluciones artificiales. Pero dejándolo en su justo medio, no cabe

duda que las composiciones químicas semejantes deben causar efectos semejantes.

Problemas análogos a los que nos sugiere la comparación de especies en aguas oligometálicas y aguas mineralizadas han sido resueltos en los cultivos en disoluciones diluidas y concentradas. Respecto a la influencia de distintos complejos de composición, nos puede ilustrar todo lo ya estudiado experimentalmente sobre necesidades mínimas, proporción y sustitución de elementos, etc.

En resumen; no contamos con un estudio especial sobre las modificaciones químicoestructurales de las especies en las aguas minerales, pero existe una base de conocimiento experimental en medios acuáticos artificiales.

HIDROBIOLOGÍA.—Es el estudio global de los medios acuáticos con su biocenosis, o sea del conjunto de seres vivientes, no sólo morfológicamente, sino en relación con los mismos (influencia de la temperatura, salinidad, variaciones periódicas en la flora y fauna, etc.).

Los estudios hidrobiológicos fueron impulsados en España por don Celso Arévalo, quien fundó en 1912, en el Instituto de Segunda Enseñanza de Valencia, el primer Laboratorio de esta especialidad, cuyos trabajos se publicaron en los Anales de aquel Instituto, y desde entonces continuó una labor incansable (véase la nota necrológica del profesor Arévalo escrita por Pardo en el *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural* de 1945, donde figuran los 82 trabajos de aquel gran español y sabio naturalista). Este Laboratorio fué el germen de la Sección de Biología de las Aguas continentales y lagos españoles.

«La vida en las aguas dulces», de Arévalo, señala la orientación hidrobiológica; además, contiene múltiples datos y observaciones originales, y debe conocerse por todos los interesados en la Biología acuática. Como especialista detalló más en Entomostráceos y Rotíferos.

Don Luis Pardo, actualmente hidrobiólogo del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, tiene múltiples publicaciones que proporcionan datos biológicos de distintas aguas dulces, más detallados en fauna que en flora. Citamos en particular sus completísimos estudios de La Albufera y el Catálogo de los Lagos y Lagunas de España, con indicaciones y bibliografía de 2.474.

Don Ramón Margalef, de Barcelona, desde hace años está publicando unos estudios muy completos sobre la Biología de las aguas dulces de la Región catalana. El conocimiento de estos trabajos, que citamos en la Bibliografía, es indispensable para tener una orientación moderna, además del gran número de datos que suministran sobre flora, fauna y asociaciones vegetales de aguas dulces y estancadas de distintas condiciones. Muchas de ellas se pueden considerar como minerales, por la alcalinidad y composición. Detalla mucho y define asociaciones vegetales típicas.

Sería todavía mayor la aplicación para nuestro objeto de los trabajos hidrobiológicos y botánicos en las aguas continentales si fueran acompañados de los análisis de las aguas, pero, en general, no se ha precisado o sólo se expresa la naturaleza del agua a grandes rasgos (por ejemplo, se mencionan aguas salobres, sin especificar si son sulfatadas o cloruradas, ni el tanto por ciento de salinidad). En aguas dulces, en general, distinguen las *finas* de terrenos graníticos, cuarcitosos o pizarrosos; las *duras*, de terrenos calizos o arcillomargosos, y las *residuales* o abundantes en materia orgánica.

Entre los variados aspectos hidrobiológicos están los de Fitosociología acuática. Margalef ha definido algunas asociaciones de Algas en aguas dulces, y el mismo camino hay que seguir para las aguas minerales.

Para todos estos estudios hay Bibliografía extranjera de aplicación, dada la semejanza de las floras dentro de los mismos grupos de aguas.

HIDROLOGÍA MÉDICA.—En este campo encuadra el estudio completo de las aguas minerales, y en particular el aspecto de aplicación. En descriptiva de flora la contribución de los médicos hidrólogos es pequeña, por no concurrir, salvo excepciones, la formación botánica con la clínica y terapéutica.

Hasta comienzos del siglo actual se imprimieron Memorias de Balnearios, y en ellas algunos médicos directores, que citamos en la Bibliografía, dieron referencias sobre los lodos y citaron algunas especies.

En muchas no se menciona la flora; en otras (Jaraba, La Hermita, Lanjarón, San Hilario, Urberuaga) se dice que en el examen microscópico del agua no se ven algas, pero falta aclarar si

tampoco existe flora sobre el substrato de las paredes o sedimentos, que, aunque sea en capas somera, siempre se deposita y dispersa, puede ser arrastrada por el agua.

Como trabajos de esta época citamos en particular el del doctor Moreno, «Algas termales» (1883), por ser compendiado, aunque detalla poco en la flora.

Después ha decaído la costumbre de imprimir Memorias y, consecuentemente, durante bastantes años se han detenido las observaciones.

Con razón se reconoció en el Congreso de Hidrología Médica celebrado en Dax el año pasado que el conocimiento de los Peloides «se apoya la mayor parte de las veces sobre datos antiguos e incompletos». Por tradición hasta en trabajos relativamente modernos se llaman *Confervas* a todas las algas filamentosas (que desde Linneo, autor del género, ha ido separándose en órdenes y clases distintas).

Modernamente, la Hidrología médica ha asimilado los estudios sobre bacterias quimiosintéticas y dirigido la investigación hacia el aspecto biológico por su repercusión en las aplicaciones.

Este ambiente de investigación se refleja en la cátedra de Hidrología médica de la Universidad Central, dirigida por el doctor San Román.

Como muestra del interés por el estudio sistemático transcribimos unos párrafos de la Hidrología médica de este profesor (véase capítulo de Flora, Fauna, Peloides): «... La flora de las aguas que a nosotros nos parece que adquiere cada día mayor trascendencia... Según criterio de González Guerrero, cuyos estudios algológicos sobre las aguas de la Península son de gran interés y muy detenidos, cada agua tiene su flora especial. Tanto más debe suceder con las minerales...».

Efectivamente, la caracterización florística de las aguas minerales es un hecho, y a precisarla tendemos en este trabajo.

El estudio enfocado hacia las aguas mineromedicinales, requiere una colaboración entre médicos hidrólogos y especialistas de microbiología y botánica.

Los médicos directores de los Balnearios pueden ver si hay flora en el manantial, en las conducciones, en los depósitos o en

los lodos, y recoger muestras para el estudio ulterior, consultando a especialistas.

Los compañeros a quienes me he dirigido hasta ahora me han proporcionado toda clase de datos sobre las aplicaciones y los efectos del agua y el lodo en los respectivos balnearios y facilidades en las visitas para recoger material.

El doctor Abos tuvo la amabilidad de remitirme muestras de Fitero y Grávalos.

En los Balnearios hemos reconocido las aguas en distintos puntos de la instalación desde el racimiento hasta el desagüe y recogido muestras de lodos, sedimentos y vegetación visible en tubos con la misma agua mineral adicionada de disolución de formol para que resultase al 4 por 100. Para las aguas fuertemente salinas, como las del mar, que no voy a tratar ahora, la disolución debe ser más concentrada.

En esta disolución y en la oscuridad, las algas y bacterias filamentosas conservan hasta años después el mismo aspecto microscópico que al pie del manantial. No se puede conservar la microflora sólo con agua mineral, porque se altera con rapidez.

Los tipos de macroflora (Carófitas, Briófitas y Fanerógamas sumergidas) se prensan entre papeles, renovándolos hasta que estén secas como se hace para los herbarios. Todo etiquetado con fecha, localidad y detalles del medio.

La determinación de las especies es una necesidad previa para conocer su biología, detallar más los efectos, deducir consecuencias de aplicación y emprender otros estudios experimentales.

En Hidrología médica se considera de importancia la flora por la repercusión de su metabolismo en el agua y en las aplicaciones terapéuticas.

Hay, además, otro aspecto de investigación que iniciamos en este trabajo, que es determinar la influencia de las aguas minerales sobre la composición química y estructural de las plantas acuáticas, para deducir de ello consecuencias respecto al organismo humano.

Respecto a repercusión sobre la vida vegetal, las aguas minerales nos ofrecen complejos físicoquímicos de manifiesta influencia.

Cada agua mineral tiene su complejo distinto, dándose en nuestros manantiales toda la gama de temperaturas, desde 5 a 70°, de

radiactividad, y de composición cualitativo-cuantitativa, que, habiéndose determinado en gran parte, sirven de medios valorados para precisar su influencia sobre la vida vegetal. Cada agua presenta en estado natural aquella flora que armoniza con el complejo o que se comoda al mismo.

Este estudio ecológico-fisiológico, aunque referente a organismos vegetales es de interés para la Hidrología médica, porque si llegamos a demostrar, por ejemplo, que la composición fisico-química del agua modifica la composición química de las plantas acuáticas y que induce modificaciones en la estructura, incluso en la constitución cromosómica, éste será un punto de apoyo para el conocimiento de la acción fisiológica y terapéutica en el organismo humano.

Desde luego, sería una necesidad equiparar una planta a una persona, pero coinciden en que son organismos. En la asimilación del agua y sus electrólitos, que es un aspecto semejante, podemos aquilatar en las plantas como no puede hacerse en el organismo humano, porque una planta la podremos analizar en parte o en su totalidad en cualquier momento y respecto a la estructura aparente e íntima (cariología) sucede lo mismo que en las plantas, la podemos investigar con toda amplitud.

PARTE ESPECIAL

NUESTRAS PRIMERAS OBSERVACIONES EN TRES MANANTIALES

Para dar comienzo me limité a tres manantiales de distinta composición situados en el valle del Ebro. Dos de ellos de aguas minerales de uso popular medicinal, sustentando flora y otro de agua potable para comparar.

Estos manantiales son: La Junquera, en las afueras de Zaragoza, sulfatado cálcica; San Martín (provincia de Logroño, cerca de la estación de Mendavia), sulfatado sulhídrica, y la que origina el río fresco en Castañares de Rioja (Logroño), de agua muy fina. Las dos primeras son unas de tantas aguas libres de uso medicinal que no figuran en los catálogos hidrológicos.

Datos de La Junquera pueden verse en mi trabajo sobre «Aguas mineromedicinales de Zaragoza». Aquí recordaremos brevemente,

que filtra por un horizonte yesoso y, en consecuencia, es sulfatada cálcica muy dura y que la fuente de un caudal variable, aproximadamente seis litros por minuto, nace en el cauce del Huerva, originando un arroyo que corriendo por el cascajo se incorpora al río. La macroflora la hemos observado en una poza, por esto y por el pequeño caudal es agua tranquila; el fondo limoso y, en consecuencia, algo turbia. Se nota incrustación en las algas filamentosas y en las caráceas.

A la fuente de San Martín me referí en «Estudios sobre Flora de La Rioja», aunque muy a la ligera, por no tratar entonces de hidrología. En aquella Memoria pueden verse algunos datos geológicos de las escarpas con yeso y sulfato sódico, a cuyo pie se origina.

Esta fuente, a la que acudían bastantes agüistas de los pueblos (después fué clausurada), se extrae de un pozo con una bomba, y recién salida tiene un olor sulfhídrico marcado.

Contiguas a esta fuente hay unas estancas. La mayor, de unos 60 × 25 m., y aproximadamente 1,5 de profundidad.

El agua estancada no desaparece nunca, porque recibe alimentación por un regatillo, de agua dura (sulfatada cálcica), además de la filtración subálvea y sobrante del agua sulfurosa. Una vez estancada se mineraliza más, por la abundancia de sulfatos sódico y cálcico en aquel terreno (el mineral de las escarpas es Glauberita), y adquiere un sabor acusadamente amargo, de manera que sin haberla analizado la considero sulfatado mixta.

El agua de las estancas es verdosa y turbia, no distinguiéndose el fondo por reflexión. Este color es debido a la espesa masa de caráceas que sustenta. Las orillas están cubiertas de una espesa formación de carrizal.

El fondo es de un limo margoso, que, en general, desprende olor sulfhídrico. Sobre las plantas sumergidas la concreción limosa (y sulfatada) está en relación con la profundidad del agua. Así, las Charas del fondo, más crecidas, son muy flexibles, y las del margen con poca agua, más rígidas.

Los *Myriophyllum* del margen y las bases de las aneas y carrizos están forradas de limo, cuyo aspecto microscópico diremos luego.

La cuenca de origen y curso del río Fresco, mejor arroyo, tie-

ne unas condiciones totalmente distintas de la de la cubeta salina del valle del Ebro, donde afloran las anteriores.

Estas aguas filtran por terrenos muy poco solubles. La cuenca es una llanada silicea, toda procedente de arrastres de la Sierra de la Demanda, que es de esta naturaleza. También hay caliza en esta sierra, pero la proporción en el horizonte por donde filtran las aguas es pequeña y, en consecuencia, muy fina.

Nace al pie de una ribazada en el mismo cauce del río Glera, cerca del pueblo de Castañares (enclavado en la Rioja alta; la fuente anterior es de la Rioja baja).

El caudal, aproximadamente de 500 litros por minuto, se incorpora al río, formando un arroyo de corriente fuerte y agua muy transparente. No se forman incrustaciones, y el lecho es silíceo, sin masas de Algas.

Características de estas tres aguas

	Altitud	Dureza total (Boutrón)	Miner. total gr. por litro	Ca gr. por litro	Temp°	pH	Clasificación
La Junquera.. (Zaragoza)	300	154°	3,15	0,481	13-16°	6-7	sulf. cálc.
San Martín.. (Logroño)	380	164-198°	7,64	—	14°	7	sulf. mixta
Río Fresco... (Logroño)	600	8°	0,12	0,0536	12°	6	oligometálica

Más diferentes son todavía las condiciones físicas: agua de poco volumen y curso lento; agua estancada, y agua de corriente fuerte, respectivamente.

Comparación de la flora en especies de mayor masa

Río Fresco	La Junquera (en el Huerva)	San Martín (en las estancas)
Berro común y Apios acuáticos (<i>Apium</i> y <i>Sium</i>)	Berro común y Apios acuáticos	ninguno
<i>Callitriche stagnalis</i>	<i>Chara fetida</i> (dominante)	<i>Chara intermedia</i> (dominante)
<i>Lemma minor</i>	<i>Potamogeton densus</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>
<i>Lemma gibba</i>	<i>P. trichoides</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>

(La microflora la damos en el capítulo siguiente.)

La Junquera es un caso de extensión de las especies de un río a un manantial, aunque sea agua más sulfatada.

Las estancas de San Martín no consienten la flora común de agua dulce, para la que resulta tóxico el exceso de sulfatos.

Las especies del arroyo Fresco se encuentran igualmente en el río Glera, donde desagua; sin embargo, la corriente la consideramos un obstáculo para la invasión ascendente.

Desde luego, los centros de dispersión de las especies de los ríos han tenido que ser sus manantiales, y en éstos es donde deben encontrarse los tipos morfológicos y estructurales más puros. Muchas semillas pudieran llegar por el aire, pero, en resumen, opinamos que los biotipos vegetales del agua son más próximos a los primitivos cuanto más se aproximan a los nacimientos, y que la caracterización de las especies de agua dulce debe realizarse con los tipos de los manantiales.

CONSIDERACIONES SOBRE ESTAS ESPECIES. — Daremos comienzo por el género *Chara*. Es propio de aguas bastante mineralizadas (duras por lo menos), siendo una comprobación más el no haberlo encontrado en el río Fresco.

Las especies de este género, que hemos estudiado con la completísima Monografía de Reyes, son difíciles de determinar, por su polimorfismo, y, por otra parte, cuando las recolecté, no habían desarrollado sus órganos reproductores.

La primera consideración que se nos ocurre es si para las especies de este género (análogamente a lo que se ha comprobado en el reino animal respecto a algunos crustáceos) existirán variaciones morfológico-estructurales relacionadas con la salinidad del medio.

Hemos observado que aparte del tamaño, longitud de tallos, grosor, etc., que pudiera explicarse por la profundidad distinta de los fondos, existen diferencias en la espinación. Las charas del Huerva (agua cálcica) apenas presentan espinas. La espinación se manifiesta en las de aguas clorurado sulfatado sódicas, como en la acequia de Alfranca, que citamos en el apartado de salinidad, y todavía es más acusada, en relación con la mayor disolución de sales, en las estancas de San Martín.

En la lámina I representamos las secciones de los tallos de la *Chara* del Huerva y de la de Alfranca, eligiendo tipos medios—poco más o menos todos son así—. La de San Martín no la hemos dibujado, pero en conjunto es algo más espinada, pudiendo servir la del número 3 de la figura para un entrenudo central.

En las de La Junquera, el Huerva, etc., que hemos determinado como *Chara fetida*, los tubos corticales son aproximadamente del mismo diámetro, y la espinación apenas insinuada. La incrustación, que no se representa en la figura, es franca.

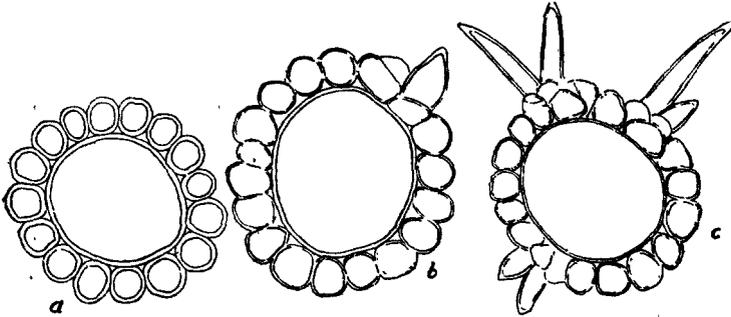
Las de aguas salinas, San Martín y Alfranca, que determinamos como *Chara intermedia*, son mucho más crecidas, menos incrustadas y, sobre todo, difieren por la espinación (hay que notar que Reyes, entre las muchas variedades de la *fetida*, dió una variedad hispida). Para incluirlas en la *Chara hispida* nos detiene que las espinas, en general, están aisladas, y que, en conjunto, nuestros ejemplares no son tan espinados como los que representa Reyes en sus figuras.

Désde luego, por el conjunto del aparato vegetativo y, sobre todo, por el aspecto, son distintas las que damos como *fetida* e *intermedia*, pero acaso estudios ulteriores comprueben esta suposición que apuntamos de que especies consideradas distintas sólo sean variaciones por influencia del medio.

La incrustación caliza he visto que está relacionada no sólo con la mineralización del agua, sino también con la cantidad. Ya lo hemos consignado a distintas profundidades de la estancia; también en el Huerva he notado que la *fetida* está más incrustada en los charcos del cauce que en el río, como si las sales calizas se fijaran más sobre esta planta al evaporarse el agua. Y el mismo hecho que en las aguas salinas estén menos incrustadas, creemos que no sólo sea debido a la diferencia de composición, sino a que la masa de agua es mayor en estas que hemos observado.

Esto mismo lo he visto en otras aguas. Así, en la fuente del Torco, sulfatado cálcica, de la que luego me ocuparé, como es de poco fondo, las *Charas* son pigmeas y muy incrustadas. Donde se reúnen las aguas de este manantial con otras en el mismo barranco, hemos visto en pozas de mayor fondo la misma especie, mucho más desarrollada y menos incrustada. En los charcos que quedan medio secos en los estiajes, están más rígidas. No cabe duda que

LÁMINA I



Cortes de tallos de *Chara*. *a*, del Huerva. *b*, del agua salina de Alfranca en un entrenudo central. *c*, id en otro terminal. En las filas longitudinales no hay alternancia. Aumento $\times 25$.

con el reposo y al aumentar la concentración del agua se incrementa el depósito de sales calizas.

Además de las caráceas, presentan incrustación otras especies sumergidas, las *Potamogeton* y *Miriophyllum*, de San Martín, y las Algas filamentosas (*Edogonium*, *Cladophora*, *Tribonema*), de La Junquera.

En otras aguas y en otras especies también hemos comprobado lo anterior. Así, el *Ranunculus ficulaceus* en un pocillo del cauce del Curueño (montañas de León), en agua tranquila lo hemos visto incrustado, mientras que en aquellas aguas corrientes, manantiales, etc., de poca mineralización, no lo está nunca.

En general, los tallos delgados (y los tallos filamentosos de las Algas) ofrecen facilidad para la incrustación. La incrustación de las cañas de los *Phragmites* que antes citamos, opino que es por el fieltro de *Phormidium* que las envuelve, pues sin cubierta de Algas en el Huerva y en otros muchos sitios están sin incrustar.

El *Potamogeton densus*, como en general todos los de su género, es de agua potable, y vemos que no se adapta a la salinidad de San Martín, etc. Por el otro extremo, en las aguas finas oligometálicas, como la de Castañares, hasta ahora no lo he visto.

El *Callitriche stagnalis*, tampoco lo hemos visto en aguas sulfatadas, aunque es común en las aguas de riego de Zaragoza más o menos duras (Asso citó el *C. verna*, fácil de confundir).

Los Berros (*Nasturtium*) y los Apios acuáticos (*Apium*, *Sium*) vemos que toleran grados de dureza bastante elevados, pero no la salinidad. En estas especies tan comunes es donde ha recaído nuestro estudio comparado sobre composición química y estructura.

En resumen, en la Flora macroscópica vemos que, paralelamente a la composición de las aguas, existe una gran diferencia, hecho ya conocido que hemos podido comprobar una vez más.

En estas modestas observaciones nos hemos referido a aguas de una misma región geográfica y poco discrepantes por su altitud, para, eliminados estos factores, poner de manifiesto cómo se acusan las diferencias de composición química en las asociaciones vegetales.

MICROFLORA DE ESTAS TRES AGUAS

RÍO FRESCO.—Es un arroyo de agua muy limpia, fondo de cascajo síliceo y corriente fuerte. Está bastante cubierto por las especies que citamos antes.

Las agrupaciones de la microflora significan muy poco en la masa vegetativa. *Batrachospermum moniliforme*, que es la más voluminosa (de unos centímetros), está muy dispersa. Algunos grijos del fondo presentan una capa somera de croococáceas, y sobre las ramillas y raíces de las orillas se encuentran pequeñas marañas de *Vaucheria* y *Melosira*. Predominan en el fondo limos y cantos en que no se distingue nada vegetativo a simple vista.

Todas las muestras permanecen inalteradas por el CIH, demostrando que carecen de fracción caliza, y al microscopio, en luz polarizada, se ve que dominan las partículas de sílice.

Describiremos las asociaciones de microflora, cuyas especies, en parte, van representadas en la lámina II.

1.ª Céspedes de *Batrachospermum moniliforme* Roth. Mucilaginosos, desflecados en el sentido de la corriente y densamente ramificados, pardos o amatista, según la luz.

Ya a simple vista se distingue muy bien la disposición arrosariada; al microscopio (lám. II, a), unos glomérulos se ven pardos y otros violeta; no lleva acompañamiento de epifitas ni contiene diatomeas, siendo un césped muy limpio. Especie de aguas frías.

2.ª Cubierta verde negruzca de los grijos sumergidos. El raspado se disgrega con las agujas en granos de sílice, con aglomeraciones de algas unicelulares, opacas por su espesor.

Las masas son fundamentalmente colonias de *Microcystis parasitica*, *Merismopedia glauca*, *Clorococcus* sp., formas reducidas de *Oscillatoria* de tipo borzioide y varias diatomeas:

<i>Pleurosigma modiferum</i> Kütz.	<i>Acnanthes</i> sp.
<i>Melosira varians</i> Ag.	<i>Navicula</i> sp.
<i>Surirella ovalis</i> Brev.	<i>Cocconeis</i> sp.
<i>Gomphonema olivaceum</i> Kütz.	Etcétera.

3.ª Orillas del cauce, entre raíces, musgo y hojas podridas con limo. Las especies fundamentales que llaman más la atención por

su abundancia son: *Melosira varians* y *Meridion circulare* (As. *Melosiretum rivularis*).

A simple vista, en la preparación disociada se distinguen hilos tenuísimos, verdes, algo consistentes, que son las filas en que se presenta la primera especie. Se encuentran cadenas de distinto grosor, la que hemos representado en la figura (b) es de las más estrechas; en el mes de abril se encuentran abundantes auxosporas.

A pesar de ser este medio limoso, las filas de *Melosira* son muy limpias, sin epifitas, como las presentan los filamentos de *Vaucheria* u otras algas verdes celulósicas; sin duda, la cubierta silíceas es inadecuada para la implantación de epibiontes.

El *Meridion circulare* Ag., muy abundante en esta agua, varía ampliamente en sus proporciones. En la figura hemos representado un tipo de células relativamente estrechas; otras son más cortas y más gruesas.

También abunda mucho la *Fragillaria viridis* o *mutabilis* con las valvas adheridas en cintas largas, de la que he dibujado un fragmento y cordones gelatinosos con alineaciones de *Achnantes lanceolata* Grun.

De este último se encuentran muchos sueltos por las preparaciones y, como todas las diatomeas, es de proporciones variables; en general, los pequeños son algo más aguzados y romboides que los mayores.

Siguen en frecuencia las especies catalogadas en el género *Navicula*. La *Navicula peregrina* Ehr. tiene un tamaño y proporciones parecidos a la anterior, pero se distingue muy bien por la estriación, además que las *Navicula* no se presentan incluidas en cinta gelatinosa. Se encuentran también:

Navicula viridis Kütz. (raza más estrecha que la que dibujamos en San Martín).

N. vulgaris Heib.; de ésta he visto parejas.

Synedra ulna Ehr., de distintos tamaños, suelta y en pareja.

Desmidiáceas: Abundan poco; han salido *Closterium moniliforme* y *C. striolatum*.

Clorofíceas: *Oedogonium* sp., *Chlamidomonas* sp.

Conjugadas: *Spirogyra* sp.

Cianofíceas: *Lyngbia kützingii*, y masas gelatinosas de *Micracistis* entre tierra.

También he visto un copépodo y un rotífero que tengo dibujados sin clasificar.

4.^a Madejillas y marañas verdes, separadas de la corriente fuerte del centro

(Es una asociación de *Melosira varians* Ag. y *Vaucheria sessilis* Lyng.; abunda también mucho el *Meridion* y las especies anteriores.

La *Vaucheria* está muy poco ramificada y con escasos órganos reproductores. En general, muy limpia la membrana de epifitas: sólo se ven dispersas *Cocconeis placentula*, *Gongrosira incrustans* y *Achnantes minutissima* Kz.

Algunos filamentos, como el que hemos dibujado, se encuentran densamente cubiertos por estas epifitas y con el protoplasma retraído, como si los epibiontes restaran vitalidad.

Es una asociación idéntica a la que González Guerrero estudió en «El cladophorethum hispanoargentino», que aquí se da sobre *Vaucheria* con las mismas especies.

También se encuentran fijos sobre esta especie algunos filamentos de *Tribonema vulgare* y de *Uronema confervooides*.

Casi todo lo que se ve de *Spirogyra* son segmentos unicelulares (la recolección fué en el mes de abril), algunos articulados, de dos a cuatro células. Cordones gelatinosos de *Achnantes* y las mismas diatomeas antes citadas, a las que añadimos:

<i>Navicula major</i> Kütz. (escasa).	<i>Cymatopleura solea</i> Brev. (escasa).
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	
<i>Staurosira acuminata</i> Grun.	<i>Cymbella cespitosa</i> Kz., etc.

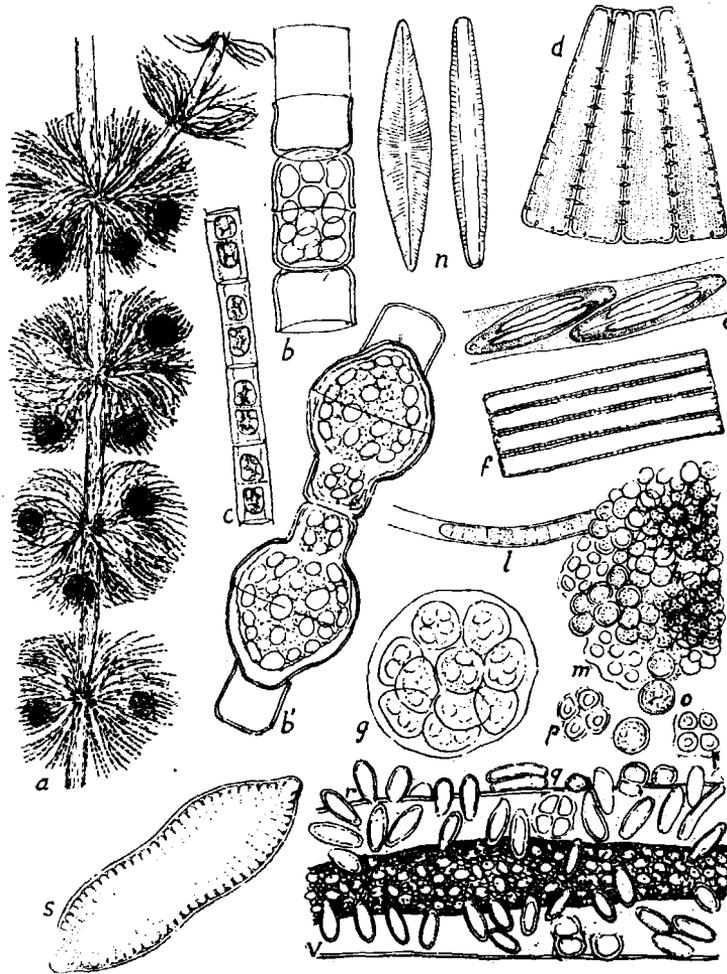
Mas Rotíferos y otras formas animales.

