

Acerca de *Micromyces Zygonii* Dang., hongo parásito de las conjugadas

por

F. CABALLERO

En una excursión a Sierra Nevada (Granada), organizada por este Jardín Botánico de Madrid durante los últimos días del mes de septiembre y primeros del de octubre de 1945, se recogieron algunas muestras de algas en diferentes localidades de este macizo, y principalmente en la Laguna de las Yeguas, a 2.970 metros de altitud. El material se fijó inmediatamente con formol al 4 por 100, y se conserva en este Instituto.

En la determinación de las algas de dicha laguna atrae pronto nuestra atención una especie de *Mougeotia* (*Zygnemaceae*), que presenta sus células fuertemente invadidas por un hongo, *Micromyces Zygonii* Dand., fácil de identificar no sólo por sus esporocistos esféricos y espinosos, muy abundantes en nuestro material, sino también por la deformación característica que origina, de ordinario, en la célula infectada, cuyo contenido acaba por desorganizar.

El género *Micromyces*, en unión de *Micromycopsis*, constituyen, hasta ahora, los únicos representantes de la familia *Synchytriaceae* parásitos en algas. Se caracteriza el primero por poseer un talo pequeño y soros de formación endobiótica que emergen directamente a través de aberturas practicadas en las paredes de los prosoros o esporocistos; las zoosporas se liberan dentro de la célula infectada.

Se conocen, hasta la fecha, pocas especies de *Micromyces*, y su diferenciación se basa en la longitud de la espina del esporocisto y en el tamaño de la zoospora.

A partir de 1889, en que Dangeard describe por vez primera este hongo, en *Zyogonium* sp., son repetidas las citas que de él encontramos, principalmente para Europa.

Así lo indican: De Wildemann (1891), en *Zyogonium* sp., en Bélgica; Petersen (1910), en *Mougeotia* sp., en distintas localidades de Dinamarca; Pringsheim (1895), y Minden (1915), en *Conjugatae*, Schulz (1922-23), en *Netrium* sp. y en *Mougeotia* sp., y Heidt (1937), en *Mougeotia scalaris* Hassall, en Alemania; Denis (1926), en *Spirogyra quadrata* (Hassall) Petit, en los Altos Pirineos franceses; Huber-Pestalozzi (1931), en *Mougeotia* sp., en Suiza.

En América, Estados Unidos. Couch (1937), primero en *Zyogonium* sp., y, poco después, en *Mougeotia* sp., en Chapel Hill, C. del N.; Sparrow (1943), en *Mougeotia* sp., en Michigán.

Nosotros, en el año 1949, encontramos de nuevo este hongo, también en *Mougeotia* sp., al estudiar el material recolectado en unas charcas a orillas del río Guadarranque, en las proximidades de Alía (Cáceres); finalmente, en 1953, volvemos a hallarlo, infectando otra vez especies estériles del mismo género, entre algas recogidas en aguas cerca del río Tera, y en las orillas de la Laguna de Sanabria, en Zamora (1).

En estas últimas localidades lo vemos muy escaso, por lo que, en adelante, al referirnos a este hongo, aludiremos siempre al procedente de Sierra Nevada.

En dos ocasiones, anteriores a nuestra cita, se ha encontrado este parásito en localidades de gran altura: en los Pirineos franceses, a 2.000 metros; en Suiza, a 1.646 metros; en nuestro caso, a bastante mayor altitud, cerca de los 3.000 metros, dentro ya de la región nival de nuestra sierra.

Micromyces Zyogowii es, al parecer, un hongo ligado exclusivamente a las Conjugadas, a las Zignemales sobre todo, y, dentro de éstas, sólo a determinadas especies; así, en nuestro material, conviviendo con la *Mougeotia* infectada, se encuentran otras muchas algas y ninguna hemos visto atacada por este parásito; entre ellas observamos abundantes Conjugadas, tanto Des-

(1) Recolector del material procedente de Zamora: Señor Rodríguez, A.

midiales como *Zignemales*; de estas últimas diferentes especies de *Spirogyra*, de *Zygnema* e incluso de *Mougeotia*. Este hecho, por otra parte, siempre se advirtió por los distintos autores.

La especie de *Mougeotia* que nos ocupa no pudo determinarse por falta de fructificación. Sus caracteres son: células vegetativas de 22,3 μ de latitud, de ordinario; cromatóforos acintados, con número variable de pirenoides.

Con alguna frecuencia observamos filamentos parasitados con diámetro algo mayor que el corriente, de 24,5 a 25 μ ; consideramos, sin embargo, que se trata de la misma especie de alga, puesto que la diferencia entre las latitudes extremas no excede del 10 por 100 de la menor. Esta pequeña oscilación en el diámetro puede presentarse, dentro de la misma especie, tanto en los cultivos procedentes de clones como en la naturaleza, incluso en condiciones externas favorables, que es cuando resulta más constante (Czurda).

De ordinario, y como consecuencia de la invasión por el hongo, se presentan los filamentos del alga muy fragmentados. Cuando la planta se encuentra en su estado normal, se ven estos filamentos libres de epífitos, como es corriente en las Conjugadas, por su envoltura mucilaginososa; pero una vez infectados aparecen cubiertos de toda una serie de ellos: bacterias, *Lyngbya cephalytica*, *Calothrix* sp., *Chaetosphaeridium Pringsheimi*, fa., etc., y sobre todo de una diatomea, *Epithemia* sp., aplicada a veces en tal cantidad a los filamentos que hace difícil su observación, aunque, por otra parte, guía en la busca de ejemplares atacados.

El número de células infectadas en los distintos filamentos es muy variable; por término medio, aproximadamente un 25 por 100.

Gracias al abundante material que poseemos, hemos podido apreciar casi todas las fases del ciclo biológico de este hongo, en lo referente a su morfología externa, que exponemos brevemente, puesto que nada nuevo añadimos.

Se caracteriza este hongo, como decimos al principio, por provocar, casi siempre, una hipertrofia local en las células invadidas y por destruir el contenido de las mismas.

El talo del hongo, al principio desnudo, amiboideo, se nos presenta en la primera fase que observamos de su desarrollo como una masa globosa, finamente granulada, y situada, de ordinario, hacia el centro de la célula, en las proximidades del núcleo de