FUENTE DE LA JUNQUERA.—La microflora la he observado en el mismo pocillo de la fuente, que, como está más elevado que el río, conserva siempre inalterable su composición hidromineral. Además, he examinado la cubierta vegetal del vertido al Huerva de la Fuente de La Teja, cercana y de la misma composición (véase dicho trabajo), que está muy resguardada y, por tanto, conserva su vegetación más íntegra.

Lámina II.—Microflora del río Fresco (Castañares de Rioja):

- a.—*Batrachospermum moniliforme* Roth.
- b.—*Melosira varians* Ag.
- b'.—*Idem* auxosporas.
- c.—*Ulothrix tenerrima* Kütz.
- d.—*Meridion circulare* Ag.
- e.—*Achnantes lanceolata* Grun.
- f.—*Fragillaria virescens* Ralf.
- g.—*Pandorina morum* Bory.
- h.—Aglomeración de *Criococcus*.
- i.—*Phormidium Retzii* Gom.
- m.—*Microcistis parasitica*.
- n.—*Navicula vulgaris* Heip.
- o.—*Clorococcum*.
- p.—*Coelastrum microporum* Näg
- q.—*Achnantes minutissima* Kz.
- r.—*Cocconeis placentula* Ehr.
- s.—*Cymatopleura solea* Brev.
- v.—*Vaucheria sessilis* con epibiontes.

LÁMINA II



Microflora del Río Fresco. Castañares de Rioja (Logroño).
 a, con poco aumento. Las demás aproximadamente $\times 600$.

La macroflora descrita la observé en una poza donde se reunía el año pasado el agua de La Junquera en pleno aluvión del Hueva, pero ésto ya se ha modificado por el curso del río y, por otra parte, es común con aquél, que también es de agua dura.

El limo de la fuente, que incrusta las algas, al microscopio se ve que está compuesto de granos de sílice y cristalillos, que parecen de yeso en luz polarizada, partículas arcillosas y calizas.

La parte sumergida y por donde escurre el agua debajo del caño, está cubierta de un tapiz de *Cladophora fracta*, en césped corto, denso, sobre el cual a simple vista puede distinguirse la incrustación y otras masas vegetativas de este aspecto e interpretación macroscópica (lámina III):

1.º Pelusas mucilaginosas verdes, de cadenetas y hasta mallas de *Diatoma vulgare* Bory.

2.º Masas mucilaginosas amarillentas, en cuya resolución microscópica dominan los filamentos hialinos, terminados por frústulas de *Gomphonema olivaceum* Kütz (s. 1.).

3.º Copos filamentosos tenues de color verde alegre: Al microscopio unos son tramas de *Stigeoclonium protensum* K., muy ramificada, y otros de *Tribonema vulgare* Pasch. f.ª también intrincada, pero de filamentos sencillos. Estas no suelen presentar incrustación, pero llevan numerosos grupos de diatomeas epifitas.

La *Cladophora* se presenta con distintos grados de incrustación. Hay ramificaciones completamente envueltas por gránulos minerales de la composición antes dicha, con irradiaciones densísimas de *Synedra*, cadenetas intrincadas de *Diatoma vulgare* y filamentos numerosos de *Lyngbia limnetica* Lemm., más el *Gomphonema*; quedando sólo descubiertos los extremos de las ramas (*k*).

En otras muestras, por el contrario, esta incrustación la presentan el *Tribonema bombicinum* y *Oedogonium* sp., mucho menos abundantes, y la *Cladophora* está al descubierto, sustentando sólo Diatomeas.

De las demás especies que citamos de Cianofíceas filamentosas, se presentan tricomas, pero muy esparcidos.

La única que forma masa apreciable es *Stigeoclonium protensum*, no presenta incrustación, sólo Diatomeas.

Algo incrustada se presenta la *Tribonema vulgare*; esta es-

pecie tiene el aspecto de la figura (b), con la clorofila en dos bandas longitudinales más o menos anastomosadas.

Entre tierra con *Microcistis*, surgen los *Phormidium*, de los cuales también se ven filas sueltas por las preparaciones, así como porciones separadas de las *Oscillatorias*.

Aunque he anotado independiente los inventarios de cada preparación, no los voy a dar, porque, en realidad, es todo una misma asociación vegetal, un *Cladophoretum fracte*, cuyo acompañamiento más destacado es el que acabo de enunciar. Las demás cianofíceas y diatomeas pueden verse en la columna anterior y en la lámina III, compuesta de dibujos tomados directamente al microscopio. Tengo que añadir pocos comentarios:

Del acompañamiento de Cianofíceas, la más abundante es *Oscillatoria irrigua*, que forma pequeñas masas. Con ella la *Oscillatoria anguina*, más estrecha, azul muy claro, casi hialina y apenas perceptible la segmentación.

La *Lyngbia Kützingeri* se presenta desprovista de vaina en la terminación y parece también *Oscillatoria*.

Las *Synedras* varían tanto de dimensiones que parecen distintas especies. Y lo mismo le sucede a las Diatomas, siendo abundantísima la forma alargada, y escasa la corta y gruesa.

Entre las que doy como *Pleurosigma modiferum* = *Spencerii*, los hay casi rectos, apenas incurvado en el extremo, como la variedad *subsalinum* H. P. (en la Monogr. de Peragallo). De este grupo no sé distinguir más que una especie.

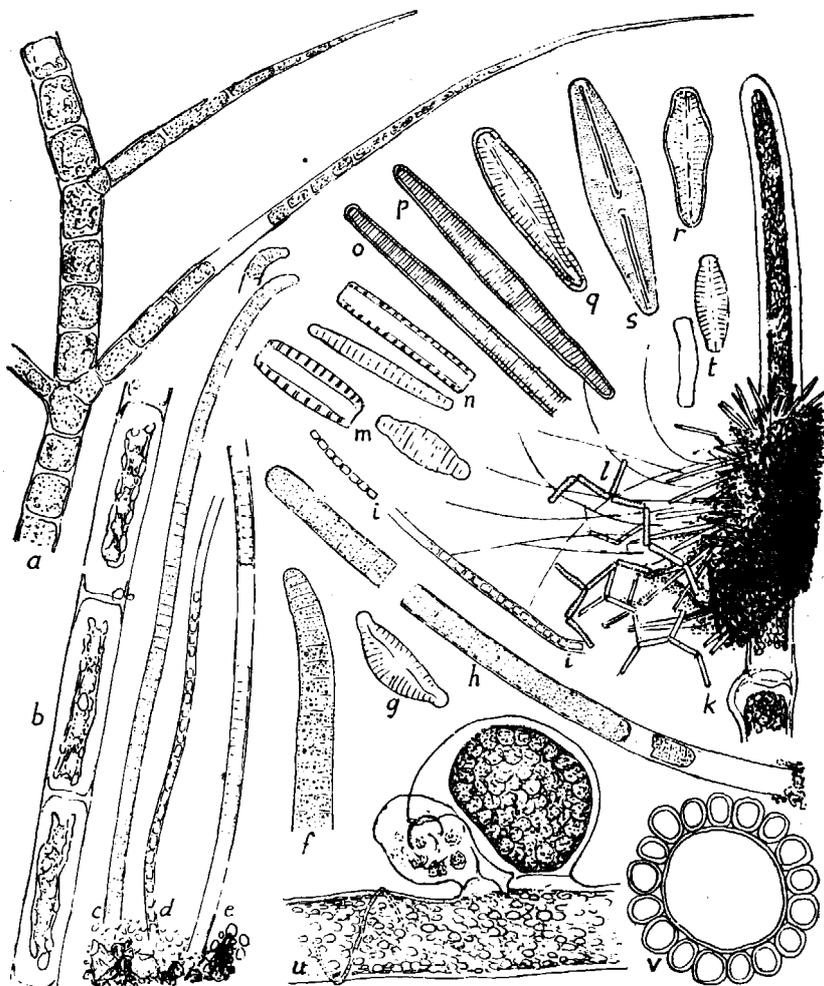
La clasificación en fresco para diatomeas, es muy difícil. Por ello y no ser especialista, no pretendo una gran exactitud.

FUENTE DE LA TEJA.—Toda la caída del agua al Huerva en una altura de un metro y medio está cubierta por grandes céspedes de *Vaucheria sessilis*, con anteridios y oogonios continuos, como en la figura (u) (lám. III). Entre ella, pero sin mezclarse, se encuentran un musgo y una hepática, que son *Didymodon tophaceum* y *Pellia Fabronniana*.

Entre la *Vaucheria sessilis* se presenta la misma microflora y diatomeas que en La Junquera, hecho que va en contra con el concepto de fidelidad en las asociaciones vegetales. Por otra parte, la *Cladophora fracta*, en otras aguas lleva distinto acompañamiento.

Lámina III. Microflora de la Fuente de la Junquera.

- a.—*Stigeoclonium protensum* Kütz.
 b.—*Tribonema vulgare* Pasch. Forma con la clorofila tendiendo a dos filas longitudinales.
 c.—*Oscillatoria anguina* (Bory) Gom.
 d.—*Phormidium tinctorium* K. Sobre tierra.
 e.—*Lyngbia Kützingii* Schmidle.
 f.—*Oscillatoria irrigua* Kütz.
 g.—*Cymbella prostrata* Ralf.
 h.—*Lyngbia Kützingii* Schmidle.
 i.—*Phormidium tinctorium* K. Epifito sobre la *Cladophora* (tricoma y fila de células desprendidas).
 k.—Extremo de una rama de *Cladophora fracta* con la cubierta incrustante térrea, con haces de *Synedra*, cadenetitas de *Diatoma elongata* (l) y *Phormidium* (con poco aumento).
 m.—*Diatoma vulgare* Bory, de frente y de perfil. Escasa.
 n.—*Diatoma elongata* Ag., de frente y de perfil. Copiosa.
 o.—*Synedra ulna* Ehr. Extremo de una frústula.
 p.—*S. ulna* var. (para los autores).
 q.—*Gomphonema olivaceum* Kütz. f.^a angustata.
 r.—*Gomphonema olivaceum* Kütz. f.^a subcapitata, más escasa que la anterior.
 s.—*Vanheurkia vulgaris* Thw.
 t.—*Achnantes afinis* Grun. De frente y de perfil.
 Fuente de la Teja.
 u.—*Vaucheria sessilis* (Vauch.) en conjugación y viéndose una *Lyngbia epibitica* Hieron. enrollada (con poco aumento).
 Río Huerva:
 v.—Sección del tallo de la *chara fetida* (con poco aumento).



Microflora de la Fuente de la Junquera (Zaragoza). Agua sulfatado cálcica.
 K, u, v, con pequeños aumentos. Las demás 600.

to que en La Junquera. En realidad, lo que condiciona la presencia de especies son las condiciones físico-químicas del medio.

ESTANCAS DE SAN MARTÍN (láminas IV y V).—Se encuentran marginadas por carrizos (*Praëgmïtes*), el fondo cubierto de una vegetación espesa de *Chara intermedia* con limo de cianofíceas y diatomeas hacia el margen y ramificaciones flotantes del *Mirio-phyllum spicatum*.

Por reflexión, el agua es turbia y verdosa; vista desde arriba, mirando de las escarpas, se ve que el fondo está cubierto por la masa densa verde oscura de *Chara*, con espacios hacia el margen de un verde más claro desprovisto de vegetación macroscópica que, como luego describiremos, son asociaciones de cianofíceas y diatomeas.

También se ve en el limo de menos fondo madejillas y marañas de *Vaucheria* más densa hacia la zona menos sulfatada. Por donde entra el agua que alimenta las estancas hay una formación de *Cladophora*.

Describiré la microflora de distintas muestras:

1.º Masas de *Vaucheria dichotoma* Ag. dioica con anteridios y oogonios. Muchos filamentos con incrustación calcáreo arcillosa, viéndose en luz polarizada algunos cristalillos.

Lleva un gran acompañamiento de epifitas. Lo que más llama la atención son las cápsulas de *Vaginicola gigantea* d'Ukedem, numerosos en algunos céspedes, y otra microfauna de protozoos, cladóceros, copépodos (*Cyclops*) y gusanos que no he clasificado.

Como especies epifitas vegetales: *Tribonema elegans*, *T. viride*, *Lingbia Kützingii*, *Synedra vaucheriae* Küt. y *S. ulna* Ehr., *Cocconeis pediculus*, *Gomphonema olivaceum* Kütz.; también se ven sobre la *Vaucheria* numerosas Anabenas y *Phormidium Retzi*. y múltiples diatomeas (las mismas del limo que describiré a continuación).

Como acompañantes en la maraña se ven *Tribonema vulgare* y *T. bombicina*.

2.º Limo más próximo al pozo del agua mineral. Aparte de la agrupación de *Vaucheria*, se encuentran en masa, entre materia térrea sulfatada, paquetes del *Phormidium* y masas de *Anabena*; otras Cianofíceas y múltiples Bacilariófitas entremezcladas:

<i>Oscillatoria lacustris</i> .	<i>N. criptocephala</i> Kütz. y otras.
<i>O. animalis</i> Ag.	<i>Cymbella</i> , escasa.
<i>Cilindrospermum</i> sp.	<i>Amphora ovalis</i> Kütz. y vars.
<i>Nitzschia sigmoidea</i> Sm. abundante.	<i>Campilodiscus noricus</i> Ehr.
<i>Navicula viridis</i> Kütz. Más escasa.	<i>Surirella ovalis</i> Brev. (lám. IV, figura i).
<i>N. peregrina</i> .	<i>S. ovata</i> Ehr. var. <i>San Romanæ nova</i> .

Esta última, que dedico al doctor San Román en «Diatomeas de las aguas minerales de Aragón», donde se encuentra la descripción original, vive en distintas aguas subsalinas del valle del Ebro. El dibujo de esta Memoria (lám. V, fig. s) ha sido tomado en fresco, con el endocromo, y por ello no se destaca la estriación, como en la valva microfotografiada de una preparación especial de diatomeas que publico en dicho trabajo.

En el limo se encuentran también cápsulas de *Gomphonema olivaceum*, pero el dominio de esta especie es sobre los tallos sumergidos.

Este limo es margoso, de un color claro y desprende olor sulfhídrico; el CIH demuestra que contiene carbonatos; al microscopio se ve formado por partículas, que casi en su totalidad parecen arcillosas; con luz polarizada se ven puntos brillantes y cristallitos que pudieran ser de sílice, y también de sulfatos. Llama la atención la abundancia de diatomeas, siendo el limo más cálcico que silíceo.

Desde luego que en aguas mucho más salinas (Mediana y Cadrete, por ejemplo, en Zaragoza) también hay gran depósito de diatomeas, pero contrasta la abundancia de éstas con la ausencia de microorganismos de caparazón calizo, como si la proporción de sulfatos fuese un inconveniente para la asimilación del calcio.

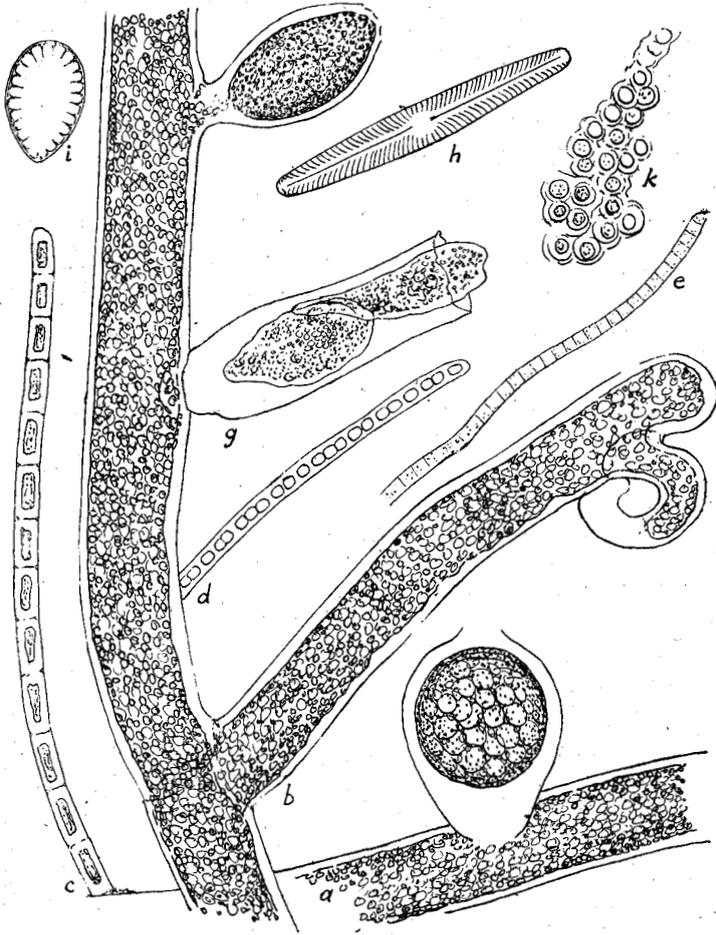
3.º En la entrada de agua dura menos salina, sobre un limo que parece de la misma composición, se encuentra como especie dominante la *Cladophora fracta*, que sustenta numerosas epifitas (*Synedra* y *Cocconeis* muy abundantes, *Lyngbia*, etc.), y con un acompañamiento semejante al de la *Vaucheria*:

Anabena mucha, *Surirella ovalis* bastante frecuente, *Navicula*

Lámina IV. La *Vaucheria sessilis* con su acompañamiento.

- a.—Rama de *Vaucheria* con un Oogonio.
- b.—Idem con un anteridio.
- c.—*Tribonema viride*.
- d.—*Uronema*.
- e.—*Beggiatoa alba* Trev.
- g.—*Vaginicola gigantea* d'Ukedem.
- h.—*Navicula oblonga* Kütz.
- i.—*Surirella ovalis* Kütz.
- k.—*Siphononema polonicum* Geit.

LAMINA IV



Microflora de la estanca de San Martín (Logroño).

elíptica y otras; *Pleurosigma nodiferum* Grun., que es el mismo *P. Spenceri* Sm., etc.

4.º *Limo del carrizal*. Como éste se encuentra en una formación muy densa, el limo de la base de las cañas desprende olor sulfhídrico debido a la descomposición vegetal.

Este limo contiene muchos restos vegetales del mismo *Phragmites*, y como sulfobacteria característica se encuentra la *Beggiatoa alba* Trev., que no he visto en los limos amarillentos y blancuzcos anteriores.

Además, al microscopio se observan:

Lyngbia limnetica Lemm.

N. elíptica Kütz.

Anabena sp.

Gomphonema olivaceum.

Navicula limosa Kütz. y *Na-*

Amphora ovalis Kütz., etc.

vicula oblonga.

De la *Navicula viridis* sólo he visto un caparazón; este medio fermentado no le es propicio.

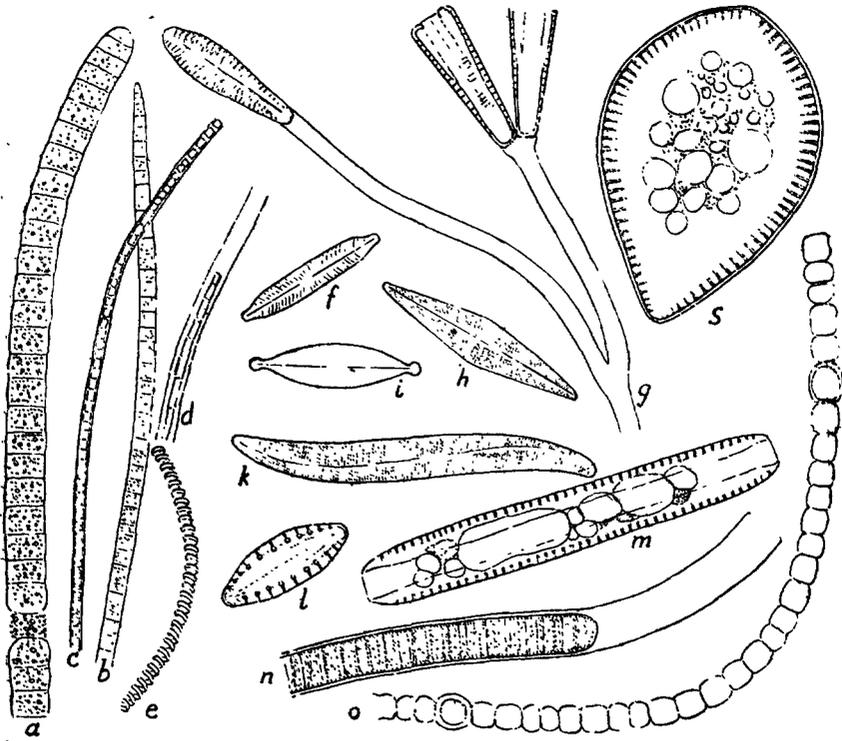
5.º Base sumergida de los *Phragmites*. Presenta también una cubierta limosa, en muchas partes como un forro continuo, en otras filamentosas y también se distinguen a simple vista cubiertas gelatinosas verdes.

La materia limosa está sustentada por un fieltro microscópico, en gran parte de ramificación hialina (pedúnculos de *Gomphonema olivaceum*), y también de tricomas envainados de *Phormidium* y *Lyngbia*.

Lleva muchísimas diatomeas pequeñas (*Navicula*, *Amphora*, *Achnantes*), otras mayores (*Synedra ulna*, etc.), y tampoco falta, como en ningún sitio de la estanca, accidentalmente, la *Surirella ovata* var. *San Romanae*.

En las cubiertas verdosas sumergidas de estas cañas, que también lleva limo y se aclara al tratarla por ClH, se aprecia la misma trama espesa, ensortijada, de *Lyngbia*, *Gomphonema*, etc., pero rellena de masas gelatinosas verdes de *Croococcus turgidus* y otras especies.

6.º *Incrustación sobre las tallos flotantes del Miriophyllum spicatum*. Está constituida, lo mismo que la de la base sumergi-



Microflora de la estancia de San Martín (continuación)

- a.—*Oscillatoria lacustris*, separándose un fragmento.
 b.—*Oscillatoria animalis* Ag.
 d.—*Lyngbia limnetica* Lem.
 d.—*Phormidium* sp.
 e.—*Spirulina subsalsa* Oert.
 f.—*Navicula angusta* Grun.
 g.—*Gomphonema olivaceum* Kz.
 h.—*Navicula seriata* Brev.
 i.—*N. rynchocephala* K.
 k.—*Pleurosigma nodiferum* Grun.
 l.—*Epithemia* sp.
 m.—*Navicula viridis* Kütz.
 n.—*Lyngbia Virgei* Em.
 o.—*Anabena* sp.
 s.—*Surirella ovata* Ehr. var *San Romanæ*.

da de las cañas, por partículas térreas, arcillo calizas con microcristales, con pedicelos ramificados de *Gomphonema* y tricomas de las cianofíceas anteriores.

Respecto a los Gomphonemas, teniendo en cuenta la fluctuación, todas las frústulas que he visto pueden incluirse en el *G. olivaceum* Kütz.

También se ven filamentos de *Conferva elegans* (Pasch), *Oscillatoria animalis*, *Mougeotia* sp. y múltiples diatomeas pequeñas.

7.º *Fondo que margina la masa de Carófitas* (visto desde arriba, como hemos dicho, es de un color verde). Lo cubre extensamente una membrana por encima verde azulada intensa, y por debajo blancuzca o rosada. Esta membrana se extiende también sobre las ramas de *Chara intermedia* y desprende pigmento azul.

Al microscopio se ve que está integrada por una trama de Cianofíceas (*Oscillatoria lacustris* y *Lyngbia limnetica*) con *Spirulina subsalsa* y *Oscillatoria animalis*, con masas gelatinosas verde sucio de *Siphononema polonicum*, que en porciones aisladas parece *gloeocapsa* (segunda cita en España; la primera es de González Guerrero, en Castuera).

Croococcus minutus y Diatomeas:

<i>Navicula viridis</i> Kz.	<i>Amphora ovalis</i> Kz. y vars.
<i>N. producta</i> Sm.	<i>Nitzschia sigmoidea</i> Sm.
<i>N. lanceolata</i> Kz.	<i>Mastogloia braunii</i> Gr.
<i>N. serians</i> Brev.	<i>Epithemia</i> sp.
<i>N. dicephala</i> Sm.	<i>Achnantes</i> sp.
<i>N. angusta</i> Gr.	<i>Synedra</i> sps.
<i>N. elliptica</i> Kz.	<i>Cymbella</i> sp.
<i>N. cardinalis</i> Ehr.	<i>Surirella ovalis</i> Kz.
<i>N. vulgaris</i> Heib.	<i>Ciclotella</i> sp., etc.
<i>N. didima</i> Ehr.?	

8.º Sobre los tallos de las caráceas y del *Potamogeton pectinatus* se deposita también limo sulfatado con el mismo tipo de flora.

En esta estancia vemos un conjunto florístico amplio y heterogéneo. La mayor parte de las especies son comunes en aguas dulces estancadas (y también corrientes), algunas son de agua sa-

lina. Siendo la *Chara intermedia* la especie de mayor masa, puede denominarse a la agrupación *Charetum*, con la terminología actual; sin embargo, la existencia de las demás no va vinculada a ella, sino a las condiciones del medio.

Vemos cómo se acusan notablemente las diferencias fisicoquímicas en la flora.

La primera, de agua fría oligometálica y de corriente fuerte, tiene gran analogía con la de los arroyos de montaña, a pesar de que la altitud no es más que de 600 m. Presenta un conjunto afín al *Melosiretum rivularis* descrito por Margalef.

La Junquera tiene semejanza con la flora común de agua dulce cálcica. Puede clasificarse como una variedad de *Cladophoretum fracte*, reducido por la sulfatación y la pequeña masa de agua.

La de San Martín tiene más impreso el sello de agua estancada que el de salinidad. Es un *charetum* sin especies marinas. Ebro abajo, en la provincia de Zaragoza y en Lérida, hay aguas sulfatado sódicas de mayor concentración, con marcado carácter halófito.

Terminaré por exponer la microflora de estas tres aguas en un cuadro sintético:

Río Fresco	La Junquera	San Martín
<i>Batracospermum monili- forme.</i>	<i>Vaucheria sessilis.</i>	<i>Vaucheria dichotoma.</i>
<i>Vaucheria sessilis.</i>	<i>Cladophora fracta.</i>	<i>Oscillatoria lacustris.</i>
<i>Oedogonium</i> sp.	<i>Oedogonium.</i>	<i>Lyngbia limnetica.</i>
<i>Spirogyra</i> sp.	<i>Oscillatoria irrigua</i> Kütz.	<i>Lyngbia virgei.</i>
<i>Tribonema vulgare.</i>	<i>O. anguina</i> Gom.	<i>Phormidium.</i>
<i>Ulothrix tenerrima.</i>	<i>Lyngbia Kützingu.</i>	<i>Siphononema poisoncum.</i>
<i>Uronema confervoides.</i>	<i>Phormidium tinctorium.</i>	<i>Anabena.</i>
<i>Protococcus</i> sp.	<i>Schizothrix</i> sp.	<i>Beggiatoa alba.</i>
<i>Lyngbia</i> sp.	<i>Conjerva elegans.</i>	<i>Spirulina subsalsa.</i>
<i>Phormidium Retzii.</i>	<i>Conjerva vulgare.</i>	<i>Oscillatoria animalis.</i>
<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Lyngbia limnetica.</i>	<i>Conjerva vulgare.</i>
<i>Gongrosira incrustans.</i>	<i>Glæocapsa</i> sp.	<i>C. viride.</i>
<i>Celastrum microporum.</i>	<i>Croococcus turgidus.</i>	<i>C. elegans.</i>
<i>Croococcus</i> sp.	<i>Tetraspora.</i>	<i>Croococcus turgidus.</i>
<i>Pandorina Mori.m.</i>	<i>Microcistis parasitica.</i>	<i>Spirulina maior.</i>
<i>Microcistis parasitica.</i>	<i>Cymbella cymbiformis.</i>	<i>Cladophora fracta.</i>
<i>Merismopedia glauca.</i>	<i>C. prostrata.</i>	<i>Tribonema bombicina.</i>
<i>Clorococcum.</i>	<i>Navicula viridis.</i>	<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Melosira varians.</i>	<i>N. cryptocephala.</i>	<i>Amphora ovalis.</i>
<i>Meridion circulare.</i>	<i>Vanheurkia vulgaris</i> Thw.	Id. var. <i>pediculus.</i>
<i>Amphora ovalis.</i>	<i>Pleurosigma elongatum.</i>	Id. var. <i>gracilis.</i>
<i>Navicula maior.</i>	<i>Pl. nodiferum.</i>	<i>Cymbella</i> sp.
	<i>Gomphonema constrictum</i>	<i>Stauroneis</i> sp.

Río Fresco	La Junquera	San Martín
<i>N. viridis.</i>	<i>G. subclavatum.</i>	<i>Navicula viridis.</i>
<i>N. vulgaris.</i>	<i>G. angustatum.</i>	<i>N. criptocephala.</i>
<i>N. peregrina.</i>	<i>G. olivaceum.</i>	<i>N. oblonga.</i>
<i>N. criptocephala.</i>	<i>Rhoicosphenia curvata</i> K.	<i>N. limosa.</i>
<i>N. angusta.</i>	<i>Achnantes</i> sps.	<i>N. elliptica.</i>
<i>Cymbella cespitosa.</i>	<i>Coconeis placentula.</i>	<i>N. vulgaris.</i>
<i>Staurosira acuminata.</i>	<i>Nitschia</i> sp.	<i>Mastogioia braunii.</i>
<i>Pleurosigma noaijerum.</i>	<i>Synedra pulchella</i>	<i>Pleurosigma nodiferum?</i>
<i>Comphonema olivaceum.</i>	<i>S. acus.</i>	<i>Vel Spencerii.</i>
<i>Achnantes minutissima.</i>	<i>S. ulna</i> , formas.	<i>Gomphonema olivaceum.</i>
<i>Ach. lanceolata.</i>	<i>S. actinastroides.</i>	<i>Achnantes</i> sps.
<i>Fragilaria virescens.</i>	<i>Diatoma vulgare</i> , formas.	<i>Navicula rinchocephala.</i>
<i>Denticula elegans.</i>	<i>Surirella ovata.</i>	<i>N. radiosa.</i>
<i>Synedra ulna.</i>	<i>Cyclotella</i> sp.	<i>N. serians.</i>
<i>Coconeis placentula.</i>	Infusorios (<i>Stilonichia</i>).	<i>N. dicephala.</i>
<i>Coconeis pediculus.</i>	Nematodos	<i>N. angusta.</i>
<i>Cymatopleura soiea.</i>	Larva?	<i>Epithemia</i> sp.
<i>Surirella ovalis.</i>		<i>Coconeis</i> sp.
		<i>Synedra ulna</i> y sps.
		<i>Nitschia tryblionella.</i>
		<i>Nitschia sigmoidea.</i>
		<i>Surirella ovalis.</i>
		<i>S. ovata</i> var. <i>San Romaneæ</i>

Un tipo muy pobre, de agua sulfatado cálcica, es el que pongo a continuación como apéndice a estas aguas incontroladas.

EL TORCO (GALILEA, LOGROÑO).—Esta es una fuente sulfatado cálcica que no figura en los catálogos hidrológicos y no la conocen más que en este pueblo y en el contiguo, Corera, donde la usan para afecciones digestivas (lám. I, fig. 2).

Todo este terreno es miocénico y la fuente nace en un barranco, al pie de un talud de arcillas y maziños; en esta zona no asoman a la superficie capas de yeso, pero deben estas infrapuestas porque el agua, como la de los pozos de estos pueblos, es sulfatado cálcica.

En la pared del manantial hay culantrillo (*Adiantum capillus veneris*) y un musgo (*Didymodon tophaceus* (Brid) Jur.), ambos calcícolas. El culantrillo, tan común en rincones húmedos de substrato calizo, en esta región es el único sitio donde se encuentra.

En el pocillo margoso donde se vierte el agua apenas hay flora macroscópica (*Chara fetida* f. *reducta* incrustada) y microflora de pocas especies:

- Conferva vulgare* Pasch. y *C. elegans* Pasch.
Cymbella cimbiformis en masa, formando capa verde.
C. ventricosa Kütz.
Navicula viridis Kütz. y *Navicula* sp.
Amphipleura pellucida Ehr.
Diatoma vulgare Bory.
Synedra ulna Ehr.

En mi trabajo sobre Diatomeas de Aragón pueden verse también especies de aguas salinas libres de Zaragoza que no figuran en esta Memoria.

COMPOSICION QUIMICA DE PLANTAS DE DISTINTA AGUA

La primera consideración que me sugirió el estudio de la flora hidromineral fué la de si existirían en la composición química de plantas de la misma especie, comunes en distintas aguas, diferencias proporcionales a las de las aguas.

Para concretar en este aspecto me fijé en dos especies, *Nasturtium officinale* y *Sium litifolium*, que se presentan en La Junquera y río Fresco, y como los análisis completos son muy dificultosos, me limité a determinar el calcio en ambas aguas, y además otro dato que considero importante, que es el de relación entre agua y materia seca.

Estos análisis los he verificado en el Laboratorio de Química técnica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza, asesorándome los químicos que investigan en el mismo.

Para todas las observaciones he procurado elegir ejemplares de un desarrollo equivalente en las dos aguas, y además en la misma época, dada la variación química durante el ciclo vital.

Respecto a cantidad total de agua, tratándose de especies acuáticas, entiendo que han de pesarse primero mojadas, y aunque esto signifique un error, operando lo mismo para todos los lotes tiene valor comparativo. Recogí un grupo de cada una, y después de cortar las raíces y lavarlas bien, dejando escurrir y exprimiendo el grupo entre las manos, hice la primera pesada inmediatamente.

El motivo de cortar el sistema radical fué para asegurar más

que no pudiera quedar ninguna partícula del limo, quedando el conjunto tallo hojas, pues en la época de las determinaciones no había ninguna flor. Es sabido que la proporción de agua y cenizas, calcio, etc., varía en los distintos órganos de las plantas, pero para establecer comparación, siendo lotes semejantes, creemos que puede servir esta determinación global.

Por otra parte, al existir en las especies acuáticas absorción por toda la superficie sumergida, resultan más influenciados directamente por el agua el tallo y las hojas que las raíces.

Para las cenizas y el Ca tomamos como punto de partida el peso de las plantas, desecadas en la estufa a 100°.

Para determinar el Ca tratamos las cenizas dos veces por ClH hasta evaporación, después diluido y filtrado (toma color amarillo de hierro), luego hemos tratado por NH₃, separando el precipitado; el filtrado por oxalato en caliente; filtración con filtro fino; calcinación en crisol y por diferencia de peso OCa, multiplicando después por el factor 0,7146 para tener calcio.

Estas determinaciones, que en teoría parece deban resultar exactas, en la práctica llevan errores, sobre todo porque varía la temperatura de calcinación en la mufia, aunque se gradúe lo mismo y se tenga el mismo tiempo. Desde luego que la tasa de Ca varía en los vegetales, siendo distinta para las especies, pero con todo llama la atención que en los *Sium* los valores de calcio sean notablemente más bajos que en los berros; acaso por diferencia de calcinación. De todas maneras para cada especie hemos operado simultáneamente.

Hacemos constar los valores de la segunda determinación, verificada en marzo de 1949.

La Junquera (Ca = 0,481 gr. por litro)

	En freseo — Grs	Agua	Mat. seca a 100° — Grs.	Ceniza — Grs	Calcio — Grs.
<i>Sium latifolium</i>	100	93,7	6,3	1,32	0,0614
<i>Nasturtium officinale</i>	100	94,15	5,85	1,64	0,102

Río fresco (Ca = 0,0536 gr. por litro)

	En fresco — Grs.	Agua	Mat. seca a 100° — Grs.	Ceniza — Grs.	Calcio — Grs.
<i>Sium latifolium</i>	100	94,65	5,35	1,132	0,0512
<i>Nasturtium officinale</i>	100	95,74	4,26	1,28	0,128

Para que resulte más manifiesta la proporción del calcio en las cenizas, vamos a expresarla en igualdad de peso :

Proporción de Ca en las cenizas del *Sium latifolium*.

En La Junquera 1 gr. de ceniza de *Sium* = 0,046 de Ca
 En Río Fresco 1 " " " = 0,045 de "

Proporción de Ca en las cenizas del *Nasturtium officinale*

En La Junquera 1 gr. de ceniza del Berro = 0,062 gr. de Ca
 En Río Fresco 1 " " " = 0,096 " "

Destaca a la vista de estos cuadros que las plantas del agua más mineralizada están menos embebidas que las de escasa mineralización, lo cual corresponde a la observación que hemos hecho en fresco de que aquellas son más consistentes.

Antes de razonar sobre el calcio, tenemos que decir que estas especies son de las que no se incrustan, y que al microscopio en los cortes no se aprecian concreciones exteriores ni microcristalización interna.

Los cristales de oxalato, tan frecuentes en otras especies acuáticas, no se presentan en éstas. Creemos que sea una de tantas particularidades bioquímicas de estas especies, por lo menos en el estado de desarrollo que las hemos examinado, y que no parece depender de la reacción del medio, ya que sucede lo mismo en distintas aguas.

Respecto a las proporciones de calcio, aunque no conocemos de estas especies otros análisis que nos pudieran servir de compara-

ción, parecen débiles respecto a las cifras que se dan para otras plantas.

En las especies higrófilas, donde se ha determinado el Ca, resulta más baja la proporción de este elemento que en las terrestres pero aún es superior a la que doy en estos análisis.

No resulta tan llamativa esta desproporción si se tiene en cuenta que la diferencia específica de composición relacionada con la necesidad de elementos, es una realidad, y, además, que mis ejemplares han sido recolectados en período de desarrollo, antes de florecer, que es cuando se intensifica la asimilación. Recordemos que la proporción del Ca va aumentando durante el desarrollo de los vegetales, y con estas consideraciones no parecerán anormales estas tasas tan pequeñas que damos.

Lo primero que llama la atención al comparar la proporción de Ca del *Sium* en dos aguas tan diferentemente calizas (una nueve veces más que la otra), es que apenas se note diferencia. Esto nos sugiere recordar que las plantas, como organismos, tienden a conservar su composición, ofreciendo una gran resistencia al cambio, a pesar de la actuación constante del medio.

En las plantas terrestres, donde se ha estudiado, hay experiencia contradictoria. En general, hay diferencia, según que se desarrollen en suelos calizos o no calizos, pero también sucede que en los suelos silíceos acusan las cenizas una notable proporción de Ca.

Hay que tener en cuenta que el poder de asimilación es distinto, según las especies. Desde luego que el Ca ionizado del agua es muy asimilable, pero recordemos que en el organismo humano, a pesar del uso insistente de las aguas cálcicas, es dudoso el aumento del Ca en la sangre, y todavía hay que descontar que no es lo mismo Ca circulante que asimilado. En nuestro caso vemos que el *Sium* no es exigente respecto a este factor, puesto que se encuentra en aguas de distinta dureza, y que le basta con la débil proporción de Ca del agua oligomineralizada, y que al encontrarse en agua de mayor concentración no utiliza más.

Pero el caso más notable es el del berro. Nosotros descontábamos antes de empezar estas determinaciones que en el agua fuertemente caliza las plantas tendrían más calcio, que en la que apenas deja residuo, y en los berros sucede lo contrario: los *Nastur-*

tium officinale del río Fresco nos han dado más calcio que los de La Junquera.

Para una explicación satisfactoria nos faltaba conocer el análisis completo de estas aguas, ya que en la asimilación del Ca influyen los aniones y cationes Cl, K, Mg, SO₄, etc. Del agua de Castañares sólo determiné residuo, dureza y Ca. De La Junquera, además del Ca, Cl = 0,274 grs. por litro y SO₄ = 0,537 gramos por litro.

Vemos que es un agua con más sulfatos que cloruros, y acaso esta desproporción sea un obstáculo para la asimilación del Ca y, en cambio, el del agua oligoelemento química del río Fresco sea más absorbible y asimilable.

Me sumo a los que opinan que el SO₄ sea un factor desfavorable para la asimilación, por lo menos para estas plantas, por estos motivos:

1.º Porque en las aguas sulfatado sódico-magnésicas no se encuentran.

2.º Porque en las aguas sulfatado cálcicas, como la de la La Junquera, tienen en general menos desarrollo que en otras potables de menor dureza.

El SO₄ descompensado, es decir, en un exceso de proporción que acidifique el medio interno, lo considero incompatible. Lo que falta precisar es hasta qué grado puedan tolerarlo las especies.

Estas consideraciones pueden dar razón de la discrepancia respecto al *Nasturtium*, y no vemos un obstáculo fundamental el que no se dé en el *Sium*, ya que la bioquímica de las especies es distinta.

En resumen, de estas primeras observaciones hemos sacado la consecuencia de que el efecto químico del agua sobre las plantas que sustenta es muy complejo y que no se puede establecer *a priori* por influir características biológicas e interacciones bioquímicas poco conocidas.

La clínica hidrológica ha comprobado la actividad de las aguas oligometálicas, y nuestras incompletas observaciones en las plantas también se inclinan hacia este sentido. Es probable que aguas cálcicas, sin factores interferentes, como el exceso de SO₄, aumenten el Ca., pero no puede darse como un hecho general e indudable.

Sobre estas plantas inicié también un examen microquímico, pero me parece que no debo exponerlo hasta conseguir perfeccionar la técnica.

INFLUENCIA DEL CONJUNTO DEL MEDIO EN LA MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA

Por lo referente a la influencia de las aguas en la morfología y estructura, tenemos que considerar el conjunto de factores. El efecto de la composición química sólo lo podemos abstraer para el aspecto de que acabamos de ocuparnos; en lo estructural, va unido al complejo de factores.

Más evidente es la adaptación morfológica y estructural de las plantas a las condiciones físicas, como son la corriente y la profundidad del agua, que a las químicas.

No es que neguemos que influya la composición en la morfología; al contrario, antes hemos apuntado que pudiera suceder en las Carófitas y en otras sumergidas, pero no está comprobado como para los factores mecánicos, y, en todo caso, éstos son inseparables.

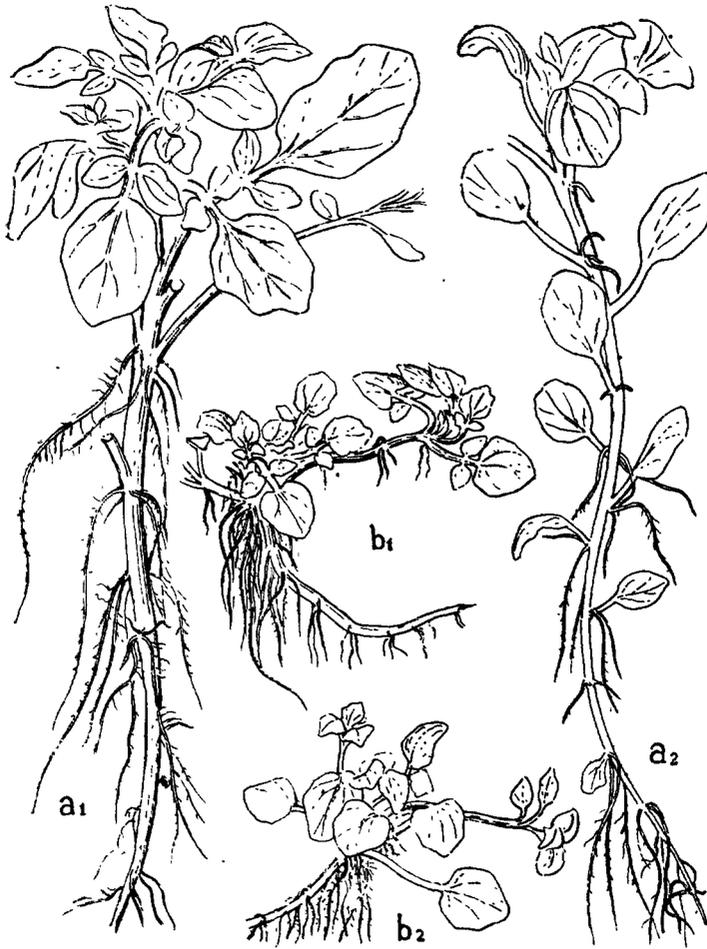
La estructura resulta de un plan orgánico acomodado a las circunstancias del medio. El desenvolvimiento del organismo compendia las características biológicas y el efecto del medio.

Para concretar en el aspecto morfológico estructural nos hemos fijado en las mismas especies: *Nasturtium officinale* y *Sium latifolium*.

El *Sium latifolium* es de una dispersión muy amplia. Respecto a la cuenca del Ebro, no sólo se encuentra en las partes bajas, como las dos fuentes donde las citamos, sino hasta 1.400 metros («Chilizarrías», Sierra de San Lorenzo). Es común en las aguas no salinas.

Asimismo el berro se encuentra comúnmente en las aguas potables de distinta mineralización, tanto en las cálcicas duras, como en las de terrenos silíceos y a distintas altitudes. Nosotros lo hemos visto hasta 1.300 m., y Losa, en Andorra, a 1.600 m., muy reducido y rastroso por la poca profundidad del agua. Sin embargo, falta en muchas aguas de las montañas, acaso porque en

LÁMINA VI



Cuatro formas estacionales del Berro en La Junquera; a_1 , hojas con foliolas en mucha agua; a_2 , id. de limbo entero; b_1 , hojas con foliolas en muy poca agua; b_2 , id. de limbo entero en el mismo medio. Mitad del tamaño natural.

estas altitudes necesite estar resguardado y recibiendo más luz solar directa para su desenvolvimiento.

En estas dos especies, como sucede en todas, existe una amplia fluctuación, de manera que no hay dos ejemplares iguales, pero en medio de este cúmulo, observando sistemáticamente gran número de ejemplares de La Junquera y río Fresco, en su morfología externa y en los cortes de tallos y peciolos he podido observar cómo influyen la profundidad del agua y la corriente en el porte y en la estructura.

De las variaciones del berro nos ilustra la lámina VI. Cuanto menor es la profundidad del agua, adquiere más relación con el fondo por sus raíces y el tallo tiende a rastrero. En mucha agua, 20 cms. o más, se vuelve completamente vertical, las raíces de los nudos caulinares se alargan en el agua y sólo queda unida al fondo por una raicilla del extremo, de manera que con una ligera tracción se desprende del limo y parece flotadora.

Adquiere este porte por las necesidades vitales, alargándose hacia arriba para buscar la luz y formando las hojas, extendidas en roseta, hacia arriba; por abajo faltan ramas, no hay más que raíces acuáticas.

Se notan diferencias no sólo en el porte y en el tamaño, sino también en la consistencia; siendo más tiernos (con mayor proporción acuosa) los que viven en más fondo, e inversamente.

Aparte de esto se encuentran variedades en la morfología foliar, que considero genotípicas. Netamente, se distinguen algunos pies de hojas enteras, y otros de hojas divididas en foliolas, tanto en las plantas rastreras de la orilla, como en las flotadoras. No comprendemos que esta diferencia pueda responder a una adaptación al medio, sino a modalidades de constitución cromosómica, transmisibles según los descubrimientos de Mendel. Recordemos que en los berros se han distinguido tres tipos de guarnición cromosómica.

La consistencia apreciable al tacto y la estructura, revelada al microscopio, tienen una adaptación paralela. Si observamos al microscopio dos cortes transversales de tallos del mismo diámetro, uno en poca agua y otro en mucha agua, podemos ver que el parénquima cortical del segundo es más esponjoso, estando más desarrolladas las lagunas intercelulares. Inversamente, se aprecia que

LÁMINA VII

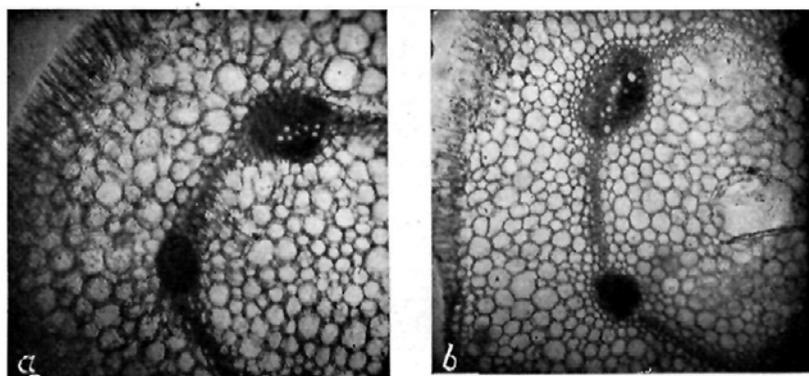


Fig. 1.—Cortes del tallo de dos *Nasturtium officinale*; *a*) en agua corriente. *b*) en agua remansada. Obsérvese el espacio fistuloso central.

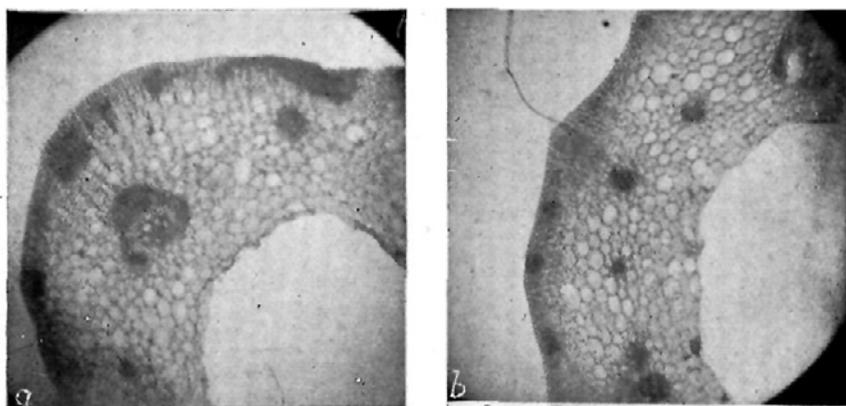


Fig. 2.—Cortes del tallo de dos *Sium latifolium*, *a*) en agua corriente. *b*) en agua remansada. Obsérvese la diferencia en los colénquimas.

Microfotografías de secciones de tallos en agua corriente y remansada.

el conjunto de resistencia del periciclo y cilindro central está más acusado en relación con la corriente del agua. De esto dan idea las microfotografías de la lámina VII.

Belzung, en el capítulo de influencia del medio sobre la estructura, dice que en los tallos acuáticos del berro disminuye el número de vasos, ya que el agua penetra directamente por toda la superficie sumergida, y acompaña una figura de cortes transversales (porción interna) de tallo acuático y aéreo del mismo individuo, con tres a seis vasos en cada haz del tallo acuático y de ocho a doce en el tallo aéreo. Tengo que notar que el número de vasos de mis ejemplares es mayor, contándose de 10 a 14 por haz, y que no hay diferencia de número en las plantas sobre barro de la orilla respecto a las plenamente sumergidas. Acaso se trate de razas distintas.

Los biotipos verticales se encuentran en aguas remansadas, faltando en los cauces de corriente fuerte.

Las observaciones *in situ* sobre el *Sium latifolium* son análogas, y separando ejemplares en distintos fondos de una misma agua hubiera podido dibujar una lámina semejante a la del berro. El porte y la consistencia relacionados con la masa y velocidad del agua, como en todas las acuáticas.

Hay que atender a las condiciones físicas del medio (si se trata de agua estancada, de corriente fuerte, etc.), porque si no, al encontrar diferencias de consistencia y de porte entre los ejemplares de aguas muy mineralizadas y poco mineralizadas, puede atribuirse a esta condición, y no al motivo de mayor importancia.

Para precisar el efecto de la corriente en la estructura me fijé en los mismos *Sium* de La Junquera, en agua tranquila, y de Castañares, en plena corriente, y observé al microscopio secciones practicadas en tallos lo más parecidos en altura y en grosor.

Esta especie es fistulosa, con un hueco central en los tallos, que continúa por los peciolos y además en el parénquima, como en todas las plantas acuáticas, están muy desarrollados los espacios intercelulares.

Todo este vaciado interno, que tiene como finalidad más importante disminuir el peso de la ramificación para que se extienda dentro del agua, va compensado por un sistema de refuerzo constituido por tiras de colénquima cortical y perivascolar, como se ve

en las microfotografías que acompañamos (los círculos más pequeños son canales secretores).

Es de notar, y hay que tenerlo en cuenta para no llegar a conclusiones erróneas, que la estructura de los tallos varía en una misma planta según la altura a que se verifique la sección, y que tratándose de pies procedentes de distintas aguas es aventurado dictaminar sobre variación de estructuras, dada toda esta fluctuación.

Sin embargo, habiendo elegido para las secciones tallos muy semejantes, se nota que en el agua corriente están más aumentados los tejidos de resistencia, que en el agua más detenida.

Todo esto que hemos observado asimismo en el berro común, aunque la estructura sea de otro tipo, como se ve en más microfotografías (lámina VII, fig. 1), evidentemente es una adaptación de resistencia a la corriente del agua. Antes hemos dicho que, en conjunto, las plantas en agua dura sulfatada cálcica se desarrollan menos y parecen más consistentes, y en el análisis dieron menos proporción de agua que las procedentes de agua fina sin sulfatación, pero al observar ejemplares análogos vemos influir preponderantemente las condiciones físicas. En nuestro concepto, aunque engarzado todo en el plan orgánico, el efecto de la composición química parece menos dirigido hacia la morfología y la estructura.

Como resultado de este primer estudio, hemos visto variaciones morfológicas y estructurales en las plantas de aguas de distintas condiciones físicoquímicas, pero no podemos conexionarlas con la composición química, más bien parecen manifestaciones del poder adaptativo de estos organismos a las condiciones físicas del medio.

ESTUDIO ESPECIAL SOBRE ALGUNOS BALNEARIOS

Además de la flora detallamos el substrato sobre el cual se encuentra y hacemos consideraciones sobre el valor terapéutico de la de cada Balneario.

Al verificar el estudio he tomado dibujos al microscopio, en los que pueden verse detalles que no caben en la descripción.

En las láminas se destaca la diferencia de la flora en relación con la naturaleza del agua. En las sulfurosas, aunque son las que

producen mayores masas bacterianas, es pobre en especies. En las oligometálicas, al contrario, es muy variada.

Como ejemplo destacado he puesto en la misma lámina la flora del manantial sulfuroso de Cucho y de la fuente cálcica del mismo Balneario.

Comenzaremos por los establecimientos de aguas sulfurosas, para seguir con otros tipos.

PARACUELOS DE JILOCA (ZARAGOZA)

Hice la visita a este Balneario el 29 de mayo, antes de inaugurarse la temporada, siendo recibido con mucha amabilidad y ofreciéndome toda clase de facilidades el propietario, señor García Serrano.

Esta agua tiene como características más destacadas para sus efectos terapéuticos, el desprendimiento de SH_2 y la proporción de SO_4 y Mg. Es de notar que la flora verifica un intercambio SO_4 - SH_2 , lo que confiere un valor especial, aunque en el análisis, expresado por sales, dominen los cloruros sobre los sulfatos.

A la vista llama la atención el lodo blanco, denominado glerina, y la concreción de sulfato cálcico y magnésico, con azufre, que se deposita en la pared por efecto de la evaporación y del sulfhídrico.

Desde el nacimiento, en todo el trayecto, es un agua blanqueante, como dicen los franceses, donde no se aprecia la menor tonalidad verde que hiciera pensar en vegetación clorofilica. Forma copos blancos, parecidos al jabón cortado por las aguas duras, que se reúnen en las márgenes y fondos, formando cubiertas y depósitos blancos, grisáceos o de tonalidad siena al mezclarse con partículas térreas.

El agua sale entre capas de yeso y tiene olor sulfhídrico; encima de la pila de los baños nuevos se ve cristalización de sulfato cálcico, y además tiene sabor amargo. Por estos caracteres y por lo que hemos visto al microscopio, parece sulfatado sulfhídrico, pero está clasificada como clorurado sulfurosa.

LODO BLANCO FLOTANTE.—Es idéntico el de ambas fuentes, aunque nos referimos, por haber tomado allí las muestras, al de los baños viejos.

Recogido y dejando escurrir el agua es un lodo blanco puro de olor sulfhídrico y que da al tacto una sensación muy suavé. Sin embargo, al frotarlo entre los dedos en capa fina se nota cierta aspereza, debida a que lleva mezclados, como se ve al microscopio, cristalitas de yeso, granos de arena y otras partículas extrañas (restos vegetales, etc.). En el agua se dispersa en copos finos, pero reunido, y cuanto más desecado, es untuoso, correspondiéndole propiamente la denominación de *lodo sulfuroso*. Al cabo del tiempo conserva el color blanco puro, pero pierde el olor sulfhídrico.

Al CIH no se disuelve absolutamente nada. Calcinado pasa de blanco a amarillo con olor a pajueta, etc., que denota gran proporción de azufre.

Al microscopio esta materia es de tinte terroso por refracción, disgregada en pequeñas masas irregulares, sin contornos definidos, granulados y con microcristales; los trayectos más claros, como membranáceos o mucoides; los más espesos, granuloso oscuro.

Se ven diseminados cristales de sulfato cálcico y otros menos identificables; algunas agrupaciones cristalinas nodulares (con poco aumento, como granos de pimienta, y más aumentados, como en la lámina VIII, *a*). Una gran parte de la microcristalización pudiera ser de azufre, pues tratando la extensión seca con sulfuro de carbono, se disuelve en parte, reapareciendo halos amarillos al evaporarse este disolvente.

ASPECTO CON FUERTE AUMENTO, EN INMERSIÓN.—Surgiendo de los bordes de estos copos y mezclados entre la materia amorfo cristalina más clara, se aprecia una trama de filamentos sinuosos de una media micra de diámetro; algunos finos y menos refringentes, otros contrastados. Algunos fragmentos más gruesos se ven granulados, pero no se puede precisar si son granulillos adheridos o internos, e incluso si esta apariencia es de estructura espiriloide. No he visto claramente ramificados, y por lo menos los del borde, como los dibujados en la lámina VIII (*b*), son sencillos.

Esta es una de tantas bacterias espiriloides filamentosas que no se pueden identificar sin cultivo. Por el aspecto y habitat encuadra en el género *Thiospirillum*, ¿*Spirillum desulfuricans* Beyer.? (Berley no admite esta especie).

No hemos encontrado otros organismos. Algún corpúsculo como el señalado en la figura (d) tiene falsa apariencia de croocácea encapsulada y retraída, siendo probablemente espacios que dejan grupos cristalinos.

Aunque diferenciables por su aspecto, algunos microcristales semejan bacilos, y otros formas ramificadas de bacterias.

LODO DE LAS PAREDES, NO FLOTANTE.—Tiene tonalidades hacia gris ceniza o terroso. Domina en las preparaciones el aspecto microscópico anterior: copos y membranas con trama espiriloide, partículas de limo térreo, granos de sílice y más cristales que en las anteriores. Desde luego, al evaporarse las preparaciones se forman muchos más cristales de sulfatos cálcico y magnésico.

En estas preparaciones, además del *Spirillum* fundamental, salen otros organismos.

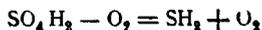
Se ve fijo al substrato por materia gelatinosa *Thiothrix tenuis* Win. en hilos aislados (f), y también irradiado sobre grumillos sueltos, de manera que este carácter no vemos que pueda servir para diferenciar especies. Algunos filamentos de *Beggiatoa alba* Trev. con granulaciones probablemente de azufre (e).

No hay algas ni diatomeas y, en cambio, existe fauna: un Halacárido, un Rotífero, un Nematodo y una forma amiboide. Es muy notable que estos animalillos se adapten a un agua tan sulfatada y sulfhídrica, donde falta la vida vegetal clorofílica.

LODOS DEL MANANTIAL DEL BALNEARIO NUEVO (EN LA OSCURIDAD). Las muestras que recogimos aquí son de materia sienácea, con opalescencias blancas y partículas negruzcas y rojizas.

Al microscopio se ven masas turbias como las anteriores, con los mismos sulfobacterias, cristalillos de yeso, granos de sílice, azufre y partículas opacas extrañas de leño y carbón.

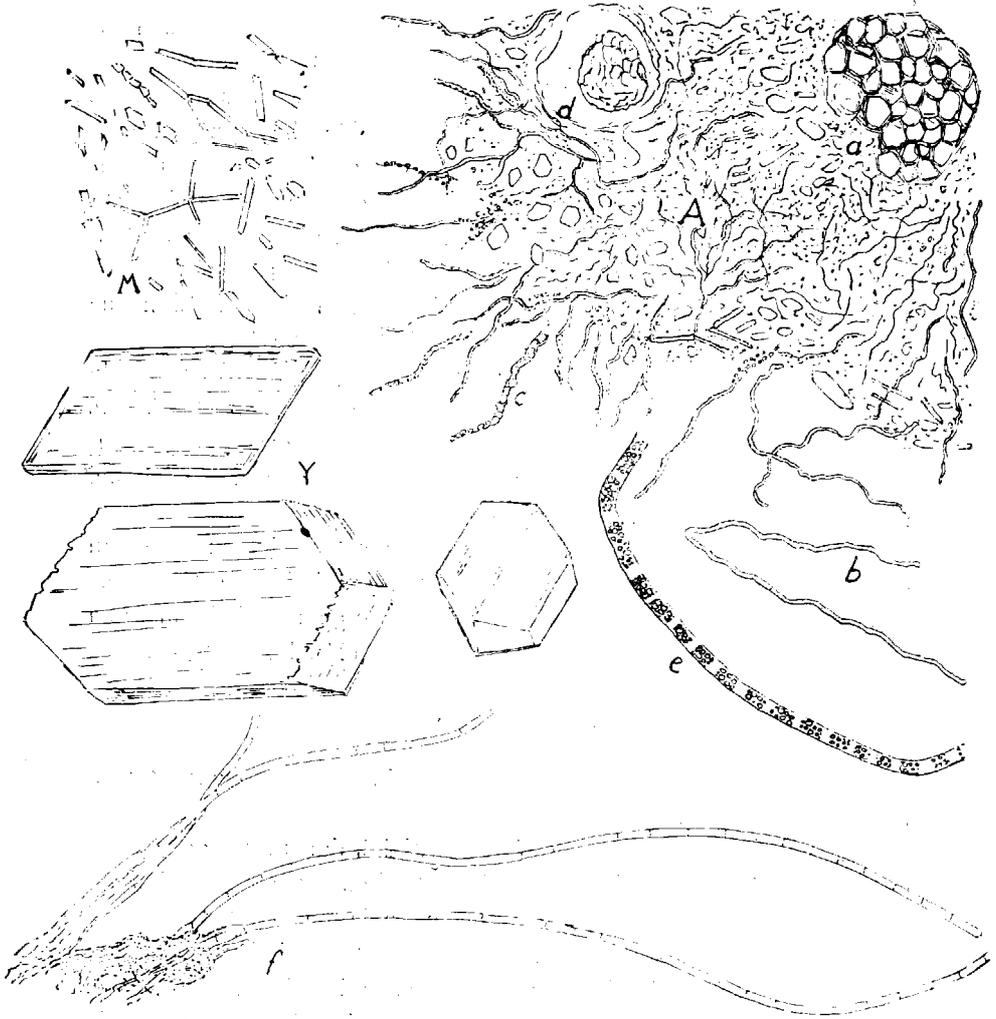
CONSIDERACIONES.—Se ha observado que esta agua, en su origen, tiene poco olor sulfhídrico, y que lo adquiere progresivamente. Este hecho está en relación con su microflora. Los *Thiospirillum* y *Thiothrix* son del grupo de bacterias que desprenden este gas al reducir los sulfatos, según esta reacción:



De manera que son la fuente del sulfhídrico. De Beggiatoas, que verifican la reacción inversa, por lo menos en las preparaciones

Lámina VIII. Elementos morfológicos de los lodos
de Paracuellos de Jiloca.

- A.—Aspecto del borde de un grumo, en inmersión, con cristallitos diseminados y trama espiriloide.
- a.—Aglomeración de azufre octaédrico.
- b.—*Spirillum (thiospirillum) desulfuricans*.
- c.—Espirilo con granulación.
- d.—Grumo con apariencia de croocócácea.
- e.—*Beggiatoa alba* Trev. Con granulillos internos de azufre.
- f.—*Thiostrix tenuis* Win. Cubierto en la base por vaina mucoide.
- M.—Microcristales de sulfatos y azufre.
- Y.—Cristales monoclinicos de yeso.



Elementos morfológicos de los lodos de Paracuellos de Giloca. Aumento 800.

que hemos examinado se han visto pocas. No entro en la profundidad del origen de estas bacterias, asunto difícil, pero este sulfhídrico de Paracuellos, por la geología, no es de origen volcánico o eruptivo, sino bacteriano.

Recordémos también la observación de que el lodo con el tiempo pierde el SH_2 (porque mueren las bacterias).

Hemos observado en las preparaciones que en las porciones de limo donde se ve trama espesa espiriloide, hay poca microcristalización; e inversamente, que en otras sólo se ven microcristales. En esto creemos encontrar una corroboración de esta bioquímica bacteriana, que donde se presentan reducen los sulfatos.

Vemos en este caso una dependencia de la composición química con la flora. Y el metabolismo de ésta, con la modificación que determina en las aguas, es parte del efecto terapéutico.

Mi compañero, el doctor Esteban Múgica, médico director de este Balneario, sinteriza las indicaciones principales de estas aguas en procesos con alteración del drenaje biliar, procesos de naturaleza alérgica y procesos cutáneos o articulares, con alteración del metabolismo azufrado.

De los componentes más activos para estos efectos, que son el Mg, el SO_4 y el SH_2 , vemos que estos dos últimos están intervenidos por el metabolismo de la flora. Es, en realidad, un agua química biológica, interviniendo en la ionización las bacterias.

CUCHO (BURGOS)

Estuve en octubre, ya cerrado el Balneario por haber terminado la temporada.

LODOS.—El agua deja en el manantial lodos untuosos y cenicientos de olor sulfhídrico. Recogí en tubitos muestras de los sedimentados en el fondo y las paredes de la pila, y también por encima del nivel del agua, o sea en substrato mojado.

Son de una tonalidad general blancuzca; los depositados en el fondo de la pila más oscuros, gris ceniza, y los de los bordes y la superficie, más blancos o ligeramente siena.

Disociados a simple vista, a pesar de su pequeñez se aprecian algunos copos como membranas desflecadas, otros grumitos grises o blanco puro sin este aspecto, granitos arenáceos y partículas arcillosas.

Al microscopio, al dejar caer el cubre, se separan en la gota de agua en una suspensión fina, y tanto los grumos blancos como los grises se ven por refracción de un tono siena claro o rojizo.

Con poco aumento se resuelven los copos en granos globosos, alargados o vermiformes, opacos, con azufre entre una materia traslúcida, granujenta y microcristales. En algunos se ven marañas de filamentos, y en otros hilillos flexuosos.

La preparación seca se disuelve parcialmente en sulfuro de carbono, viéndose aparecer azufre al evaporarse.

ASPECTO MICROSCÓPICO CON FUERTE AUMENTO (lámina IX, n, o). Se ve una materia granulosa de la que surgen y también invaden el interior, filamentos largos, sinuosos, de 1,5 a 2,5 μ de grosor de *Beggiatoa alba*. También aparece trabada la materia por otros filamentos mucho más finos, escasamente de 0,5 μ , sinuosos, ondulados o espiriloides, sin poder precisar si son sencillos o ramificados, tubulosos o tabicados. Se distinguen en los bordes y donde la masa es más clara; en las aglomeraciones granulosas no se pueden ver. Estos los consideramos, como los de Paracuellos, *Spirillum desulfuricans* (*Thiospirillum*).

En las *Beggiatoas* se ven distintas fases de asimilación; unas hialinas, otras con granos refringentes muy claros de azufre. En los *Thiospirillum*, los granos refringentes parecen adheridos, no apreciándose el interior.

Algún trozo de *Beggiatoa*, y lo mismo algún desflecado del *Spirillum* del borde de los grumos, con cierta iluminación adquiere un tono azul muy pálido.

Aparte de éstos, dispersos por las preparaciones, se encuentran algún filamento, articulado y con vaina, de 0,8 μ de grueso, de *Phormidium angustissimum*, cianoficea, aunque de aspecto semejante a bacteria filamentosa (*p*).

No hay diatomeas ni algas, ni tampoco en ninguna preparación ha salido organismo animal.

En esta flora endógena, conexas con la composición del agua con relación al Balneario anterior, se observa abundancia de *Beggiatoa*, que en aquél era escasa. Esta es un agua más sulfúrica, y aquélla más sulfatada. Por eso dominan en Cucho las *Beggiatoas*, que asimilan directamente el SH_2 , elaborando azufre, cuyos gránulos se ven en el tricoma en cayado de la figura.

También se encuentran en esta agua los *Spirillum* que utilizan los sulfatos de residuo del metabolismo de la Begiatoas.

El doctor Lucas Gallego, médico director del Balneario, me ha comunicado los resultados favorables de la aplicación de estos lodos en eczemas y algunos procesos articulares rebeldes.

Aparte de la materia orgánica y la mineralización, en estos procesos donde interviene una alteración del metabolismo del azufre se recibe con el lodo un ambiente de metabolismo bacteriano de este mismo elemento, que transmineralizado tiende a corregir el déficit.

FUENTE DE AGUA POTABLE.—Para destacar la peculiaridad florística del agua sulfurosa observé también la fuente potable que está en el parque, muy cerca de la hidromineral. Es un agua límpida, sin suspensión de peloides ni materia blanca, como la anterior.

El mismo compañero también me ha comunicado que esta agua tiene efecto diurético, por ser cálcica, y en este sentido es medicinal.

Recogí muestras de las masas verdosas de las paredes cuya microflora la representamos en parte en la misma lámina IX.

Cianofíceas:

Chroococcus coherens (Breb) Näg., de 4-7 μ , con células sencillas, dobles y en división.

Ch. turgidus (Ktz.) Näg. Alguno suelto en cada preparación y en masas aglomeradas.

Merismopediæ glauca (Ehr.) Näg. Células de 3 a 6 μ de diámetro. En agrupaciones densas, apreciables a simple vista como copos verde azulados. Es de lo más frecuente.

Phormidium Retzii (Ag.) Gom. En general muy finos y surgiendo del substrato terreo.

Oscillatoria irrigua (Ktz.) Gou. En las preparaciones siempre he visto filamentos sueltos, flotantes. Células de 3-4 μ de anchura y los filamentos generalmente de 10 μ ; longitud desde unas 20 μ , los formados por pocas células (Borzia), hasta 1 mm., con los dos extremos redondeados y algunos con célula apical, como en la figura. Es una cianofícea de color verde.

Diatomeas: Lo que más abundan son formas de *Diatomea vulgare* Bory; alguna *D. elongata*.

Siguen en frecuencia las *Navicula* y *Fragillaria*.

Aunque en el recuento son menos los ejemplares, llaman más la atención, por ser mayores, *Cymbella* y *Synedra*. *Synedra ulna* en ejemplares más bien pequeños, así como *Cymbella turgida* (Græg.) Cleve de 36 por 10 μ .

Algas verdes: La que más abunda es una *Spirogyra* del grupo *gallica*, indeterminable por no encontrarse en reproducción. Células entre 73 y 118 μ de largo, con un cromoplasto de cuatro a siete vueltas, en general condensado, excepto en los extremos de los filamentos, donde se ve con mucha claridad, como en la figura.

Mougeotia sp. Como la anterior, indeterminable.

Cosmarium Botritis Men. 50 por 36 μ . Abunda mucho en todas las preparaciones. Algún cigoto en fase de división.

Conferva vulgare Pasch. Escasa.

Oocystis elliptica W., verde sucio. Bastante frecuente.

La fauna la hemos dejado sin determinar. Llaman la atención como más salientes dos especies de Rotíferos y un Nematodo. De formas mayores también hay alguna larva de Quironómido (no de mosquitos). Infusorios relativamente pocos.

La biocenosis corresponde a un agua potable cálcica débil, pues no se nota ninguna incrustación en las algas filamentosas verdes, como suelen presentarla en aguas más cálcicas.

GRÁVALOS (LÓGRÑO)

El doctor Abos me proporcionó un tubo con lodo de este manantial sulfuroso.

En conjunto, tiene aspecto ceniciento algo amarillo y granudo. En esta muestra hay desde polvo finísimo hasta fragmentos relativamente grandes, como costras de sedimentación. Estos trozos mayores tienen una capa negra como de 1 mm. de espesor, cubierta en una o en las dos superficies por otra blanca. Al binocular la costra negra se deshace en unas porciones negras brillantes de fractura concoidea, que parecen de antracita y granos de sílice (cuarzo), y la capa blanca—algo amarillenta—se desprende en copos finos parcialmente cristalinos.

Entre el polvo arenáceo hay partículas de la misma naturaleza: granos negros, partículas blancas, alguna amarilla y también

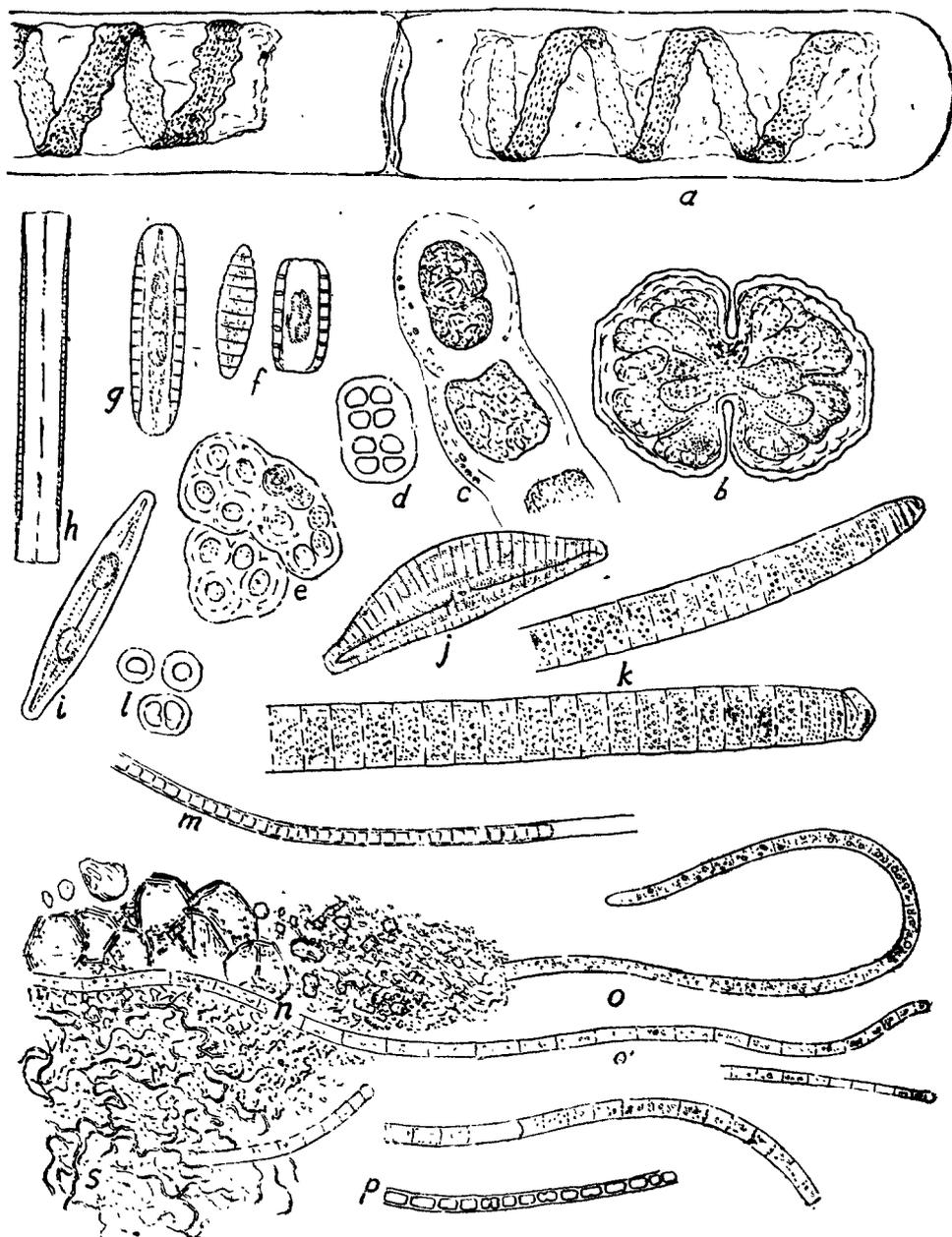
Lámina IX. Flora de la fuente cálcica y de la sulfurosa
del Balneario de Cucho.

Flora de la fuente cálcica (potable):

- a.—Extremo de un filamento de *Spirogyra* sp.
- b.—*Cosmarium botrytis* Men.
- c.—*Croococus turgidus* Näg., aglomerado.
- d.—*Merismopedia glauca* Näg.
- e.—*Oocistis* sp.
- f.—*Diatoma vulgare* Bory.
- g.—*Diatoma elongata*.
- h.—*Synedra ulna*.
- i.—*Navicula* sp.
- j.—*Cymbella turgida* Cleve.
- k.—Dos extremos de *Oscillatoria irrigua*.
- l.—*Croococus coherens* Näg.
- m.—*Phormidium Retzii* Gom.

Flora de la fuente sulfurosa:

- n.—Materia amorfa con azufre.
- o.—*Beggiatoa alba* con gránulos de azufre.
- o'.—Aspecto de las *Beggiatoa* sin azufre.
- p.—*Phormidium angustissimum* West.
- s.—*Spirillum desulfuricans* Bey. entre materia amorfa.



Flora de la fuente cálcica y de la sulfurosa del Balneario de Cucho. Aumento 600-800.

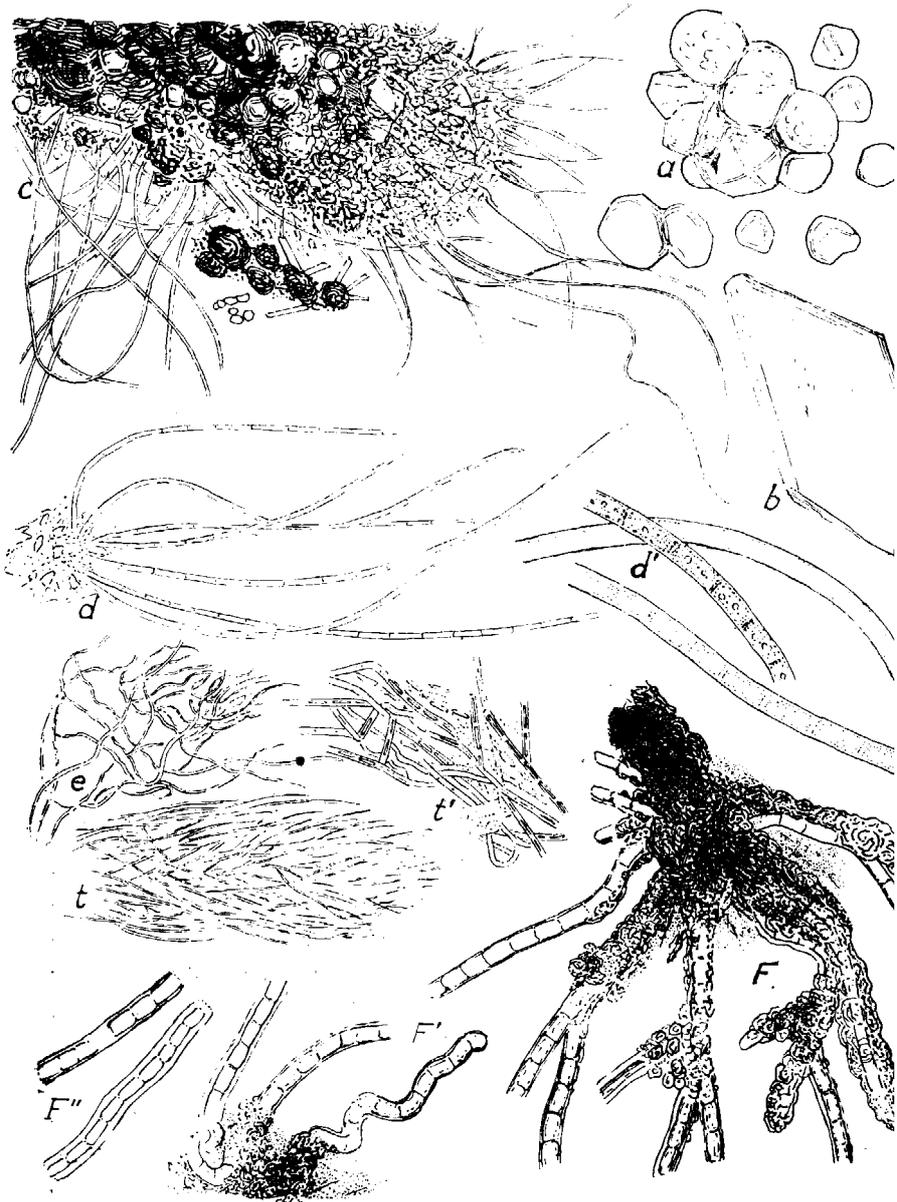
Lámina X. Flora de los lodos de Grávalos y debajo las
ferrobacterias de Fitero.

Lodos de Grávalos:

- a.—Granos de sílice y azufre.
- b.—Cristal de yeso.
- c.—Cabelleras de *Thiothrix tenuis* Win. en un grupo de materia amorfa con azufre.
- d.—Grupo de *Thiothrix* sobre materia amorfa flotante.
- d'.—El mismo con fuerte aumento viéndose un filamento hialino; otro segmentado con gránulos y otro con protoplasma homogéneo.
- e.—*Nocardia* sp.
- t.—Grupo formado por *Thiothrix tenuissima* Win.
- t'.—El mismo más aumentado.

Ferrobacterias de los lodos de Fitero:

- F.—*Leptothrix ochracea* Kütz. empastados por el hidróxido férrico que precipitan.
- F'.—Idem formas contorneadas.
- F".—Idem trozos desprendidos flotantes.



Flora de los lodos de Grávalos y debajo las ferrobacterias de Fitero.

de color de herrumbre y granitos de sílice. Tratado por ClH se ve que tiene una gran proporción de caliza.

Al microscopio (lámina X) se ven, además, algunos cristales de yeso corroídos, otros microcristales y gránulos que, por su pequeñez, no pueden identificarse, pero que en el sulfuro de carbono se disuelven parcialmente (azufre). Después de estos tratamientos quedan sin alteración múltiples granos que consideramos de sílice (a).

Todas las partículas blancas al microscopio se ven térreas y, en general, opacas por su espesor. Algunos traslúcidas, como la porción superior del grumo que se ha dibujado en la lámina X (c) tienen una estructura confusa, como de trama fibroso granujienta. También se encuentran grumos pequeños que tienen aspecto de mechón de cabellos, pero de contorno globoso. En todos se distinguen corpúsculos térreos y cristalinos.

FLORA.—De los copos surgen unos filamentos capilares incoloros, sinuosos, sencillos, de una micra de espesor y longitud hasta 100 y más (d) con 500 aumentos parecen como cabellos. En algunos grumillos hay pocos, pero, en general, son bastante densos, como en la figura.

En inmersión presentan los aspectos que dibujamos (d') hialinos o con segmentación poco manifiesta. Los consideramos, como los de Paracuellos, *Thiothrix tenuis* Win.

También se encuentran otros filamentos más finos, de 0,5 μ de grosor, algunos espirilados o contorneados y con ramificación (e), otros casi paralelos, muy densos, integrando los grumillos que dijimos antes (t). Estas tramas se aprecian en los copos hialinos y creemos que pertenecen a dos especies. La primera que no se puede precisar provisionalmente pudiera llamarse *Actinomyces* sp. (*Nocardia*?). La segunda pudiera ser *Thiothrix tenuissima* Win., las dos sulfobacterias quimiosintéticas.

No se encuentra más flora.

Con relación a los Balnearios anteriores, vemos dominio de formas filamentosas respecto a las contorneadas y espiriloides. Las primeras próximas a las *Beggiatoa*, creemos que asimilan y oxidan en su interior el sulfhídrico del agua, por haber visto en el tricoma granulillos que deben ser de azufre (dibujados en uno de

los filamentos *d'*). Las segundas, al contrario, que reducen sulfatos, desprendiendo sulfhídrico.

Esta desproporción de la flora quimiosintética con dominio de las bacterias oxidantes sobre las reductoras parece estar relacionada con la fuerte proporción de SH_2 .

Es probable que esta agua de Grávalos atravesase en su trayecto subterráneo depósitos de sulfuro de hierro porque hay piritita en las montañas de esta región.

En la parte general comentamos el valor terapéutico de la materia orgánica, procedente, sin duda, de la destrucción de las sulfurarias.

ALCEDA (SANTANDER)

Esta agua sulfurosa y clorurada origina en el manantial una materia blanca algo amarillenta, que ha recibido el nombre de Alcedina; la usan al natural para aplicaciones locales, y entra también en algunos preparados.

El doctor Casarés, en 1908, dió como composición de esta sustancia:

Agua.....	4,99
Azufre.....	69,19
Cenizas.....	5,93
Materia orgánica..	19,89

Observó al microscopio filamentos de Begiaotáceas y masas de azufre con octaedros, y añadió que «el alga seca arde fácilmente con llama lívida y fuerte olor sulfuroso».

El actual médico director, don Ramón Mozota, observó al microscopio que los filamentos tienen movimiento ondulante.

Los tricomas más conocidos por su movimiento son los de las Oscilatorias, pero también lo presentan otras cianofíceas y las Begiatoas, bacterias filamentosas que tienen gran analogía con aquéllas.

Este compañero me hizo observar el color azul característico de estas aguas, atribuido al azufre coloidal, que se destaca sobre el fondo blanco de la piscina, me enseñó toda la instalación y tomé muestras del lodo de los manantiales y de la flora de la acequia de desagüe al aire libre.

En el agua hemos observado al microscopio gránulos de azufre, trozos de *Lyngbia* y *Beggiatoa* y materia amorfa en suspensión muy dispersa.

OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE LA ALCEDINA (lámina XI).—Forma masas irregulares; por reflexión blancas o doradas, según la incidencia de la luz, y por refracción terrosas.

Se distinguen muchos cristales de azufre octaédrico, sueltos, formando baquetillas y otras agrupaciones. Además, materia amorfa y especies filamentosas de 1,5 a 2 micras de grosor.

Entre éstas domina la *Beggiatoa nivea*, y también hemos visto *Phormidium angustissimum* y *Lyngbia limnetica*.

En general, los tricomas de estas especies son ondulados, hialinos y poco definidos interiormente; en algunos se ve contenido granuloso, y en otros segmentado.

Se presentan otras formas contorneadas como la que hemos dibujado aislada (c) y dentro del grumo (b'), que pudieran ser asimismo *Beggiatoas*, y también se ven empastados *Croococcus* (r).

Serpentean en el manantial entre la Alcedina múltiples larvas de un Quironómido del género *Syndiamera* (determinadas por Peris Torres, especialista de Dípteros del Instituto Español de Entomología, a quien llevé ejemplares).

Estas larvas tienen una apetencia especial por este medio y por las *Beggiatoas*, de las que se alimentan, dejando azufre pulverulento.

El doctor Mozota, al ver que destruían las especies que intervienen la formación del azufre y no poder eliminarlas, verificó cultivos de *Beggiatoas* en agar para repoblar la flora, y tiene actualmente en estudio el procedimiento para combatir las.

ACEQUIA DE DESAGÜE.—Hasta donde se reúne con otra de agua normal, tiene invadido el lecho por una vegetación densa de *Chara fragilis* Desv.

Llama la atención ver también en esta acequia larvas de *Syndiamera* (aunque no abundan como en el manantial), pues pertenecen a una familia del mismo grupo que los *Culícidos*, y para éstos ya hemos recordado en el preámbulo que las *Chara* son anti-bióticas. Se ve que para las larvas de esta familia no lo es suficientemente y se desarrollan y vuelan en nubes sobre la acequia.

Hay que tener también en cuenta que la vegetación sumergida

no es precisamente de *Chara fetida*, sino de otra especie próxima. También ví unos forros de ninfa en el borde de la piscina, que entonces me parecieron de Culícido, pero después he comprendido que son de los mismos quironómidos.

De la microflora, las especies que forman agrupaciones visibles por su aglomeración densa (v. la lámina XI), son:

(oi) *Oscillatoria irrigua* Kütz. (células de 10 por 4 μ). En masa verde azul oscura; entre el filtro al microscopio Diatomeas, Croococus y microfauna. Especie común a aguas dulces y minerales.

(on) *Oscillatoria neglecta* Lem. (células de 3 por 2 μ a 2 por 1,5 μ). En masa es verde azul clara. Al microscopio se ve azufre, y entre la trama se ven filamentos serpenteantes de *Lyngbia fontana* Hans., que es una especie de agua dulce. La *O. neglecta* estaba citada en aguas sulfurosas.

Lyngbia limnetica Lem. (del mismo diámetro que la anterior, y también viven en asociación mixta). A simple vista en capas gelatinosas verdosas. Al microscopio filtrada, con partículas térreas, granos de azufre, materia amorfa, filamentos espiriloides y abundantes diatomeas. Especie de aguas salinas.

(h) *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kütz., verde, sustentando como microflora epifítica, *Lyngbia Kutzingii* Sch. y bacterias filamentosas. Entre su trama, asociadas, *Oscillatorias* y Diatomeas (*Synedra*, *Amphora*, etc.).

(m) *Mougeotia* sp. A simple vista masa coposa verde pardusco, con partículas térreas. En la asociación diatomeas sueltas y en grumos, *Croococus turgidus*, etc.

Aparte de las asociaciones anteriores, que son las más puras, también a simple vista se distinguen grumos amarillentos que son aglomeraciones de diatomeas.

Sobre el fondo limoso, y también entre las anteriores, se encuentran dispersas múltiples microespecies, la mayor parte representadas en la lámina:

Bacilariófitas:

Achnantes giberula Grun.

Synedra ulna Ehr. y *S. actinastroides* Lem.

Navicula puppula Kütz. y *Navicula* sps.

Diatoma vulgare Bory y *Diatoma* sps.

Fragillaria sp.: *Amphora ovalis* Kütz.

Cianofíceas:

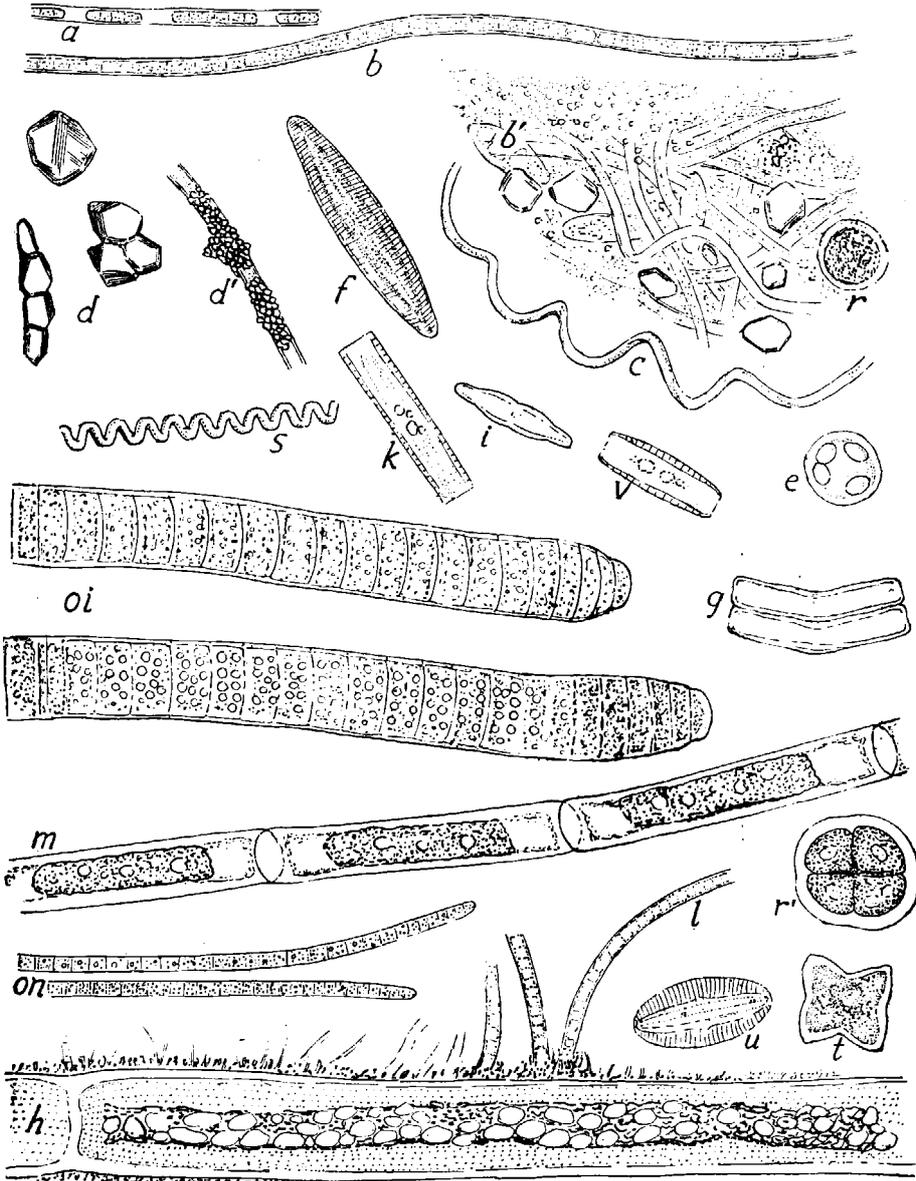
Spirulina maior Kütz.

Phormidium sp.; *Schyzothrix* sp.

Croococus turgidus Kütz. y *C. Minutus*.

Lámina XI. Microflora del agua de Alceda

- a.*—*Lyngbia fontana* (Kütz.) Hans.
b.—*Beggiatoa nivea*.
b'.—Grumo con trama de *Beggiatoa*, *Lyngbia limnetica* Lem., azufre, diatomeas y materia amorfa. *r.*—*Croococus turgidus* 'Näg.
c.—Filamento espiriloide (*Beggiatoa nivea*?).
d.—Grupos de azufre octaédrico y cristal suelto.
d'.—Tricoma cubierto de gránulos de azufre
e.—*Oocistis* sp.
f.—*Nitschia* sp.
g.—*Achnanthes giberula* Grun.
h.—*Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.), Kütz. con *Lyngbia* epifita.
i.—*Achnantes* sp.
k.—*Navicula* sp.
l.—*Lyngbia Kützingii* Sch.
m.—*Mougeotia* sp.
oi.—*Oscillatoria irrigua* Kütz. Dos tricomas en distinta fase de asimilación.
on.—*Oscillatoria neglecta* Lem. Dos tricomas en distinto estado de asimilación.
r.—*Croococus turgidus* (Kütz.) Næg.
r'.—El mismo, ejemplar mayor y en división
s.—*Spirulina maior* Kütz.
t.—*Tetrædron minimum* (Al. Br.).
u.—*Amphora ovalis* Kütz.
v.—*Diatoma vulgare* Bory.



Microflora del agua de Alceda.

Microcistis, sueltos y en colonias.

Clorofíceas:

Oocistis sp.

Tetraëdron minimum Al. Br.

En los depósitos blancos de Alcedina hay pocas diatomeas.

Fauna visible: Entre las Charas, larvas de *Syndiamera* e insectos acuáticos (*Naucoris* e Hidrofilidos).

Microfauna: No hemos determinado las especies, pero hay representación de Flagelados, Infusorios, Nematodos, dos Rotíferos (*Euchlanis* y *Colurus*), un Ostrácodo y un Cladóccero.

Es una biocenosis amplia, en gran parte común con agua dulce (acaso reciba filtración esta acequia), y en otra menor de géneros y especies subsalinas y sulfurosas.

También observamos la macroflora de la acequia de agua dulce, que converge con ésta en el parque, y se ve una diferencia manifiesta. La de agua dulce tiene la flora común de fanerógamas acuáticas, *Nasturtium*, *Helosciadium*, *Callitriche*, etc. (y también *Chara fragilis*); la del agua mineral que arrastra Alcedina no tiene Fanerógamas, y de macroespecies sólo la *Chara*, y precisamente en formación densa.

De toda la flora destacaremos las sulfobacterias del manantial y las caráceas del desagüe.

Aunque de distinto grupo las *Lyngbia* y *Oscillatorias*, se aproximan a las Begiatoas, y en el interior de algunas se ven granulitos en serie que pudieran ser de azufre.

Yo creo que el metabolismo del azufre no sólo lo intervienen las consideradas hasta ahora como sulfobacterias, sino también estas Cianofíceas. En la sinonimia, por otra parte, puede verse cómo especies de *Lyngbia* han pasado a bacterias, e inversamente; la diferencia por la pigmentación entre Begiaotáceas y Cianofíceas es menos real que lo que parece.

El azufre de Alceda lo consideramos, por su origen, «azufre orgánico reciente», y por esta naturaleza apto para engarzarse en la bioquímica humana y corregir las alteraciones metabólicas de este elemento en diversos procesos. Hasta ahora se conoce por la experiencia clínica el efecto sobre la piel pero puede ser mucho más amplio.

Con las Caráceas impregnadas de Alcedina creemos que debería iniciarse un estudio terapéutico, para ver si se sumaba venta-

josamente el metabolismo de estos vegetales adicionados al baño o en un estanque.

En este caso se tendría una nueva posibilidad de tratamiento al reunirse los dos metabolismos que enunciamos en la parte general: El quimiosintético del ciclo del azufre verificado por las bacterias y el fotosintético verificado por las carófitas. Probablemente la amplitud de la flora de la acequia es debida al metabolismo de éstas que oxida el sulfhídrico.

El desprendimiento de O_2 , de calor vegetal y otras propiedades menos conocidas, acaso se sumarán ventajosamente a casos determinados.

La adición al baño o la aplicación local de estas plantas separadas del limo parece que involucre su efecto al alterarse la vitalidad, siendo preferible verificar la aplicación en el mismo medio natural.

MORGOVEJO (LEON)

Esta agua oligometálica es completamente límpida y no deja ningún depósito, diferenciándose en esto de las otras aguas sulfurosas más mineralizadas que vamos refiriendo.

Hay flora en el desagüe, pero ésta es ya de agua mezclada y residuaria; en la mineral no se ve absolutamente nada.

Con mi compañero Arturo Valdés recogí unos raspados del interior de los grifos y de una ducha, y muestras de residuos de aspecto orgánico en el desagüe. Además me extrajeron lodo del pozo de origen, que está cubierto y completamente en la oscuridad.

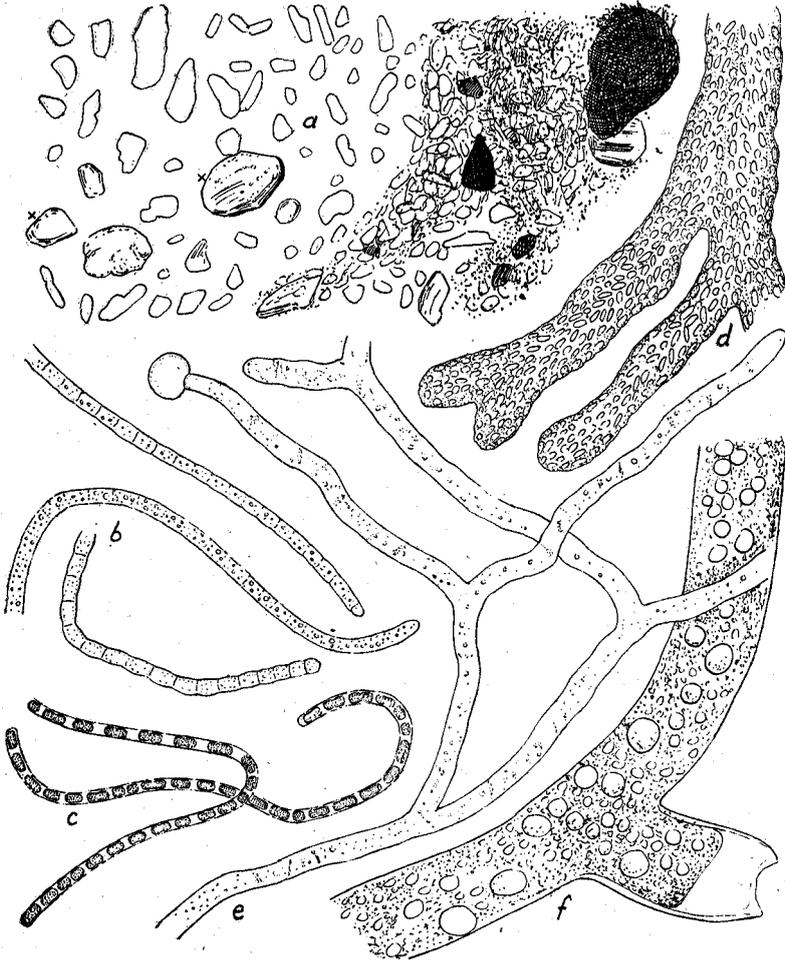
Lodo.—Es un limo finísimo, al que por su aspecto le corresponde con exactitud la denominación de lodo. Color siena claro de arcilla, untuoso, impalpable y, desde luego, impregnado del agua mineral, desprendiendo el olor sulfhídrico característico.

Con poco aumento al binocular se ven en la masa siena uniforme y particulillas negras. Con el clorhídrico, absolutamente nada; esto es notable, porque las arcillas que he visto hasta ahora todas dan más o menos efervescencia, es decir, que tienen una fracción caliza de la que carece esta de Morgovejo, extraordinariamente pura.

Lámina XII. Flora del agua sulfurosa de Morgovejo.

- a.*—Aspecto microscópico del lodo del manantial. A la derecha grumo con partículas arcillosas, de sílice, y opacas de hidróxido férrico. A la izquierda partículas de arcilla y granos de sílice (x).
- b.*—*Beggiatoa alba* Trev.
Flora del agua residuaría:
- c.*—*Phormidium angustissimum* West.
- d.*—Zooglea de bacilos.
- e.*—*Pythium* sp. con un oogonio joven.
- f.*—Rama gruesa del mismo micelio de aspecto Vaucheriforme.

LÁMINA XII



Microflora de Morgovejo.

El lodo seco pierde el olor sulfhídrico, pero al calcinarlo desprende olor sulfuroso y también se disuelve una ligera parte en S_2C (tiene azufre).

Al microscopio se le ve disociado en partículas como se representa en la lámina XII (a), casi todas de arcilla. En luz polarizada se ven granos de cuarzo (x) y también hay partículas opacas férricas y carbonosas. En algunos grumos parecen notarse falsos contornos espiraloides, que, por la disociación, desaparecen.

Como única representación biológica, habiendo examinado bastantes preparaciones, sólo hemos visto filamentos de *Beggiatoa alba* y muy pocos (b). Acaso sea debido a que de éstas se encuentren más en la superficie del lodo que en la masa, y no se pudo separar bien al extraerlo.

RASPADOS DEL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.—Es negruzco, con algunos puntos verdes y da las reacciones del cobre. Al microscopio se ven partículas de este metal, unas estriadas y otras parduscas. Totalmente exento de bacterias, cianofíceas, etc. Esto no tiene de particular, ya que todas éstas son incompatibles aun con las diluciones cuprosas más débiles.

AGUA.—No contiene nada en suspensión.

MATERIAS DEL DESAGÜE.—Lo añadido como apéndice, ya que propiamente no es sólo de agua mineral, sino mezclada con la de los servicios. En ésta se aprecia la flora corriente de este tipo de agua, algo reducida por la mezcla sulfurosa. Se ven fibras, tejidos vegetales y otros residuos; la misma *Beggiatoa* de los lodos; *Phormidium angustissimum* W. C. West. Un saprolegniáceo que forma feltros de aspecto parecido a pequeñas esponjas de agua dulce, de especie indeterminable, porque los Oogonios son todavía jóvenes, como el representado en la figura e; la misma trama tiene también sifones gruesos con gotas refringentes (f), algo parecido a una *Vaucheria*. También se aprecian masas mucoides lobuladas o digitiformes que en inmersión se ve que son zoogreas de bacilos. Diatomeas, pocas. Especies patógenas, ninguna.

De todas éstas son sulfurarias las *Beggiatoas*. Las que hemos visto tienen contrastadas las células hialinas, y apenas se distinguen gránulos de asimilación sulfhídrica. El *Phormidium* no es característico de agua sulfurosa.

En resumen, la flora de estas aguas no llega a formar masa, es

reducida con relación a las anteriores, por tener menos cantidad de sulfhídrico y está circúncrita al lodo arcilloso, desde donde coadyuva a la activación del azufre, dando razón del efecto que se manifiesta como modificador por vía interna y al exterior, en las dermatosis y otros procesos.

FITERO (NAVARRA)

Don Angel Abós, médico director del Balneario nuevo, me ha proporcionado los datos que consigno en primer lugar sobre los lodos y muestras de flora de estas aguas y del Balneario contiguo (Fitero viejo), que tiene la misma composición salina y temperatura (47'5°).

Estas muestras consisten en unos precipitados de hidróxido férrico, que son los denominados lodos, recogidos en la oscuridad del origen de los manantiales, algas de la pared de los depósitos de ambos balnearios a la luz, y de una conducción del balneario nuevo, también a la luz.

LODOS FERRUGINOSOS.—Estos sedimentos se depositan en los baños viejos a lo largo de la galería subterránea que viene del manantial y en las conducciones, sin llegar a los grifos, excepto cuando limpian la galería, en que naturalmente se remueven.

En los baños nuevos sólo se forman en la entrada de la turbina y en la conducción al aire libre; no llegan tampoco a las bañeras.

Los usan localmente para manifestaciones artríticas subagudas, como coadyuvantes a las estufas locales y duchas, teniéndolos aplicados durante toda la noche, y el tratamiento conjunto tiene un efecto sedante y resolutivo.

También se usan para formas crónicas articulares, osteoartritis, etc., y alivian y mejoran el estado local.

No se generalizó el empleo, por no producirse en gran cantidad.

El doctor Mozota, que también estuvo bastante años en Fitero, consigna en su Memoria de 1931 datos de gran interés. Uno de ellos es que el agua en su mismo origen tiene mayor proporción de bicarbonato ferroso, y expone la formación química del hidróxido y los análisis verificados por el doctor De Gregorio Rocasolano, que dió esta composición del lodo:

Hidróxido férrico	94	} en forma de gel.
Carbonato cálcico	3	
Anhídrido silícico	3	

En aquel estudio no debió verificarse el examen microscópico, porque no se mencionan las ferrobacterias.

La muestra que hemos examinado es un precipitado coposo de hidróxido férrico.

Al binocular se aprecia algún cristalino de yeso entre los copos. Con CIH, aun en caliente sobre materia seca y al microscopio, no se nota el menor ataque; por eso el análisis expresado debió ser de una muestra del fondo, donde hay carbonato, como en la conducción, pero éste recogido en la superficie no es calizo.

ASPECTO MICROSCÓPICO.—Los copos se dispersan en masas irregulares con partes traslúcidas y opacas, según el espesor, con transición de unas a otras como una aguada. Toda la masa pardusca es amorfa, pero incluye cristallitos de yeso y gránulos de sílice.

Con mediano aumento se ven múltiples trazos ferruginosos (bacterias) diseminados por toda la masa. En inmersión se aprecia un empastamiento de *Leptothrix ochracea* Kütz. por hidróxido férrico coloidal, como se representa en la lámina X, F. En general, son relativamente cortos y gruesos (2μ) y ligeramente ondulados; algunos contorneados, casi espirales.

Se presentan copiosos, entremezclados por toda la masa amorfa, viéndose fragmentos al descubierto en los bordes de las partes opacas, pero donde se aprecian mejor es en los espacios claros.

Todos parecen tener vaina; en algunos destaca con mucha claridad el depósito ferruginoso; en otros el interior segmentado con un ligerísimo tinte verdoso (en la sinonimia *Lyngbia ochracea*).

Algunos grumos hialinos están constituidos por una trama espesa como fieltro, de otros más finos que parecen corresponder al *Leptothrix trichogenes* Chold. (también se ven entre los más gruesos, del tipo *ochracea*).

En las preparaciones se pone en evidencia el proceso ferrificante, viéndose imágenes que corresponden a distintas fases de asimilación, desde la inclusión de pequeñísimos corpúsculos hasta el empastamiento.

CONDUCCIÓN AL AIRE LIBRE.—El sobrero y el canal de cemento que viene directamente del manantial están completamente cubiertos por membranas de un verde oscuro aterciopelado (por debajo blanquecinas) que asientan sobre una materia rojiza, de hidróxido férrico, que con el clorhídrico da fuerte efervescencia, denotando substrato calizo.

Al margen se forman concreciones de limonita en capas finas intercaladas con carbonato cálcico, de las que recogí una muestra cuando estuve en 1946. Esta es la segunda fase del proceso; la primera es la formación del hidróxido en el seno del agua por la quimiosíntesis de los *Leptothrix*, análogamente a como se origina el «Hierro de los pantanos» de los países del Norte de Europa, cuya mediación por las bacterias ferricantes la demostraron Ehrenberg, Molisch y Winogradsky.

Al microscopio la disociación de membrana verde se aprecia hialina o verde azulada, según los espesores; es una trama de filamentos de *Spirulina subsalsa* Oert. (lámina XIII), 1,5 a 2,5 μ la vuelta espiral.

También hemos encontrado, aunque poco abundantes, tricomas de *Lyngbia limnetica* Leb., algo más delgada que la *Spirulina*. Algún tricoma roto, como sucede con frecuencia en este género, que por lo demás es muy crítico y difícil de separar de *Phormidium* (bastantes de éstos han sido tomados por bacterias).

Las porciones parduscas tienen la misma constitución de ferrobacterias empastadas entre hidróxido férrico, como las descritas antes, y que invaden también la base hialina de la trama espiraloide, sin llegar a lo verde azulado, donde sólo hay filamentos flexuosos, densos, de *Spirulinas*.

PARED DEL DEPÓSITO DE FITERO VIEJO.—Está cubierta de membranas gelatinosas, como abolladas, de un verde azulado no tan intenso como los de la conducción anterior, probablemente porque recibe menos luz al proyectarse la sombra del edificio, y también se encuentran en el agua membranas desprendidas incoloras. En estas membranas, con poco aumento se ven cristalitos de yeso, granos de sílice y otras partículas y concreciones de aspecto menos característico, pero el CIH, tratándolas aisladamente al microscopio, demuestra una notable proporción de carbonato, de manera que deben ser de carbonato cálcico.

Con mayor aumento se resuelven en una trama de la misma *Spirulina subsalsa*, con abundantes crococáceas (*Microcistis*) y algunos filamentos de *Anabena*.

Abundan mucho unos grupos erizados, irregulares o casi radiados, que los estimamos concreciones calizas como las antes nombradas, a pesar de que algunos dan la impresión de empastar cianofíceas, como lo representamos en una figura (*j*) de la lámina XIII.

Como elementos accidentales hemos visto algún filamento de *Oscillatoria* indeterminable, de tipo borcioide; un huevo de algún animalillo de la microfauna, que no ha salido en las preparaciones, y granos de polen de pino, procedentes del pinar de aquel monte.

PARED DEL DEPÓSITO DE FITERO NUEVO.—Presenta membranas del mismo aspecto que las anteriores, pero con una proporción térrica, de carbonato cálcico, acaso mayor. La trama hialina se ve mucho más clara después del tratamiento por clorhídrico.

Se ven las mismas espirulinas; nos han llamado la atención algunos filamentos más finos, como los dibujados (*a'*); tricomas de *Anabena* sp. con células de 2,5 por 3 μ y unas 100 de largo, flexuosos, como vermiformes; de *Cylindrospermum* sp. y de *Lyngbia limnetica* Lem. de 1,7 μ .

También se encuentran—y lo mismo en el substrato de Fitero viejo—otros filamentos incoloros, sinuosos, simples. Algunos de 1,5 μ de espesor parecen tener un contenido dudosamente segmentado (*c*). Otros todavía más finos, de 0,5 μ y contorneados, en los que en inmersión no se distingue nada interior. Los consideramos como bacterias filamentosas indeterminables.

En una preparación ha salido además un Rotífero, y en otras las dos diatomeas siguientes:

Campilodiscus clipeus Ehr. (lám. XIII, fig. *g*). Esta especie se encuentra también en aguas salinas de la provincia de Zaragoza y en el mar.

Melosira sulcata (Ehr.) Kütz. (ídem, fig. *h*). Esta especie también se considera como halofita. De aguas salinas del interior no conozco otras referencias. Fernández Pacheco trae microfotografía en «Estudio de algunos yacim. esp. de Trípoli» (*An. J. bot.*, Madrid, 1947)

Esta flora, que se encuentra en las paredes de los depósitos de enfriamiento no llega a aparecer en los grifos. Los sedimentos opalinos que aparecen en las vasijas donde se conserva el agua algún tiempo (Mozota), pudieran tener este origen.

CONSIDERACIONES SOBRE LA TERAPÉUTICA.—La lectura del Estudio terapéutico de estos Balnearios, del doctor Mozota Vicente, me induce a algunas consideraciones sobre el papel de estas floras en el complejo hidromineral.

Hemos visto flora de dos tipos: Uno de asimilación quimio-sintética, a base de *Leptothrix*, que opera en la oscuridad; otro, a base de *Spirulina*, que desenvuelve su actividad fotosintéticamente, a la luz.

Respecto a la primera, quedan todavía puntos por aclarar respecto al metabolismo, pero parece lógico que estos compuestos férricos recientemente elaborados por organismos sean más asimilables que otros preparados que no sean de origen orgánico.

Esta consecuencia la estimamos de interés terapéutico, por lo referente a las aplicaciones externas de dichos lodos ferruginosos, y también pudiéran beneficiar estos complejos ferroso bacterianos administrados por vía interna, como no tengo noticia que se haya hecho todavía.

Dicen que el hierro es irritante para la mucosa gástrica; en esta forma coloidal y con el acompañamiento orgánico me parece estará muy atenuado dicho efecto. Tampoco creo que sea una objeción fundamental decir que dicho hierro se encuentra en estado férrico en primer lugar porque en las fases metabólicas parte se encontrará en estado ferroso y sobre todo, porque en el intestino se verifica la reducción.

En resumen, creemos que estos geles, limpios de partículas térricas, como pueden recogerse en este manantial (y lo mismo sucederá en otros), son una medicación ferruginosa utilizable por vía interna.

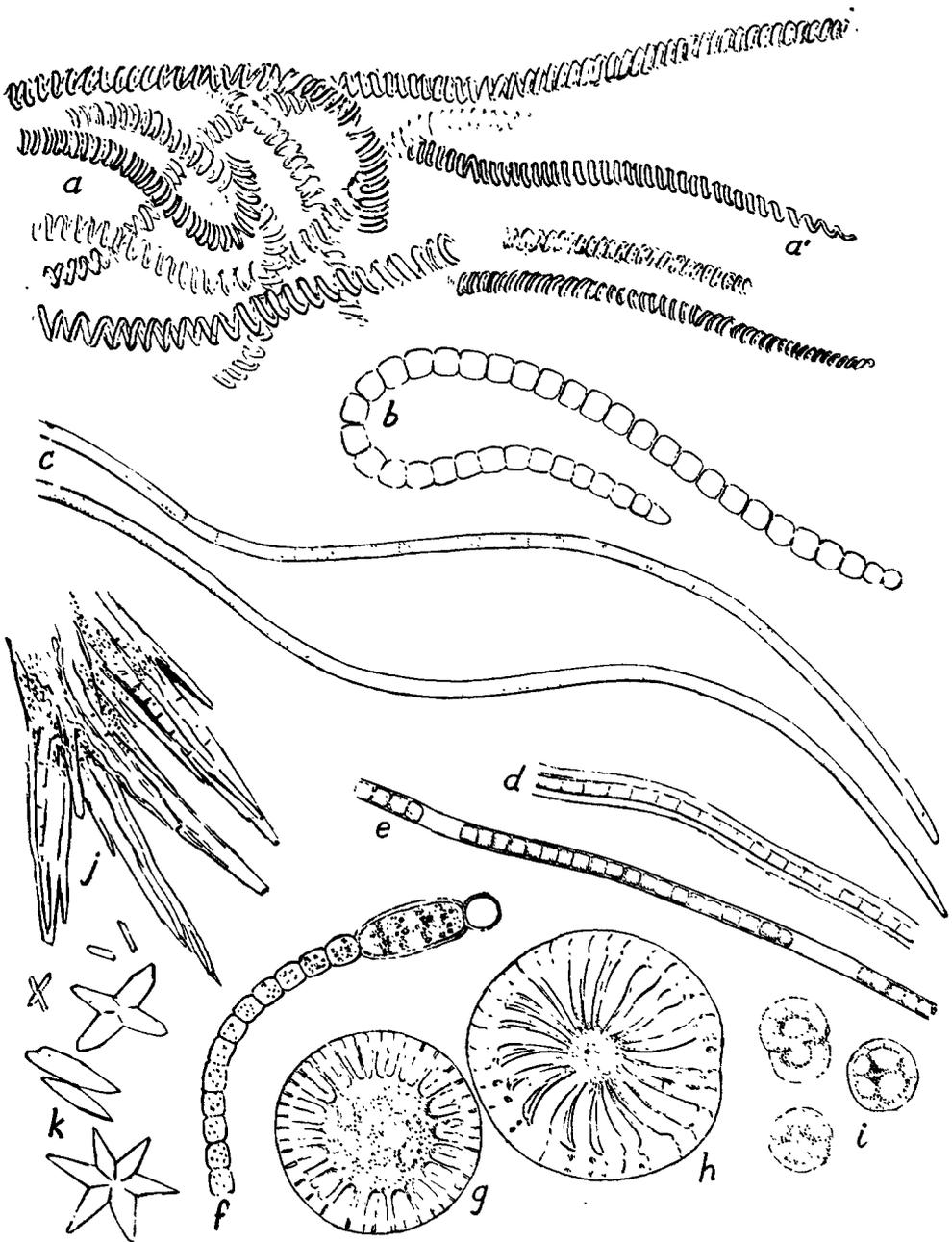
La forma de administración puede ser a cucharaditas, en el mismo manantial.

Falta precisar la dosis. He pesado el contenido de una cucharadita después de evaporar el agua, y contiene 0,180 grs. de hidróxido férrico, equivalente a 0,094 grs. de hierro.

Aunque sea poco aproximado, pues variará eventualmente la

Lámina XIII. Microflora del depósito de Fitero (Las ferrobacterias del manantial están en la lámina X).

- a.—Aspecto de la trama de *Spirulina subsalsa* Oert. con fuerte aumento.
- a'.—Extremo de un tricoma de la misma y debajo otro no desenrollado.
- b.—*Anabena* sp.
- c.—Bacterias filamentosas no identificables.
- d.—*Phormidium* sp.
- e.—*Lyngbya limnetica* Lemm.
- f.—*Cylindrospermum* sp
- g.—*Campilodiscus clipeus* Ehr.
- h.—*Melosira sulcata* (Ehr.) Kütz. Forma.
- i.—Croococáceas.
- j.—Microcristalización estalactítica.
- k.—Agrupaciones de microcristales.



Microflora del depósito de Fitero.

concentración, la dosis máxima puede ser de tres cucharadas grandes diarias, que casi equivalen a un gramo de hierro. Para un adolescente, y como dosis más general (siempre que esté indicado), pudiera ser de dos cucharadas, tomando a continuación un vasito de la misma agua mineral.

Pudiera administrarse antes del baño, y tampoco hay inconveniente en tomarlo antes de la comida con un vasito de agua o repartido en dos dosis, una antes del desayuno y otra antes de la comida.

Este tratamiento es a seguir durante la estancia en el Balneario; lo que no debe hacerse es utilizarlos después de pasado el tiempo. Es innecesario aclarar que los *Leptothrix* (o *Lyngbia*), al interior son flora inofensiva.

Por otra parte, la misma agua en bebida también creemos que tenga valor en este sentido, porque la bioquímica bacteriana es continua, y aunque los precipitados se formen a la salida de los manantiales (en la oscuridad, donde no hay competencia de otra flora), productos del intercambio metabólico del hierro, iones potenciados y ferrobacterias han de ser arrastrados por el agua.

La segunda parte de la flora es menos conocida respecto a modificación bioquímica, pero al ver al microscopio la abundancia de precipitados cálcicos en la trama de espirulinas, hay motivo para suponer que también modifiquen al agua respecto a este catión, y que la restante microflora también tiene intercambios, y que todo coopera al efecto hidromineral.

En resumen, en Fitero, como en todos los balnearios, vemos un complejo fisicoquímico biológico.

Desde el punto de vista botánico, la flora es reducida, de tipo salino, adaptada a los 47° de temperatura y con una asociación característica de ferrobacterias y cianofíceas.

CESTONA (GUIPUZCOA)

La visita a este Balneario fué muy ligera y puedo ofrecer pocos datos.

El agua se extrae por una bomba, y el único punto en que aflora es el caño donde se administra y la pila de mármol que está debajo.

A la vista sólo se observa un ligero sedimento de hidróxido férrico. Gracias a la amabilidad del doctor Piquer tomé una muestra a las doce de la mañana, en el momento de cerrar la fuente, de este sedimento, con agua y también de la esponja que había en la pila y emplea la encargada para limpiarla (es un substrato donde puede fijarse fácilmente la flora).

SEDIMENTO FERRUGINOSO.—No se ven ferrobacterias. Está formado por granos opacos de limonita; en los translúcidos se aprecia una constitución finamente granulosa que parece coloidal.

ESPONJA.—Al microscopio se ve la trama de fibras córneas, continua, con partículas minerales hialinas, pero sin forma definida para precisar que sean sulfatos y partículas coloidales de hidróxido férrico dispersas y aglomeradas. En algún grumillo hemos visto filamentos de *Streptomices* de $0,5 \mu$ por 50 y más de longitud. No hay bacterias ferrificantes.

AGUA.—Sólo hemos visto alguna partícula hialina de forma indefinida, como microcristal al evaporarse el agua.

El doctor San Román tiene publicado un estudio comparativo de la microcristalización del agua natural de Cestona y de agua artificial de esta composición (véase Bibliografía).

ALHAMA DE ARAGON (ZARAGOZA)

De todos los balnearios que hemos visitado, éste es el que reúne mejores condiciones para el desenvolvimiento de la flora, no sólo por la naturaleza del agua, sino principalmente porque desde su origen está al aire libre. Los manantiales desembocan en un gran estanque que se llama «El Lago», y de éste parte el agua a las instalaciones.

La composición y, por otra parte, la temperatura (34° en la emergencia), están dentro de la acomodación de la flora común de agua dulce, variada en especies.

Es un agua oligometálica y radiactiva de composición compleja, a base de CO_3H y Ca. A pesar de la escasa mineralización, deposita concreciones calizas desde su emergencia hasta los grifos y desagües al desprenderse el carbónico y pasar el bicarbonato a carbonato. En consecuencia, la flora es calcófila y mesotermal.

De fanerógamas vi dispersa por el fondo del lago y en la sali-

da de los manantiales *Ceratophyllum demersum*, y en la orilla *Samolus valerandi*. Lo demás, todo microflora. Reyes citó Charas; no vi ninguna. Cuando estuve (a fin de mayo), todavía no es el tiempo de plena vegetación.

Tomé muestras de algas en el vertido de los manantiales al lago, sobre raíces y tierra y raspaduras de la pared del mismo, de arena caliza cubierta de flora algológica.

FLORA DE LA EMERGENCIA.—En la salida de los manantiales, donde el agua tiene los 34°, lo más destacado son el *Ceratophyllum demersum*, las masas de *Oscillatoria rubescens* y las madejas de *Cladophora fracta*.

Los céspedes de *Oscillatoria*, lobulados, como mucoides, en parte sepia o verde muy sucio, y en parte verde intenso algo azulado. Es probable que en el policroísmo de esta especie influyan la iluminación y la vitalidad, disminuída en las partes negruzcas, aunque no lleguen a estar descompuestas. Los pigmentos se diluyen en el agua de los tubos de recolección, que toma un tinte violado.

Al microscopio se ven semejantes los tricomas de las partes verdes y negruzcas, en dimensiones (aproximadamente 5 μ de grosor) y en la terminación. Para la clasificación del género se tiene en cuenta el color, y en esta especie varía; hay filamentos de un verde que no parece de cianofíceo; otros azulados, y otros purpúreo claro. En general, la segmentación es más aparente en los filamentos verdes que en los oscuros, como si la vida de éstos fuese precaria.

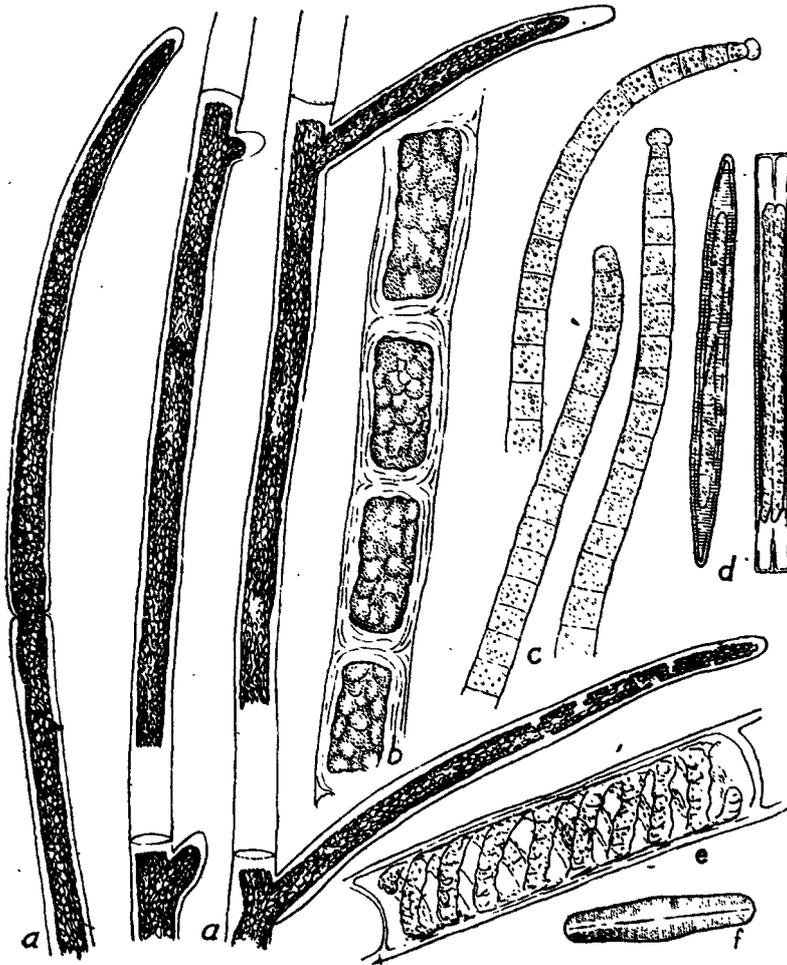
Forman los tricomas de *Oscillatoria* haces densos, casi exclusivos, sin mezcla de otras especies, asientan sobre la tierra y también invaden hacia el cladophoretum; en algunos puntos está colonizada por *Spirogyra*.

La cladophora, que la ví en período de crecimiento y ramificación, como se nota en la lámina XIV, lleva, por el contrario, acompañamiento de especies: *Tribonema*, *Oedogonium* y *Spirogyra*, indeterminables por no estar en reproducción; *Microcistis*, en colonias globosas sobre los filamentos verdes, y varias diatomeas, entre las que hemos clasificado:

Fragillaria mutabilis Grun. y *F. lancettula* Sch.

Diatoma vulgare Bory (formas).

LÁMINA XIV



A:hama de Aragón. Salida de un manantial termal al lago.

- a.—Tres trozos de un extremo de *Cladophora fracta* (Vahl.) Kütz., con poco aumento.
 b.—*Tribonema bombycinam*.
 c.—Porciones terminales de tres tricomas de *Oscillatoria rubescens* D. C.
 d.—*Synedra ulna* (Nitz.) Ehr. de frente y de perfil.
 e.—Una célula de *Spirogyra* sp.
 f.—*Navicula limosa* (34 × 7 μ).

Navicula limosa, *N. viridula* Kütz., *N. baciliformis* Grun., *N. decora* Meis., *N. radiosa* K. y *N. elliptica* K.

Achnantes lanceolata Gr., *Denticula tenuis* K., *Synedra ulna* Ehr. (lám. XIV, d).

Especies que todas se encuentran en las aguas dulces. Se ve que esta temperatura está dentro del poder acomodativo, y es probable que influya en la reproducción, pero el desarrollo es normal.

MICROFLORA DE LA CASCADA DE INHALACIÓN (lámina XV).—Las concreciones de CO_3Ca que forma esta agua se cubren de una coloración verde de microflora a la luz, en la salida de los manantiales y hasta en los canalillos por donde sigue su curso el agua de las bañeras, pero, por ser las más importantes, me referiré a las de la cascada, que está en un local cerrado para los efectos del tratamiento.

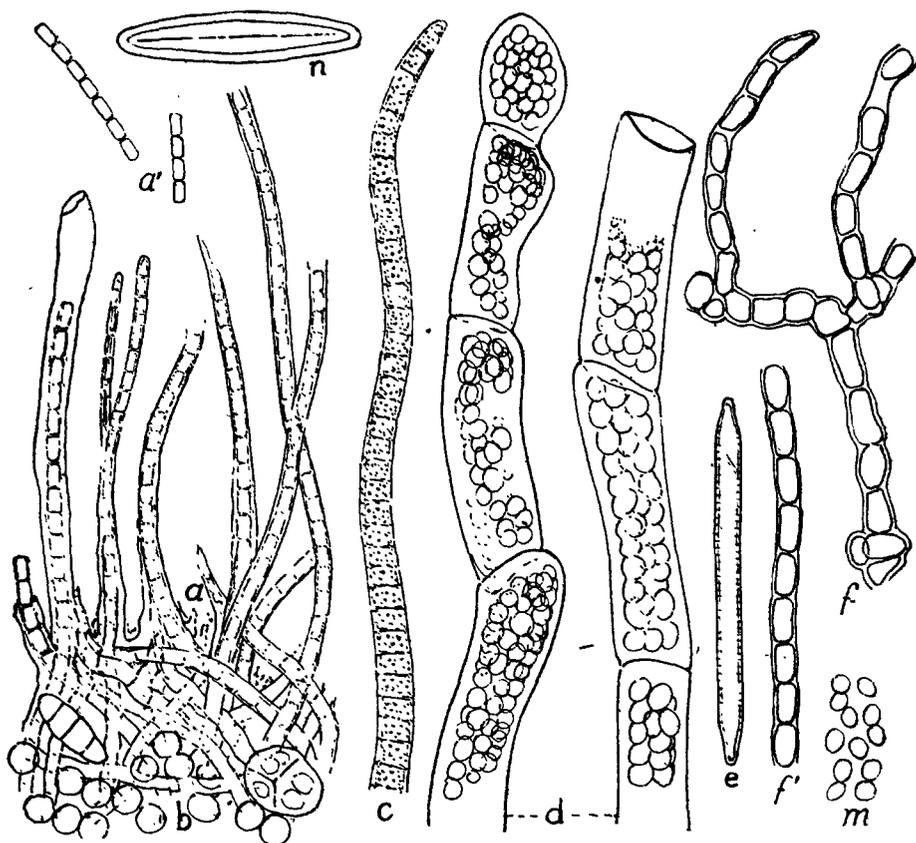
Todas las piedras de esta cascada inhalatoria, salpicadas por el agua, tienen una cubierta calcárea concrecionada verde azul en la superficie, que, en general, parece pintura, porque no se distingue vegetación a simple vista; en donde está integrada la microflora por especies de mayor masa es algo aterciopelada.

Al principio observamos el raspado, pero al ver que se trataba de una incrustación pusimos unas esquiras doce horas en CIH para separar la caliza. Entonces se ve que lo que parece una cubierta somera, en realidad es una capa del grueso de una cartulina o cartón corriente. Se ve al microscopio que es una trama filamentosa incrustante de la que emergen filamentos terminales con vainas de distinto grosor (3 a 5 μ , con las series celulares de 1 μ), perteneciente al *Schizothrix perforans* Geit.

Esta especie todavía no se había citado en España; se conocía de rocas calizas centroeuropeas, y también incrustante en conchas de moluscos. Es admirable la biología de las cianofíceas incrustantes, que, siendo filamentos finísimos, se abren paso a través de piedra caliza.

Sobre la trama se encuentran múltiples fragmentos desprendidos de la vaina (a') y diatomeas, aunque no sea este substrato tan adecuado para ellas como el limo.

Se encuentran, aunque accidentales con relación al *Schizothrix*, otros filamentos asimismo azul pálido, de células mayores, vaina incolora delgada y heterocistos laterales. Es el *Hapalosiphon in-*



Balneario de Alhama de Aragón. Microflora de la cascada de inhalación.

a.—*Schizothrix perforans* Geit. Trama y tricomas emergentes de diverso aspecto. Sobre la trama se ve una espora tabicada de hongo y *Croococus*.

a'.—Filas de células desprendidas del mismo *Schizothrix*.

b.—*Croococus* sp. sobre la trama incrustante.

c.—*Oscillatoria formosa* Bory.

d.—*Cladophora* sp. en formación.

e.—*Synedra ulna* Ehr. Forma.

f.—*Hapalosiphon intricatus* W. G. West.

f'.—Idem porción suelta.

m.—Células sueltas de *Microcistis parasitica* Kütz.

n.—*Navicula bacilaris thermalis* Grun.

tricatus W. G. West., especie dulceaquícola. También se encuentran alineaciones celulares desprendidas de éste, que se diferencian de las anteriores en ser más gruesas y menos cilíndricas. Como muchas de las que vamos nombrando, esta especie todavía no se había citado en aguas termales.

Aunque la cascada está en un local cerrado, recibe luz cenital y las paredes son blancas, lo cual permite que se desenvuelva una vegetación clorofílica relativamente variada, de la que hay representación en la lámina. Además, el substrato calizo desintegrado por el esquizotrix da mayor facilidad para la fijación, y hemos visto:

Oscillatoria formosa Bory (células de 6 por 4 μ), azulada; escasa. Dulceaquícola común.

Microcistis parasitica Kütz. Sobre la trama del *Schyzothrix*.
Idem

Croococus sp. (b) y *Navicula bacilaris thermalis* Grun.

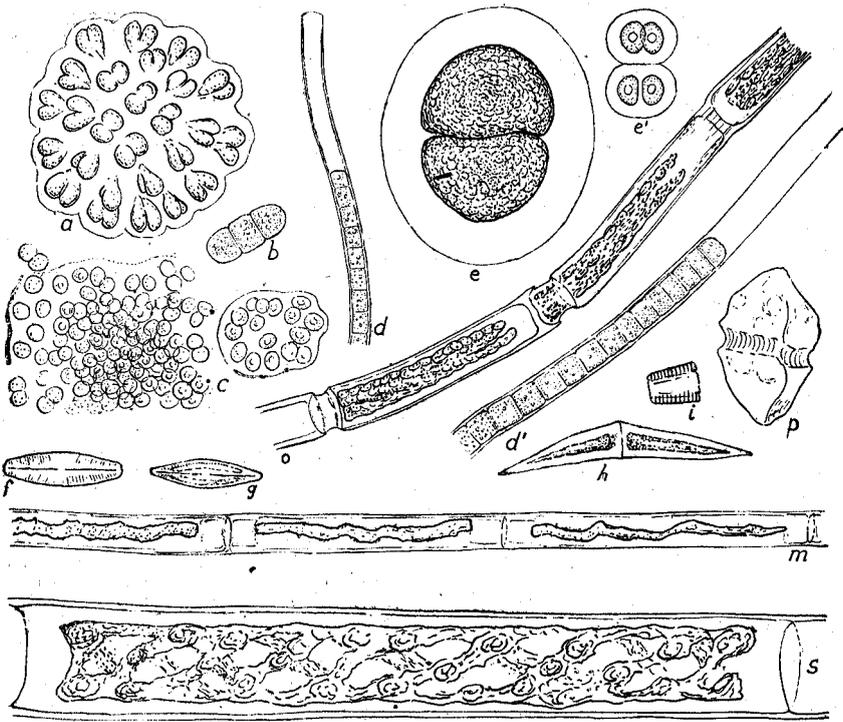
En la figura de la trama se ve a la izquierda una espora tabicada de hongo, llegada accidentalmente, y a la derecha un cuerpo ovoideo de forma orgánica poco definida.

También se ve sobre la trama, como tendencia colonizadora, un alga verde herniada, que parece forma joven de *Cladophora* (d).

Toda esta microflora es digna de tenerse en cuenta para la terapéutica inhalatoria, ya que al golpear el agua fragmenta los tricomas, y las células desprendidas de éstos y microorganismos unicelulares, pueden ser transportados con las gotitas y formar parte de la niebla termal que recibe la piel y la mucosa respiratoria. Ninguno de ellos es considerado como alérgeno, pero pudieran tener acción desensibilizante.

PAREDES DEL LAGO.—Daremos la flora en síntesis. Por ser todavía el mes de mayo, el tapiz vegetal era muy somero. En el fondo margoso se veía dispersa la Ceratofílea que antes dije; en las paredes laterales de obra la tonalidad general es pulverulencia verde y verde azulada, con cabelleras finísimas de algas filamentosas.

Resultan molestas las preparaciones, porque, como todo son partículas calcáreas y silíceas, hay que limpiar minuciosamente para que siente bien el cubre. Las especies más importantes las representamos en la lámina XVI.



Balneario de Alhama de Aragón. Microflora
de la pared del lago.

- a.—*Gomphospheria aponina*
 b.—*Borzia* Cohn. (forma reducida de *Oscillatoria*).
 c.—*Microcystis parasitica* Kütz. aglomerado, con células desprendidas y en colonia globosa.
 d.—*Phormidium Retzii* (Ag.) Gom.
 d'.—Otro tricoma más grueso de la misma especie.
 e.—*Croococcus giganteus* W. West.
 e'.—*Croococcus* de la misma especie, ejemplar pequeño y en división.
 f.—*Achnantes lanceolata* Grum. ($22 \times 7 \mu$).
 g.—*Navicula radiosa* Kütz ($22 \times 6 \mu$).
 h.—*Clostridium acerosum* Ehr. (42μ).
 i.—*Denticula tenuis* K. ($10 \times 7 \mu$).
 o.—*CEdogonium* sp.
 p.—*Peridinium apiculatum* Pen. m.—*Mougeotia* sp. s.—*Spirogyra* sp.

Entre los elementos sueltos flotantes, lo primero que llama la atención, por su vistosidad y su frecuencia, es la *Gomphospheria aponina* Ktz., especie de aguas dulces, pero que en otros sitios se ve mas dispersa.

Lo más destacado por su masa, en esta época, son las aglomeraciones del *Microcistis parasitica*, antes citado, a veces en colonias globosas gelatinosas con las células hacia el centro, o más separadas, como el que representamos en la figura; o en masas irregulares, y también se ven células sueltas que las transporta el agua corriente.

Se ven fragmentos de *Oscillatoria* de tipo borcioide (género *Borisia*, de Cohn) y otros de más células que parecen pertenecer a la misma especie, en forma libre (nadadora, como dicen los algólogos) y trozos de *Scytonema* sp.

De cianoficeas dispersas y flotantes se encuentra también el *Croococus giganteum* West (60 por 45 μ) y otros que parecen de la misma especie, pero más pequeños por ser más jóvenes.

Surge en abundancia de la masa terrosa el *Phormidium Retzii* (Ag.) Gom., con filamentos de un grosor variable, como los dos que hemos representado; los que abundan más son de 3 a 4 μ y de segmentación poco visible.

De otros tipos: Forma haces una filamentososa verde delgadísima que consideramos *Mougeotia* sp., con los cloroplastos retraídos.

La *Spirogyra*, de la cual hemos dibujado una célula, a pesar de sus tres cloroplastos, sin oogonios no se puede decidir, y pudiera pertenecer a la misma especie que la de la salida del manantial (de todos los filamentos sólo encontré uno en comienzo de hernia y condensación).

Se ven filamentos de *Oedogonium* y *Rhizocladium*, en la pared de obra, pero forman grupos densos sobre las raíces de los árboles de la orilla, que penetran en el lago.

Esta asociación, que podemos considerar un *cladophoretum* tipo, contiene las microespecies ya citadas, a las que añadimos:

Diatomeas: *Cymbella cymbiformis*, *C. cuspidata* Kütz., *Achnantes* y *Cocconeis* epifitos sobre la *Cladophora* y sueltos; *Gomphonema* sp.; *Navicula criptocephala* Kütz.

Desmidiáceas: *Cosmarium laeve* Raben. y *Closterium acerosum* Ehr.

Flagelados: *Peridinium apiculatum*, relativamente frecuente.

Clorofíceas: *Tetraedron minimum* A. Br.

De microfauna hay Cladóceros, Rotíferos y Nematodos. No vi larvas de insectos

La flora de Alhama es, en resumen, de un tipo de agua dulce, caliza y de altitud media. La asociación dominante en los suelos disgregados es un *cladophoretum fractae*, y en los de incrustación caliza, un *Schizotrichetum*. En las especies no se nota incrustación.

El agua de Alhama es diáfana, sin suspensiones apreciables a simple vista; sin embargo, arrastra *Microcistis*, *Crocococcus*, *diatomeas*, etc., unicelulares libres, y también células desprendidas de las formas fijas.

Decimos esto, no sólo porque esté en suspensión en el agua del lago, sino porque en los mismos cuartos de baño, gracias a la luz, también se desenvuelve microflora en el canalillo por donde sale el agua de la bañera (es baño de agua corriente, por la abundancia del manantial). Esta microflora ha tenido que ser transportada por el agua.

Desde el punto de vista terapéutico, la flora coopera con la radiactividad en el efecto bioquímico de estas aguas, sedante, anti-alérgico y modificador de los padecimientos del antiguo grupo artrítico, y creemos que no se debe destruir la vegetación natural del lago (creyendo que así el agua estará más limpia), porque pierde valor.

El agua de Alhama es débilmente cálcica; a continuación me ocupo de otra en que este factor es muy acusado.

MONASTERIO DE PIEDRA (ZARAGOZA)

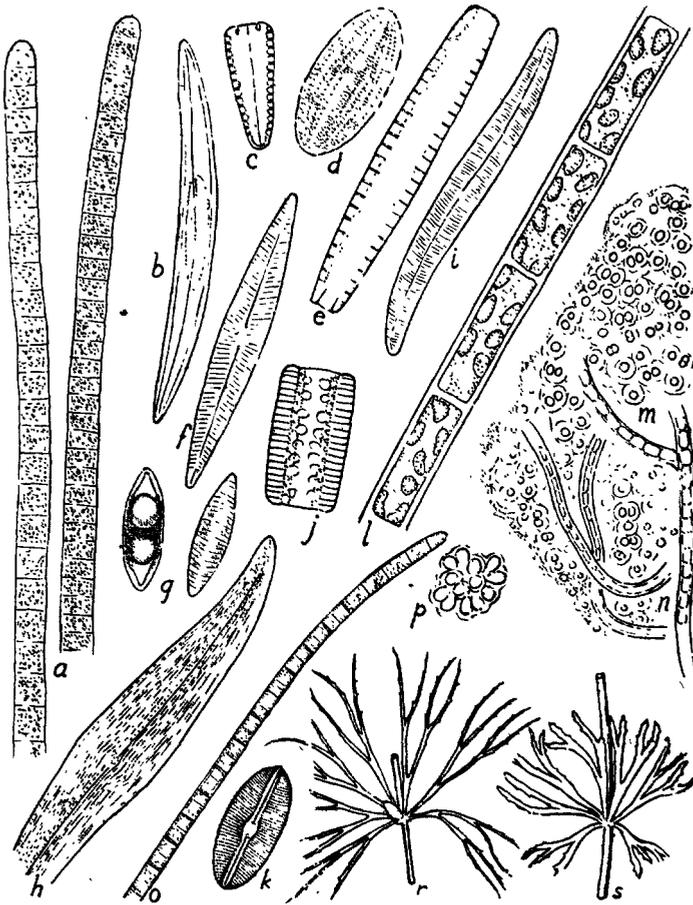
Es uno de los rincones más pintorescos de España, y todavía más notable por el contraste que ofrecen la vegetación y los accidentes geológicos de este sitio con la aridez del paisaje que lo rodea.

Desde el punto de vista geológico, es un bloque calizo modelado exterior e interiormente por las aguas. El río Piedra origina

Lámina XVII. Microflora de las Cascadas del Monasterio de Piedra.

- a.—*Oscillatoria amphibia* Ag.
- b.—*Cymbella* sp.
- c.—*Gomphonema* sp.
- d.—*Cocconeis placentula* Ehr.
- e.—*Fragillaria* sp.
- f.—*Navicula lanceolata* Grun.
- g.—*Nitschia Hantschiana* Grun.?
- h.—*Pleurosigma angulatum* Sm.
- i.—*Pleurosigma spencerii* Sm.
- j.—*Denticula* sp.
- k.—*Navicula elliptica* Kütz.
- l.—*Tribonema vulgare* Pasch.
- o.—*Oscillatoria homogenea* Fremy.
- n.—*Gleocapsa montana* Kütz.
- o.—*Gomphospheria aponina* K. Colonia joven.
- p.—*Lyngbia endophytica* El. entre la masa gelatinosa de *Gleocapsa*.
- q.—*Ceratophyllum demersum* (L.). Dos formas de distinta división foliar del Lago del Espejo. Tamaño natural.
- r.—Normal; s, de la base del tallo

LÁMINA XVII



Microflora de las cascadas del Monasterio de Piedra. Aumento 600.

cascadaś (la de la cola de caballo, impresionante) y depósitos calizos, y las aguas de infiltración, grutas.

Es el tipo de agua cálcica incrustante. En la vegetación actual se aprecia la incrustación caliza, y de esta localidad proceden las tobas más características que se ven en las colecciones de Historia natural.

ESPECIES DE LAS CASCADAS.—Briófitas

Pellia fabbroniana Raddi. Esta especie es común en aguas calizas. La he visto en Zaragoza, Logroño, y hasta en León. Loscos citó «en las cascadas de Castelserán» la *P. epiphylla* R., pero es probable que sea esta misma.

Lophozia turbinata (Rad.) Steph. Entre el césped de la anterior.

Cratoneurum commutatum (Hedw.) Roth. Muy* incrustado de CO₂Ca. Común dentro de Aragón. Casares, del Monasterio de Piedra, citó el *Cratoneurum filicinum* (L.) Spr.

Entre todas éstas se encuentran diatomeas y Algas.

Algas verdes: La que domina es *Cladophora fracta*, formando céspedes en general de segmentos más cortos que la que vimos en Alhama. Con mucha incrustación caliza y acompañamiento de diatomeas y Cianofíceas (cadenas de *Diatoma* y *Fragillaria*, *Denticula* y muchas formas sueltas; *Microcistis* y *Merismopedia*).

Tribonema bombicynum Derb. Sol. Asociada a la anterior. También incrustada y con haces de *Synedras*, etc. Entre ella hemos encontrado algún filamento de *Oscillatoria homogenea* Frey (uniforme, incolora, células 6 por 3,3 μ), iniciándose la división celular.

Oscillatoria amphibia Ag. Masas lobuladas verde azul intenso, en substrato arcilloso calizo; unos tricomas con células casi cuadradas, y otros rectangulares de 5 a 6 micras.

Entre ella también múltiples Diatomeas (*Navicula lanceolata* Grun., *Cymbella cimbiformis*, *Achnantes giberula*, *Diatoma vulgare*, *Cocconeis placentula*, *Nitschia Hantschiana*, etc.) y *Closterium* sp.

Gleocapsa montana Kütz. Masas gelatinosas azul verdosas, en las cascadas y también a la entrada de las cuevas, fuera del golpeo del agua. Incluidos en su masa se ven tricomas pálidos, serpenteantes, de *Lyngbia endophytica* Elenk., y superpuestas colonias de *Microcistis* y de *Gomphosperia aponina* Kütz., como los de Al-

hama, y *Mastigocladus laminosus* Cohn.? (v. nota en la bibliografía de Fremy).

También se encuentra el mismo *Schizothrix perforans* Geit., incrustante, de la cascada de Alhama.

Además de lo que voy citando, he podido identificar las siguientes diatomeas:

Pleurosigma angulatum Sm., un ejemplar dibujado en la lámina.

Pl. spencerii Sm., algunos ejemplares. Se han descrito muchas especies análogas a estas dos formas.

Cymbella sp.

Gomphonema olivaceum Kütz. Ocurre como con los Pleurosigmas.

LAGO DEL ESPEJO.—Este nombre responde a la tersura de su superficie. Está alimentado por varios manantiales, y se considera como de agua mineral.

Es de poco fondo y presenta una vegetación sumergida muy densa, integrada por distintas especies de Fanerógamas y Briófitas, todas ellas dulceacuícolas.

Haloragáceas: *Myriophyllum spicatum* L. Algún ejemplar incrustado.

Ceratofiláceas: *Ceratophyllum demersum* L. También lo citamos en el lago de Alhama, y se encuentra además en el Ebro.

Potameas: *Potamogeton gramineus* L. (en Coste).

P. densus L.

P. crispus L.

P. compressus L. (*P. zosterifolius* Sch.). No fructificado tiene aspecto de *Zoostera*, distinguiéndose bien por la nerviación de las hojas, que es anastomosada, mientras que en *Zoostera* es paralela.

P. trichoides Cham. Un *Potamogeton* sin nombre que describió Loscos (núm. 2.001 de la serie) a continuación del *trichoides*, pertenece a esta misma especie (cotejado en Coste). También domina en el Huerva.

Umbelíferas: *Helosciadium repens* (L.) Koch. Casi es el que más cubre el lago. *Sium latifolium* L. y *Apium graveolens* L.

Musgos: *Amblistegium riparium* (L.) Br. eur.

Hepáticas: *Haplocia riparia* (Tayl) Dum. f. *rivularis* (Bernet) Casares.

No se ven caráceas en este lago. Dominan, en cambio, en los estanques de la Estación piscícola. De estos estanques, que están juntos, deben proceder las citas de *Chara fetida* y *Ch. gymnofila* de Reyes.

Aunque sólo nos referimos a la flora sumergida, no puedo menos que citar el *Scolopendrium officinale* Sm., que está en la misma orilla del lago y por los rincones sombríos. Asso ya lo dió de «Rocas junto al Monasterio de Piedra».

También se encuentran en estas aguas berros con las distintas formas que refero en el capítulo de influencia del conjunto de los factores del medio.

CALDAS DE NOCEDO (LEON)

Este Balneario, en el que me encuentro desde hace unos veranos, está en una hoz del río Curueño. Tiene características climáticas de altitud y el agua es mesotermal, oligomineralizada, bicarbonatada mixta y radiactiva.

FLORA DEL MANANTIAL.—El manantial surge al pie de una peña caliza, en el sótano del edificio, recibándose el agua en una arqueta completamente a oscuras. Por este motivo no se desenvuelve la flora que sustentaría primitivamente.

El fondo de este manantial es de un sedimento arenáceo que con el CHI denota una composición predominante caliza.

Al microscopio, descontando las partículas carbonosas sobreañadidas, se ven granos silíceos y calizos, con tramillas y filamentos sueltos, algo ensortijados, de un Actinomicetal (*Streptomices*) y algún Infusorio con plena vitalidad.

También se encuentran, aunque escasas, valvas de Diatomeas (*Navicula*, *Synedra*, *Achnantes*, etc...) que llegarían con las crecidas del río. Aunque la composición del agua y la temperatura es adecuada, la ausencia de luz impide el desenvolvimiento de éstas, así como la de las Algas, de las que no he encontrado ninguna.

En el agua de los grifos al microscopio he visto algunas partículas minerales, de las más pequeñas del manantial, pero no ha salido ningún microorganismo. No deposita ningún sedimento en las instalaciones y a la vista es completamente limpia.

FLORA DEL DESAGÜE.—El único sitio en que el agua transcurre al aire libre es en verano, en un corto trayecto desde la abertura

del canal de desagüe al río: en las crecidas el agua del río alcanza hasta esta abertura.

La flora sumergida que se aprecia en este canal es pobre y parece ser la misma del río, acomodada a la temperatura. Forman pequeñas masas las especies siguientes:

Musgos: *Eurhynchium rusciforme* (Neck) Milde = *Hypnum rusciforme* N. En la misma boca del desagüe. Cortés Latorre, al determinarla, ha apreciado dos formas ecológicas: una normal, y otra más reducida y desprovista de hojas hacia abajo, por la corriente fuerte (f.^a *cataractarum*).

Sifonocladiales: *Cladophora fracta* (Vahl.) Kütz. Formando pequeños céspedes verdes, sin incrustación, pero con diatomeas epifitas (*Synedra*, etc.) y acompañamiento de diatomeas sueltas y otras microformas.

Cianofíceas: *Oscillatoria lacustris* (Kelb.) Geit. En pequeña masa azul verde intenso; al microscopio, en paquetes con materia granulosa térrea e interposición de diatomeas.

Oscillatoria nigra Vauch. En masillas nodulares verde azul muy sucio: células de 5 a 6 por 3 micras. Con diatomeas interpuestas.

También se aprecian grumos térreos con *Microcistis*, *Croococcus* y *Phormidium angustissimum* W.

Entre estas agrupaciones se encuentran múltiples microformas:

Trozos flotantes de *Oscillatoria lacustris* (*Borsia*), *Closterium* sp. ad *moniliferum*, *Celastrum sphaericum* Näg., *Tetraedron*, *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz.; *Cosmarium*.

<i>Melosira varians</i> en filamentos.	<i>Cymbella ventricosa</i> Kütz.
<i>Navicula viridis</i> Ehr.	<i>Gomphonema olivaceum</i> Kütz.
<i>N. criptocephala</i> Kütz.	(s. am.).
<i>N. roteana</i> Grun.	<i>Tragillaria virescens</i> Ralf.
<i>N. subcapitata</i> Greg.	<i>Synedra ulna</i> Ehr.
<i>N. elliptica</i> .	<i>Diatoma vulgare</i> Bory.
<i>N. bacillaris</i> .	<i>Nitschia</i> sp.
	<i>Achnantes lanceolata</i> .

De fauna un Anélido (*Nais*), larvas de Quironómidos, un Nematodo, e infusorios.

FUENTE DE VALDETEJA.—He visto aguas arriba del Curueño, en las hoces de Valdelugeros, cerca de la desviación de la carretera de Valdeteja, un manantial que dicen que es de composición semejante al de Nocedo. Es muy probable, porque la geotectónica es la misma, pero la temperatura inferior (24°).

Este manantial, por encontrarse en estado libre, posee su flora íntegra y la hemos estudiado para conocer la correspondiente a este tipo de aguas, que sería también la primitiva del manantial de Nocedo.

El agua, que mana de roca caliza, en una poza, tiene esta flora sumergida:

Especies vasculares: *Nasturtium officinale*, *Ranunculus ficulnaceus* y *Veronica anagallis*.

Hepáticas: *Pellia fabbroniana* Rad. Sumergida y por encima del agua. Es muy común en las regiones peninsulares más bajas, hacia Levante.

Musgos: *Eurhynchium rusciforme* (el mismo de Nocedo). Extendido dentro del agua y forma, además, un césped enorme por donde corre ésta hacia el río.

Algas: Las expresaré reunidas en asociaciones, por parecerme más expresivo que el orden sistemático.

1.ª Asociación de *Vaucheria* y *Spirogyra* (especies indeterminables), con este acompañamiento: *Conferva bombycina*, *C. vulgare* Pas.

Melosira varians Ag.

M. Roeseana Rab.

Synedra ulna Ehr.

Achnantes giberula.

Tabellaria flocculosa (R o t h .)
(Kütz.

Encyonema ventricosum Kütz.

E. coespitosum Kütz.

Fragilaria virescens Rlf., etc.

2.ª As. *Tribonema vulgare* con *Melosira varians*. En copos verdes muy finos. Esta asociación se encuentra también entre el musgo y la hepática; la *tribonema* lleva partículas calizas y diatomeas (*Synedra ulna* Ehr. y *S. actinastroides*, *Diatoma vulgare*) mas el acompañamiento de microformas:

<i>Gomphonema acuminatum.</i>	<i>Navicula criptocephala.</i>
<i>Encyonema prostratum</i> Buck.	<i>Epitemia</i> sp., etc. (las anteriores).
<i>Navicula gracilis</i> Ehr.	

3.ª *Oscillatoria lacustris* Geit. Como en Nocedo, en paquetes con *Tribonema*, *Melosira*, *Synedra*, etc., y *Anabena* sp.

4.ª *Rhizocladium hieroglyphicum* en masa coposa verde claro. Separada o entremezclada con las anteriores o entre el musgo, con *Tribonema*, *Melosira*, etc. Lleva *Lyngbia* y Diatomeas epifitas (*Syn. actinastroides*, *Fragillaria*, *Diatoma*, etc.), como el que describimos en el desagüe de Alceda.

Desmidiáceas: *Cosmarium botritis* y *Closterium* sp.

De fauna hemos visto algún Nematodo, un oligoqueto (Nais?) y larvas de quironómidos.

CONSIDERACIONES.—Al comparar los dos inventarios se ve que es una flora más amplia que la del desagüe de Nocedo, pero de la misma composición, con especies de aguas frescas acomodables a mesotermales. En las Algas filamentosas no se nota incrustación, y la gran abundancia de diatomeas tampoco indica carácter calizo. No obstante, existe analogía con la fuente cálcica del Balneario de Cucho, y hasta con otras de nivel inferior de agua moderadamente cálcica. Así, con las Algas de los alrededores de León, estudiadas por Gómez Argüello.

En mi primera Memoria del Balneario de Nocedo hice notar que una prueba del origen profundo de estas aguas es su escasa mineralización, pues como afloran en una zona de montañas calizas, si fueran de curso más superficial tendrían una proporción mucho más elevada de calcio.

En el agua de Nocedo no hay influencia vegetal; tiene un efecto puramente fisicoquímico.

APÉNDICE

Además de los datos anteriores obtenidos directamente, para completar estos conocimientos, añadiré lo que consta en la bibliografía sobre flora de los siguientes balnearios:

BALNEARIOS	Altitud	Residuo seco	Composición por litro	Temperatura	CLASIFICACION
Caldas de Bohí .	1115	0,399	SH ₂ = 5 cc. Cl Na = 0,30	4°-56°	Sulfurado sódica
Panticosa	1636	0,154	SO ₄ Na ₂ = 0,044 N = 20,74 cc.	26°-31°	Nitrogenada
Arnedillo	651	7,66	Cl Na = 5,189 SO ₄ Ca = 1,458	52,5°	Clorurado sódica
Montemayor	754	0,267	SH ₂ = 45,6 cc. Cl Na = 0,027	44°	Sulfurado sódica

Los datos de este cuadro, como el del Preámbulo, están tomados de la Hidrología médica del Dr. San Román.

CALDAS DE BOHI

Comére, en «Les algues des sources sulfureuses de Caldas de Bohí», estudió unas muestras de Glairina que le proporcionó el doctor Garrigou (1894), y refirió las especies siguientes, a cuya relación añadiré algún comentario:

Clorofíceas: *Cladophora fracta* K. [frecuente en aguas termales y dulces comunes].

Cianofíceas: *Oscillatoria nigra* Vauch. Señalada por Thore en «Algues des sources thermales de Dax. (1885)».

Spirulina oscilarioides Turp. Frecuente en compañía de la anterior y citada por Petit de la Bourbule. También se encuentran en las aguas termales *S. subtilissima* K. y *S. tenuissima* K.

Bacilariófitas: *Gomphonema intricatum* Gr. [esta especie la cita de Caldas de Bohí solo en «Diatoméas des Pyrenées»].

Gomphonema olivaceum Ehr.; *G. angustatum* Rab. [común en agua dulce].

G. acuminatum Ehr. Citada por Frère Heribaud en Sainte Marguerite.

G. cristatum Ralf., también se encuentra en Panticosa; *G. augur* Ehr.

Epithemia gibba K.; *Navicula gibba* var. *ventricosa* [común en agua dulce].

Navicula elliptica K. (Variable y muy extendida en aguas de distinta composición.)

N. pigmea Prit. Rara, indiferentemente en aguas dulces o saladas.

N. criptocephala Sm. Común. [Según De Toni, en Azpeitia es *N. gregaria*, pero ésta, para Van Heurk, es una variedad de la *criptocephala*.]

N. mayor K. ; *N. nobilis* var.

N. bravisonii K. Rara en la glairina.

Stauroneis ventricosa K. Idem. [Según De Toni, en Azpeitia, es *N. mutica* K. var. *ventricosa* K.]

Nitschia dissipata K.

N. thermalis Auer. (También citada por Comére de Luchón y Ain-Hamma-Xerua ; sulfurosas. La var. *stagnorum* habita comúnmente en las aguas dulces.)

N. constricta K. [Según De Toni, en Azpeitia, es *N. apiculata* Grun.]

Synedra ulna Ehr. [especie común].

Denticula tenuis K. (la *D. thermalis* K. puede ser una variedad de la *elegans* del mismo autor).

Además, dicho trabajo lleva una lámina con 20 figuras donde están dibujadas cuidadosamente.

Este mismo autor, en «Les Diatomeés des Pyeneés», dió una lista de 27 especies que se encuentran en los lodos de las aguas sulfurosas francesas, y es muy notable que las que acabamos de citar no coincidan con aquéllas, sino que sólo se encuentran ocho especies comunes. Con ello se comprueba una vez más que no existe una flora común a todas las aguas sulfurosas, sino que depende de las distintas condiciones y composiciones particulares.

Del agua sulfurosa de este Balneario no hay más información que la de Comére, pero en esta misma localidad existen otros manantiales mineromedicinales, y a uno de ellos se refieren los datos que siguen.

Dosset, en su Sinopsis de las Diatomeas de Aragón, incluyó seis especies «procedentes de una recolección que hizo el R. P. Blas Ainsa en las inmediaciones del Balneario de Caldas de Bohí en 1888». Además, en la Colección de preparaciones de Diatomeas de Dosset, que está en el Laboratorio de Biología de la Facultad de

Ciencias de Zaragoza, hay una de aquella misma recolección, en la que he podido clasificar más especies, y entre éstas y las consignadas por Dosset, figuran las siguientes:

<i>Encyonema ventricosum</i> Ehr.	<i>Epithemia</i> sp.
<i>Cymbella cymbiformis</i> Ehr.	<i>Diatoma vulgare</i> Bory.
<i>Navicula vulgaris</i> Heib.	<i>D. hiemale</i> Heib., id., var. <i>mesodon</i> .
<i>N. ambigua</i> Ehr. f.ª <i>craticula</i> .	<i>D. anceps</i> Gr. Abundante.
<i>N. elliptica</i> K.	<i>Synedra ulna</i> Ehr.
<i>Achnantes laccolata</i> Grun.	<i>Fragillaria virescens</i> Rif.
<i>Achnanthidium flexclum</i> Br.	<i>Tabellaria flocculosa</i> K.
<i>Gomphonema</i> sp.	<i>S. biseriata</i> Breb. Idem. .
<i>Denticula tenuis</i> K.	<i>Cyclotella</i> sp.
<i>Surirella elegans</i> Ehr. F r e - cuente.	

Como se ve, esta lista es muy diferente de la anterior. La consigno porque, dada la variedad de manantiales mineromedicinales de Caldas de Bohí, pudiera ser de uno de éstos.

Seró publicó un trabajo (en estos ANALES) de Hepáticas de los alrededores de este Balneario.

PANTICOSA

En la bibliografía se encuentran datos de Algas y Diatomeas. Los primeros proceden de Rodríguez, y los segundos de Dosset.

Rodríguez Femenías, que fué muchos años catedrático del Instituto de Mahón († 1904) y autor de trabajos fundamentales sobre la Flora terrestre y marítima de aquella isla, recolectó en la fuente purgante del Balneario de Panticosa, de cuyas algas presentó una nota a la Sociedad de Historia Natural en 1894 (v. bibl.) con estas especies, que fueron determinadas por Bornet y Gomont:

«En el punto de nacimiento de la Fuente termal purgante»:

Phormidium valderianum Gom.; *Ph. laminosum* Gom., y *Oscillatoria anguina* Bory.

«En sitios aguanosos inmediatos a la Fuente purgante»:

Croococus sp.; *Gomphospheria aponina* K.; *Aphanotheca ruperstris*.

Stigonema thermale Borzi; *Nostoc commune* Vau.; *N. microscopicum*; *Scytonema figuratum* Ag. (= *Sc. thermale* K.).

En mi Comunicación al II Congreso de Hidrología médica sobre «Diatomeas de las aguas minerales de Aragón», expongo, revisadas y con microfotografías, todas las especies de este grupo procedentes de la «Sinopsis» y clisés inéditos de Dosset. Es una relación de 37 especies que no voy a repetir. Entre ellas se encuentra el *Cocconeis placentula* var. *González Guerreroi* nova, que dedico a mi compañero Pedro González Guerrero.

Es un conjunto de flora diatomológica bastante parecido a los de aguas finas de montaña; algunas de la fuente purgante (que es asimismo oligometálica), pero de la mayoría sólo se sabe que son de Panticosa.

Zubía, en su «Flora de La Rioja», incluyó algunas especies vasculares «de los Baños de Panticosa», donde estuvo de agüista, pero no son de flora sumergida.

ARNEDILLO

Caballero Villaldea, en su nota «Oscillatorias termales de Arnedillo», enuncia las siguientes especies, con el asesoramiento de Frémy:

«En los lodos a 43°, con cantidad excesiva de materia orgánica»:

Oscillatoria anguina Gom. [También en Panticosa, en La Junquera y en agua dulce.]

O. boryana Bory. [No hay más cita en España. Respecto al extranjero, Geitler dice «in Thermen».]

O. chalibea Men. [No hay más cita en España. En el extranjero se cita en aguas detenidas, lodo, aguas saladas y thermas.]

O. tenuis Ag. [Bastante común en aguas dulces.]

O. geminata Men. [No hay más cita en España. Idem en Thermen.]

O. formosa Bory. Idem.

O. brevis Gom. [También en el cieno de aguas dulces.]

O. animalis Ag. [En la estancia de San Martín y en aguas sucias.]

Todas están transcritas en la «Revisión crítica» de González

Guerrero. Es un conjunto bastante característico de lodo hipertermal salino.

BAÑOS DE MONTEMAYOR

González Guerrero, en un trabajo que consigno en la bibliografía, da a conocer Algas de este sitio, procedentes de una recolección que hizo en septiembre de 1927 el profesor don Arturo Cabañero, pero que no son del manantial medicinal, que es sulfuroso. Una de las citas expresa «in aquis stagnantibus prope Baños de Montemayor»; otras, «en los charcos, terrenos encharcados, aguas detenidas y de corriente débil, Montemayor».

Es una microflora de agua dulce de escasa mineralización. De las 28 especies, algunas son cita única en España.

De otros balnearios hay poquísimos datos, y además les falta estar refrendados por especialistas, por lo cual no hago mención particular.

RESUMEN

En esta Memoria se trata en forma compendiada de la Flora hidromineral, en particular de doce Balnearios, desde distintos puntos de vista:

1.º *Sistemático*.—Aunque no ordenadas en forma de catálogo, sino por asociaciones, se dan a conocer y se comentan las especies de las distintas aguas, suministrando con ello un conocimiento florístico de estos medios en los que no se ha trabajado. Se mencionan 180 especies, casi en su totalidad microscópicas, entre ellas las nuevas *Surirella ovata* Kütz. var. *San Romanae* y *Cocconeis placentula* Ehr. var. *González Guerreroi*, y algunas no conocidas en España.

2.º *Sociológico vegetal*.—Se acusan diferencias evidentes entre los inventarios, paralelas a las distintas composiciones de las aguas.

La flora más peculiar es la de las aguas sulfurosas, y en éstas se dan diferencias según la composición particular y la temperatura. En las de gran desprendimiento sulfhídrico no se encuentra más que flora bacteriana.

Cuando las características son menos destacadas respecto a las

aguas dulces, existe un margen de acomodación bastante amplio respecto a algunas especies.

La termalidad por encima de los 40° lleva consigo una gran restricción de la flora. En las mesotermales apenas se acusan diferencias.

3.º *Ecológico fisiológico*.—Se exponen unos estudios de laboratorio sobre la influencia de la composición química de las aguas en la composición química de las plantas y de las condiciones físicas en la estructura.

En este sentido, más que factores aislados, es a considerar el complejo físico químico del agua. Así en un agua sulfatado cálcica se ha encontrado menos Ca en el berro común que en otra débilmente cálcica, pero no sulfatada. Tampoco se puede aquilatar la modificación de estructura respecto a un factor aislado, aunque en este aspecto parece mucho más manifiesto el efecto de las cualidades físicas del agua que el de la composición química.

4.º *Hidrológico médico*.—Se describe la constitución microscópica de los lodos. En algunos Balnearios particularmente de agua sulfurosa, se hace ver la conexión que existe entre la composición del agua y el metabolismo bacteriano, aclarándose con ello los efectos de estos medios terapéuticos.

Además, se sugieren nuevas formas de aplicación.

En la parte general se aclaran los conceptos de flora hidromineral, materia orgánica y peloides, y se expone sintéticamente la peculiaridad de la flora según las condiciones físicoquímicas del medio, surgiendo comentarios y consecuencias y, además, se da una orientación metodológica.

BIBLIOGRAFIA

- AGARDH.—1834. *Des conferves thermales de Carlsbad (Almanach de Carlsbad)*.
 ALVARADO.—1947. *Biología general (asim. quimiosint. del carbono)*.
 ALLORGE.—1925. *Variations du pH dans quelques tourbières a Sphagnum du Centre et de l'Ouest de la France*. «Comp. R. Ac. Sc.». París, 1925.
 ANDRÉ.—1925. *Química vegetal* (Encicl. agr. dirigida por Wery).
 ANDERSSON.—1943. *Zur kenntnis der Stickstoffquellen von Ulva und Enteromorpha* (Kungy. Fys. Sällskapet. Lund).
 ARÉVALO.—1929. *La Vida en las aguas dulces* (Col. Labor). Descubre el panorama general del mundo acuático y suministra datos interesantes para nues-

- tro objeto sobre periodicidad de la vida acuática, var. del pH según la época, relación de la masa de agua con el volumen de las especies y número, etc.
- ARZONAN y LAMARQUE.—1914. *Manual de Hidrología médica* (El estado general de conocimiento de Flora y lodos es el que expone esta obra).
- AVILÉS.—1902. Memoria de Hervideros de Fuensanta (*Nostoc commune*, *Lemanea fluviatilis*, *Conferva capilaris* y *C. glomerata*).
- AZPEITIA.—1911. *La Diatomología española en los comienzos del siglo XX*. Recopila toda la Bibliografía y citas que se ha dado de este grupo en aguas españolas dulces y marinas. De minerales, las de Caldas de Boin, transcritas de COMERE y DOSSET, y las de SECALL de La Porqueriza. Otras englobadas como de agua dulce.
- BACHMANN (E.).—1914. *Kalklösende Algen*. «Ber. der deutschen botan. Gesellsch. XXXIII, págs. 45-57.
- BARBE.—1944. *Las capas monomoleculares. Su aplicación al estudio de la estruc. y activ. celular*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.». Trae los estudios de DEVAUX sobre desplazamiento del Ca; cambios reversibles de las bases entre la planta y el medio y fijación del hierro y otros metales.
- BECKINR.—1938. *On the cause of the acidity in natural waters specially in limus*. «Proced. Sec. Scien. Neerland. Akad. van Wetenschapen».
- BELLOC (E.).—1894. *La flore algologique d'eau douce de l'Islande*. «Ass. française pour l'avanc. des Sci. Congrès de Caen». Trae especies de manantiales termales de 45° a 60°.
- — 1887. *Diatomées de Luchón et des Pyrenées Centrales* (en COMÈRE).
- — 1898. *Recherches sur les algues des eaux douces, des eaux thermales et des eaux salées d'Algerie, de Tunisie et du Maroc*. «Rev. biol. du Nord de la France», 5^e année.
- BERGEY'S.—1948. *Manual of Determinative bacteriologie*. BREED, MURRAY, HITCHENS. Baltimore.
- BEYERINK.—1895. *Über spirillum desulfuricans*.
- BRAUER.—1910. *Süss wasser Fauna Deutschlands*.
- BUILLA.—1884. *Monografía sobre los baños de la Hermida*.
- CABALLERO SEGARES.—*Las especies del género Chara y las larvas de los mosquitos*. «Anales del Inst. general y técn. de Valencia».
- CABALLERO VILLALDEA.—1929. *Datos para la flora algológica de la provincia de Guadalajara*. «Bol. R. Soc. esp. H. nat.». Es un catálogo de 368 especies de distintas aguas; algunas duras, salinas y ferruginosas; cita especies que intervienen en el proceso biológico de depuración.
- — *El cloruro sódico en la provincia de Guadalajara*. «Anales Soc. esp. H. nat.», 1929, pág. 339. En las salinas de Imón *Navicula*, *Synedra*, *Oscillatoria*, *Protococales* e *Infusorios*. «En principio la biología natural de estas aguas es muy pobre, aumenta en el comienzo de la evaporación y se extingue a medida que se inicia y avanza la cristalización».
- — 1929. *Oscillatorias termales de Arnedillo* (Mem. id.). Reseñado en el texto.
- CÁMARA (A.) y ANGULO.—1949. *Genética ibérica*. C. Sup. I. C., vol. I, núm. I
- CÁMARA (F.).—1936 y 1940. *Estudios sobre Flora de la Rioja baja*. «Rev. Acad. Ci. Madrid». Ligeras referencias del Torco y San Martín.

- CÁMARA (F.).—1948. *Aguas mineralomedicinales de Zaragoza*. «Rev. Ac. C. Zaragoza». Datos geológicos, médicos y algo de macroflora.
- — 1950. *Diatomeas de las aguas minerales de Aragón*. Presentado al II Congreso Luso Hispano de Hidrología médica. Su contenido es independiente de esta Memoria.
- CASARES GIL (A.).—1926. *Hepáticas*. «Flora Ibérica. Junta ampl. est.». Es el tratado fundamental. De aguas minero med. ninguna cita.
- — 1932. *Musgos*. Idem id., como el anterior.
- — 1925. *Esfagnos de la Península Ibérica*. «Med. Soc. Hist. Nat.». Citó algunos de Arteijo, Carballino, Cuntis y Puente Viesgo.
- CASARES GIL (J.).—1908. *Análisis de las aguas de Alceda*. «Rev. med. hidrol. española».
- CASTELLS.—1910. *Memoria del Balneario de La Hermida*.
- — 1914. *Idem de Lanjarón*. En las dos dice que no se ven algas en el examen microscópico.
- CEDERCREUTZ.—1947. *Die gefass pflanzen veget. der Seen auf Aland*. «Acta Bot. Fennica».
- CERTES ET GARRIGOU.—*Compt. rend. Acad. Sc.* t. 103, pág. 703. Aguas termales de Luchón.
- COHN.—1862. *Ueber die Algen des Karlsbader Sprudels*. «Abhandl. der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur».
- — 1874. *Ueber die Algen der Trermen von Johannisbad und Landbeck*. «Schles. Gesells. f. Vater Cultur bot. Sect. Nov.».
- — 1876. *Untersuchung des Badeschleimes der Quellen von Landbeck*. (54 Jahresb. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur, p. 114).
- COMERE (J.).—1894. *Les diatomées des Pyrénées*. «Bull. Soc. Ramond Bagnéres de Bigorre». 60 páginas.
- Cita muchas diatomeas de las bareginas de aguas minerales francesas: Ax, d'Olette, Bignerès de Bigorre, Pont de Ravi y Lis en Luchón. También cita ocho especies de «la baregine de Caldes de Bohí» que estudió con más detenimiento en el trabajo siguiente.
- De ferruginosas hay citas de Castel-Biel, Saint Mamet y Juzet. De salinas: Salies du salat.
- Dice en el preámbulo que tiene reunidos datos para publicar ulteriormente un trabajo de conjunto sobre diatomeas de aguas minerales, que no debió llegar a realizar. pues no se encuentra en la bibliografía de este autor.
- — 1894. *Algues des sources sulfureuses de Caldes de Bohí*. «Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse». T. XXVIII. (Reseñado en el texto). Las citas de canoficeas las transcribe además GONZÁLEZ GUERRERO y las de diatomeas, AZPEITIA.
- — 1894. *Diatomées de la Glairine des eaux sulfureuses de la Station des Graüs d'Olette*. «Pyr. Orient.». París, Baillière (citados en el trabajo anterior).
- COMPAIRED.—1889. *Las aguas de Cervera o La Albotea*. «Bibl. Fac. Med. Zaragoza». Cita en los limos *Oscillatoria*, *Crenothrix*, *Bacillus* y *Cercamonas*.
- CHADEFAUD.—1936. *Le Cytoplasmic des Algues vertes et des Algues brunes. Ses éléments figures et ses inclusions*. «Rev. Algol.», t. VIII.

- CHAMBERS.—1923. *The Saprolegniaceae*. «Univ. of Carolina». Fundamental para la determinación de estos hongos acuáticos.
- CHOLODNY.—1910-26. *Die Eisen bacterien*. Jena.
- DANGEARD (P. A.).—1909. *Note sus deux bacteriacees vertes*. «Bull. Soc. Bot. de France», t. LVI, p. 322. *Bacillus virens* Van Thygem y *B. virens* de la fuente sulfurosa de Passy. El pigmento no parece ser clorofila.
- DAVIS.—1897. *The vegetation of the hot springs of Yellowstone Parck*. «Science», 6, p. 145.
- DE LA BORBOLLA.—1947. *La influencia del cloro sobre las plantas*. «Anales Inst. esp. edafol. ecol. y fis. vegetal».
- — 1948. *La preparación de soluciones nutritivas para investigaciones de nutrición vegetal*. Idem, 1888.
- DOSSET MONZÓN.—*Datos para la Sinopsis de las Diatomeas de Aragón*. Zaragoza. «Lab.º Biología». Cita especies de Alhama de Aragón, Juraba, Panticosa Mediana y otras aguas salinas y de uso popular medicinal. Algunas de éstas fueron proporcionadas por el P. AINSA, escolapio, otro gran diatomólogo.
- DURAND FARDEL.—1883. *Traité des eaux minerales*.
- ELENKIN (A.).—1914. *Ueber die thermophilen Algenformationen*. «Bull. Jard. bot. de Pierre le Grand». XIV, págs. 62-110.
- FREMY (L'ABBÉ).—1926. *Incrustation calcaire produite par les Algues deau douce*. «As. Fr. Sc. Lyon».
- — 1931. *Les Stigonemacees de la France*. «Rev. algol», t. V.
Trae: *Mastigocladus laminosus*. «Cosmopolita en aguas termales». Plombières, Dax Ner's y Carlsbad (figuras de estas dos últimas). «Más rara en las no termales».
- Fischerella termalis* Gom. «Parois des sources thermales. Thermes de la région pyreneene». Además, del *Hapalosiphon fontinalis* dice «parfois dans les eaux thermales».
- GARCÍA LÓPEZ.—1870. *Hidrología médica*. [Trae una lista de especies vasculares encharcadas].
- GATES (FR. S.).—1914. *Swamp vegetation in hot Springs Areas at Los Baños, Laguna P. I.* «The Philippine Journ. of Science. Sec. C. Botany». IX, número 6, págs. 495-516, plates XI-XV.
- GAUGHRAM.—1947. *The thermophilic microorganismus*. «Bacteriol. Rev». Baltimore, vol. II, núm. 3. [Estudio sintético fundamental. Definición, características (*Bacillus*, *Clostridium*, *Vibrio termodesulfuricans*), origen y distribución de estos microorganismos; crecimiento, resistencia a temperaturas elevadas y bibliografía extensa].
- GOLA, NEGRI, CAPELLETTI.—1943. *Tratado de Botánica traducido por FONT QUER*. Edit. Labor. [Obra general de orientación para distintas cuestiones botánicas].
- GÓMEZ ARGUELLO.—1942. *Algunos datos sobre las algas de los alrededores de León*. «An. J. bot. Madrid», t. III, págs. 285-298. [Muchas especies comunes con las que cito en la montaña].
- GÓMEZ ORTEGA.—1778. *Tratado de las aguas termales de Trillo*. Catálogo de

- las plantas del sitio de los baños e inmediaciones; de microflora nada «Bibl. J. bot.».
- GONOD.—1856. *Les plantes des sources minerales*. Paris.
- GONZÁLEZ GUERRERO.—1928. *Algas de los alrededores de Montemayor*. «Bol. H. nat.». Reseñado en el texto.
- — 1929. *Contr. al conoc. ficológico del Pirineo español*. Idem.
- — 1940. *Algas de Iñi agua dulce y salobre*. «An. J. Bot. Madrid».
- — 1944. *Revisión crítica de las Cianofíceas españolas de agua dulce*. «An. J. bot. Madrid». Trabajo compendiado fundamental. No sólo se refiere a aguas dulces, sino que recopila todo lo estudiado de Cianofíceas en balnearios y aguas mineralizadas: Arnedillo, Caldas de Bohi, Panticosa, Besaya, Montemayor, Vaciamadrid, Solan de Cabras y Fortuna. Cita 32 especies de aguas minerales.
- — 1945. *Cianofíceas y Algas continentales de Cádiz*. (Idem). Con 27 láminas [algas de agua salina].
- — 1947. *Algas invernales gaditanas*. (Idem). [Aguas saladas de San Fernando].
- — 1948. *Nuevos datos ficológicos de España*. (Idem.)
- — 1948. *El Cladophoretum hispano argentino en vías de regresión (Lilloa, Tucumán)*. Detalla con figuras la asociación y el epifitismo análogo al de aguas minerales.
- — 1950. *Algas de Río Tinto*. «An. J. bot. Madrid»
- Estas aguas, que proceden de la cuenca de piritas cupríferas, tienen un color tinto en todo su trayecto. Carece en absoluto de vegetación macroscópica y de vida animal. Después de un estudio minucioso sólo ha catalogado 13 especies de microflora. En general presenta sedimento metálico y están deteriorados muchos individuos. El cobre parece ser más tóxico para la vegetación que el azufre.
- Por lo demás son especies comunes adaptadas a este medio. En las aguas sulfurosas de Fuente Amarga de Chiclana tampoco hay algas [de toda la producción algológica de GONZÁLEZ GUERRERO, sólo reseño una parte; tiene otros trabajos, sobre todo de Cianofíceas, con datos de aguas mineralizadas, no minerò medicinales].
- HAMA.—1933. *Studien über eine neue Rhodospirillum aus Yumoto bei Tokio*. «Jour Sc. Hiroshima Univ.» (Botany), 1, pág. 135.
- HANSGIRG (A.).—1884. *Beiträge zur kenntniss der böhmischen Thermalalgenflora*. «Est. bot. Zeitsch.» vol. XXXIV, págs. 276-284).
- — 1886. *Beiträge zur kenntniss der Salzwasser algen flora Böhmens*. Idem, 1886, págs. 100-111.
- HERIBAUD (Le Frère).—1910. *Recherches sur les Diatomees des travertins deposees par les eaux minerales de Sainte Marguerite*. «Cmpt. rend. Acad. Sc. Paris», 3, I. [Cita Diatomeas de un agua con 7,629 de residuo fijo].
- HOFMANN.—1914. *Die bacillarien der Kieselgur und der sumpfe in der Soos bei Franzesbad in Böhmen*. «Oesterr. Botan. Zeits.», LXIV.
- HUBER PRESTALOZZI.—1938. *Das Phytoplankton des Süßwassers*. «I Teil. Systematik und Biologie». [Parte general: Tipos de plankton; variación por

- quimismo vegetal; cultivo; método. Descripción, datos y figuras de Cianofíceas y bacterias]. 327 págs., 66 láminas. Stuttgart
- HUGUET DEL VILLAR.—1929. *Geobotánica* (Col. Labor). Nomenclatura y datos de flora higrófila de agua dulce, salada, salobre y ácida; un estudio del autor sobre la variación del pH en las aguas de Madrid a través del año.
- KARLINSKI.—1887. *Centralbl. fur Bact.* «I Abt., Bd. 2», pág. 337.
- — 1898. *Zur Kenntniss der Bacterien der Thermalquellen.* «Hygienische Rundschau», núm. 15.
[Bosnia, manantiales de 51° a 58°].
- KOLLE und WASSERMANN.—1912. *Handbuch der pathogenen Microorganismen.* 2.ª ed. Jena.
Bacterias termófilas, t. I, pág. 89; aguas minerales naturales y aguas carbónicas artificiales, íd. pág. 261. [Las aguas embotelladas pueden presentar bacterias que no tienen en el nacimiento; el agua de seltz tiene gran número. diferenciándose en esto también de las carbónicas naturales].
- KUFFERATH.—1930. *La culture des algues.* «Rev. algol.». [Además del aspecto técnico, múltiples datos y sugerencias; cambios de materia; clasificación de algas por alcalinidad; el medio según las asociaciones; influencia del Ca; modificaciones del pH; acción de oligoelementos, etc., y una bibliografía copiosa].
- KYLIN.—1943. *Zur biochemie der Cyanophyceen.* «Küngl. Fys. Sällsk. Lund». [Esta Revista que recibe la Acad. de Ciencias de Zaragoza, publica trabajos interesantes de algas].
- LAUTERBORN.—1915. *Die sapropelische Lebewelt.* «Ein Beitrag zur Biol. des Faulschlammes nahü Gewasser. Verhandl. natur. med. ver. Heidelberg N. F.», 13.
- LEMAIRE.—1894. *Les Diatomées des eaux salées de Lorraine.* «La Diatomiste», núm. 19, dic. 1894.
- LIEBETANZ.—1925. *Hydrobiol. studien an Kujawischen Brackwassern.* (V. reseña de ALLORGE en «Rev. algol.», t. IX; microflora de aguas salinas de Polonia).
- LOEWENSTEIN.—1903. *Über die temp. des lebens bei der thermalalgen «Mastigocladus laminosus» Cohn.* «Ber. der deuts. bot. Ges.», XXI, págs 317-323. [Su temperatura habitual en Carlsbad 49°, límites máximo y mínimo 52°-19°].
- LOPPENS.—1908. *Contribution a l'etude du microplankton des eaux sau matres de la Belgique.* «Ann. de Biologie lacustre», t. III, fasc. 1, págs. 16-23.
- LUTHER.—1947. *Morfol. und syst. beobacht. an wasser phanerogamen.* «Acta botanica fennica». Idem.
- — 1949. *Vorschlag zu einer ökologischen Grundeinteilung del Hydrophyten.* Idem.
- LIETGET.—1870. *Monografía de los baños y aguas termomedicinales de Fitero.* [De algas cita *Lemanea fluviatilis*, *C. capilaris* y *C. rivularis*, que no son del agua termal].
- LORD GAMBOA.—1888. *Caracteres fisico químicos y microscópicos de las aguas minerales indeterminadas.* [De carácter general, sin detallar algas, cuyo estudio dice «procuraré hacer más adelante»].

- MACÉ.—1901. *Traité pratique de Bacteriologie*. [Obra general de consulta que recopila todas las especies acuáticas conocidas entonces]
- — 1898. *Atlas de Microbiologie*.
- MADRID MORENO.—1905. *Contribución a la flora bacteriana de las aguas potables de la Villa de Madrid*. «Mem. Soc. esp. H. nat.». [Describe por los cultivos cuatro *Cladotrix* nuevos y evidencia la pobreza de flora de los manantiales en relación a las aguas corrientes].
- MAERTENS (H.).—1914. *Das Wachstum von Blaualgen in mineralischen Nährlösungen*. «Beitr. Biol. der Pflanzem». XII, págs. 439-496.
- MARGALEF.—1945. *Primera nota sobre la biología de las aguas estancadas del bajo Urgel*. «Inst. de est. Ilerdenses». Lérida.
- — 1946. *Datos para la flora algológica de nuestras aguas dulces*. «Publ. Inst. Bot. Barcelona», 4, núm. 1.
- — 1947. *Limnosociología*. «Inst. forest. invest. y exp.».
- — 1948. *Flora, fauna y comunidades bióticas de las aguas dulces del Pirineo de la Cerdana*. «Monogr. Est. est. pirin. Zaragoza».
- — 1949. *Las asociaciones de algas en las aguas dulces de pequeño volumen del NO. de España*. «Vegetatio. Acta geobotánica». La Haya.
- MATTEWS.—1931. *Studies of the genus Pythium*. «Univ. of. N. Carolina». [Es la monografía más completa de este género de hongos acuáticos].
- MEMORANDA SOCIETAS PRO FLORA ET FAUNA FENNICA.—«Bibl. Acad. Cien. Zaragoza». [Trabajos de algas de los países bálticos. Se encuentran fácilmente en el «Index generalis» de 1947].
- MIGULA.—1895. *Schyzomycetes*, en ENGLER: «Die Natur. Pflanzen fam.» I, 1.ª
- MIQUEL (P.).—1892-93. *Recherches experimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des diatomées*. «Annales de Micrographie specialment consacrees a la Bacteriologie aux protophytes et aux Protozoaires».
- Es una Memoria muy completa y de lo poco que se ha publicado en estos aspectos. Para nuestro objeto interesan el fasc. 1.º (marzo, 1892). Acción del calor húmedo sobre las diatomeas. Fasc. 2.º Acción del frío y de la luz. Fasc. 3.º (junio-julio, idem). Acción de tóxicos, iodo, ácidos, etc...
- MIYOSHI.—1897. *Ueber das massenhaft vorkommen von Eisenbakterien in den thermen von Ikao. Id. Thermem von Yumoto bei Nikko*. «J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo».
- MORENO.—1883. *Algas termales. Descripción micrográfica de algunas especies presentadas en la exposición de aguas minerales y minería de Madrid*. [Son referencias a preparaciones de sulfurarias de Santa Agueda, Elorrio, Onaneda, Carratraca y Cuntis. También algún dato de Alhama de Aragón, Caldas de Reyes, Fortuna y Besaya. Poco detallado].
- MOZOTA.—1929. *Los lodos minerales de las aguas de Fitero viejo*. «Anales Soc. esp. hidrol. médica». [Análisis; comparación con los de Dax].
- — 1930. *Notas hidrológicas y clínicas de los Balnearios de Fitero*. [Análisis y estudio clínico muy completo].
- NAVARRO y BELLÓN.—1945. *Catálogo de la flora del mar de Baleares*. «An. J. bot. Madrid». 848 especies; diferencia total con aguas continentales. Lo citamos como trabajo básico para flora marítima.

- PARDO GARCÍA.—1921. *Nota preliminar sobre las algas planktónicas de las aguas dulces de Valencia*. «Bol. Soc. Iber. C. nat.», t. XX, págs. 70-93. [Distintas aguas no minerales].
- — 1924. *Variación mensual del Plankton en aguas de Valencia*. «Asoc. esp. Progr. Ciencias. Congr. de Salamanca».
- — *La Albufera de Valencia*. Estudio limnográfico, biológico, económico y antropológico. «Publ. Inst. forest. invest.».
- — 1948. *Catálogo de los lagos de España*. (Idem.) [Completísimo; datos de todas las lagunas y estancas].
- PASCHER.—1936-38. *Die Süßwasser flora mittel Europas*. [Fundamental para la sistemática].
- PAYEN.—1938. *Recherches biochimiques sur quelques Cynophycees*. «Rev. algol.», t. XI.
- — 1941. *Les pigments des Algues. Leur role biochimique*. Idem, t. XII.
- PERAGALLO.—1884. *Notes sur quelques diatomées saumâtres du Medoc*. «Ann. Soc. Hist. nat.», Toulouse. [120 especies].
- PÉREZ GIMENO.—1892. *Mcmoria del Balneario de San Hilario, Gerona*. [Dice que al microscopio no se ven algas].
- PERRONCITO and VARALDA.—1887. *Intorno alle così dette mujfe delle termi di Valdieri*. «Notarisia», 2, pág. 233.
- PETIT (P.).—1885. *Algues et diatomées de la Bourboule. Extrait du rapport du Dr. Danjoy*. «Ann. Soc. d'Hydrol. med.».
- PINILLA.—1924. *Manual de Hidrologia médica*. [Datos sobre lodos españoles].
- PONCET.—1895. *Les microbes des eaux minerales de Vichy 26 planches comprenant 132 photographies*. «J. B. Bailliére». París.
- POUCHET.—1894. *Analyses bacteriologiques des eaux de Vichy*.
- PRESCOTT.—1947. *Water Bacteriology*. 6.ª ed. «Masach. Inst. Techn.». Nueva York. [Indispensable para análisis sanitario].
- PRINGSHEIM.—1949. *Relationship between bacteria and mixrophyceae*. «Bact. Reviews», vol. 13, núm. 2. [Trabajo sintético].
- — 1949. *The fil. bacteria «Sphaerotilus, Leptothrix, Cladotrix» and their relation to iron and manganese*. «Trans. Roy Soc. London», núm. 233.
- PUYMULY.—1926. *Une Algue des eaux thermales vivant au Centre de Bordeaux*. «Comp. rend. Soc. biol. de Bordeaux», t. XCV.
- RABENHORST.—1930. *Kryptogamen Flora*. [Es el tratado más concienzudo de sistemática].
- REYES PROSPER.—1910. *Las Carófitas de España*. [Fundamental para el estudio de este grupo. Citas de charcas y arroyos salinos y de aguas de Carabaña Alhama de Aragón y Monasterio de Piedra].
- RIVAS GODAY.—1942. *Anotaciones acerca de la «Stadion hydrophytia» en Extremadura*. «Anales Inst. edafol.», t. 1.
- — y BELLOT.—1945. *La vegetación y la flora de la comarca Despeñaperros Santa Elena*. «An. J. bot. Madrid». La Aliseda, pág. 434.
- RODRÍGUEZ FEMENÍAS.—1804. *Algas de agua dulce recogidas en los baños de Panticosa*. «Anales Soc. esp. H. nat.». Actas, pág. 38. Reseñado en el texto.

- SAMPAIO (J.).—1946. *As Cianófitas portuguesas do Herbario de Welwitsch*. «An. Jardin bot. de Madrid», t. VI, vol. I, págs. 193-202.
[Caldas de Gerez: *Symploca termalis* (ad parietas thermarum, 47° R., strata lacte viridia mucoso velutina formans).
Caldas da Rainha: *Phormidium corium*, *subfuscum* y *autumnale*. *Oscillatoria amphibia*, *Okeni* y *princeps* (nas águas termais).]
- SAN ROMÁN.—1942. *Un nuevo medio de examen de las aguas minerales. La microcristalografía aplicada a nuestras aguas*. «Rev. de la Univ. de Madrid».
— — 1944. *Hidrología médica*. [Obra de orientación moderna].
— — 1946. *Nuevos estudios sobre microcristalización de nuestras aguas minerales*. «Farmac. actual», año III, núm. 23.
— — 1950. *Microsedimentación de las aguas minerales y peloides*. «Arch. de Med. experimentals».
- SCHUFFELEN.—1942. *The imp. of the Groot. medium for the absorption of cations by plants*. «Proc. Nederl. Acad. Sec. Sciences».
- SCHWABE.—1837. *Über die Algen der Karlsbadener warmen Quellen*. «Linnaea», 11, pág. 109.
- SECALL.—1897. *Diatomeas de la Fuente medicinal de «La Porqueriza», término municipal de Guadarrama (provincia de Madrid)*. [V. en AZPÉITIA 28 especies; un *Amphora* es la única subsalina; debe ser oligomineralizada].
- SOUBEIRAN.—1858. *Essai sur la matière organisée des sources sulfureuses des Pyrénées (Algues-Diatomées)*. 2 pl. (V. cita en COMÈRE.)
- SPARROW.—1943. *Aquatic Phycomycetes exclusive of the Saprolegniaceae and Pythium*. «Univ. Michigan». En el laboratorio de Micología del Jardín bot. [Después de la sistemática una lista por substratos].
- STEINECKE.—1924. *Limonit bildende Algen der Neide Flach Moore*. «Bot. Archiv.», 4. V. en «Rev. algol».
- STRASBURGER.—1935. *Tratado de Botánica*. [Orientación general para adaptación al medio acuático, etc.].
- SUCKLING.—1947. *The examination of waters and water supplies*. Londres. Práctico.
- TABOADA.—1877. *Hidrología médica de Galicia*. [Reseña con sus caracteres todas las fuentes minerales de aquella región, indicando las que tienen lodos].
- TEMPERE et PERAGALLO.—1907. *Diatomées du Monde entier*. «Grez sur Long». [He visto la reseña en «Notarisia». En el fascículo 32 llega a la localidad número 1.000. De éstas hay bastantes de aguas minerales].
- TRUAN (A.).—1884. *Ensayo sobre la Sinopsis de las Diatomeas de Asturias*. «An. R. Soc. esp. H. nat.».
[De aguas propiamente minerales pocas citas (*Nav. gibba* y otras en las turberas ferruginosas de Buyerres de Nava y en la Fuente de la Salud de Trubia, también ferruginosa; mucho de agua dulce y marina, muy útil porque todas las especies están dibujadas detalladamente)].
- TSILINSKY.—1899. *Mucedinees thermophiles*. «Ann. de l'Inst. Pasteur». XIII, págs. 500-505, 1 pl. microfot.
[Cita dos actinomicas que viven entre 48° y 68° (*Thermoactinomicas* y una *Mucedinea cult.* 52°-53°)].

TSILINSKY.—1899. *Sur les microbes thermophiles des sources thermales*. Idem, páginas 788-795.

[Cultivos de muestras de tres manantiales de Ischia (43°, 51°, 73°), determinando *Bacillus thermophilus* y *subtilis*; consideraciones sobre la adaptación; crítica sobre los errores de apreciación de temperaturas].

UMBREIT.—1947. *Problems of autotrophy*. «Bacter. Reviews», vol. 11, núm. 3. Baltimore.

[*Thiobacillus*. Trabajo sintético con Bibliografía].

VAN GOOR.—1925. *Contr. physiol. des Cyan. Sur les pseudovacuoles rouges et leur signification*. «Rev. algol.», II.

VIEITEZ y DIOS.—*Influencia del riego sobre la comp. quím. del «Holcus lanatus», etc.* «An. Inst. esp. edafol.».

VOGT.—1940. *Lehrbuch der Baden und Klima heil kunde*. Sulfurosas, etc.

VOLKONSKI (M.).—1933. *Sur les conditions de culture et le pouvoir de syntese de Saprolegnia. Etude qualit. de l'alim. carbonée, azotée et sulfurée*. «Ann. Inst. Pasteur», pág. 703.

VOUK (V.).—1919. *Biologische untersuchungen der Thermalwässer Kroatiens und Slawoniens*. «Jugosl. Akad. Zuatost i Umjetnosti u Zagrebu». Svezek 11 y 12.

— — 1920. *On the ferroginous Cyanophyceae*. Idem. Sv. 13 y 14.

Lyngbia, Phormidium, etc.

WAKSMAN.—1927. *Principles of soil microbiology*. Baltimore.

[Obra general y fundamental. Para nuestro objeto interesan particularmente el Cap. III bacterias autótrofas y el XXIII transformación del azufre].

WEISSE (J.).—1860. *Die Diatomaceen des Badeschlammes von Arensburg und Hapsal, wie auch des sogenannten Mineral schlammes des Soolen Badesanstalt in Staraja Russa*. «Bull. de l'Acad. Imp. des Sci. Sant Petersburg; et Mélanges biologiques», t. III.

WEST and GRIFFITS.—1913. *The lime sulphur bacteria of the genus Hillhousia*.

WHIPPLE.—1947. *The microscopy of Drinking water*. 4.º ed. «Harward Univ.». New York.

Tratado fundamental muy completo.

WILLKOMM et LANGE.—*Prodromus et Supplementum*. Siendo el tratado fundamental de flora española, poquísimas citas de aguas minerales.

WINOGRADSKY.—1888. *Sur les bacteries des eaux sulfureuses*. «Bot. Zeit. et Journ. de pharm. et de chimie» (5), XVIII.

— — 1889. *Sur le pleomorphisme des bacteries*. «An. Inst. Pasteur», III, número 5.

WINOGRADSKI (M. S.).—1925 y siguientes. *Etudes sur la microbiologie du sol*. «Ann. Inst. Pasteur».

[La primera Mem. (t. XXXIX, pág. 299) trata de Método].

ZIMMERMANN (S. J.).—1909-15. *Catalogo das Diatomaceas portuguesas*. Bateria.

[Algunas citas de agua mineral. Los trabajos del P. ZIMMERMANN han de tenerse en cuenta para todo estudio de este grupo en aguas de Portugal, Colonias portuguesas y Brasil].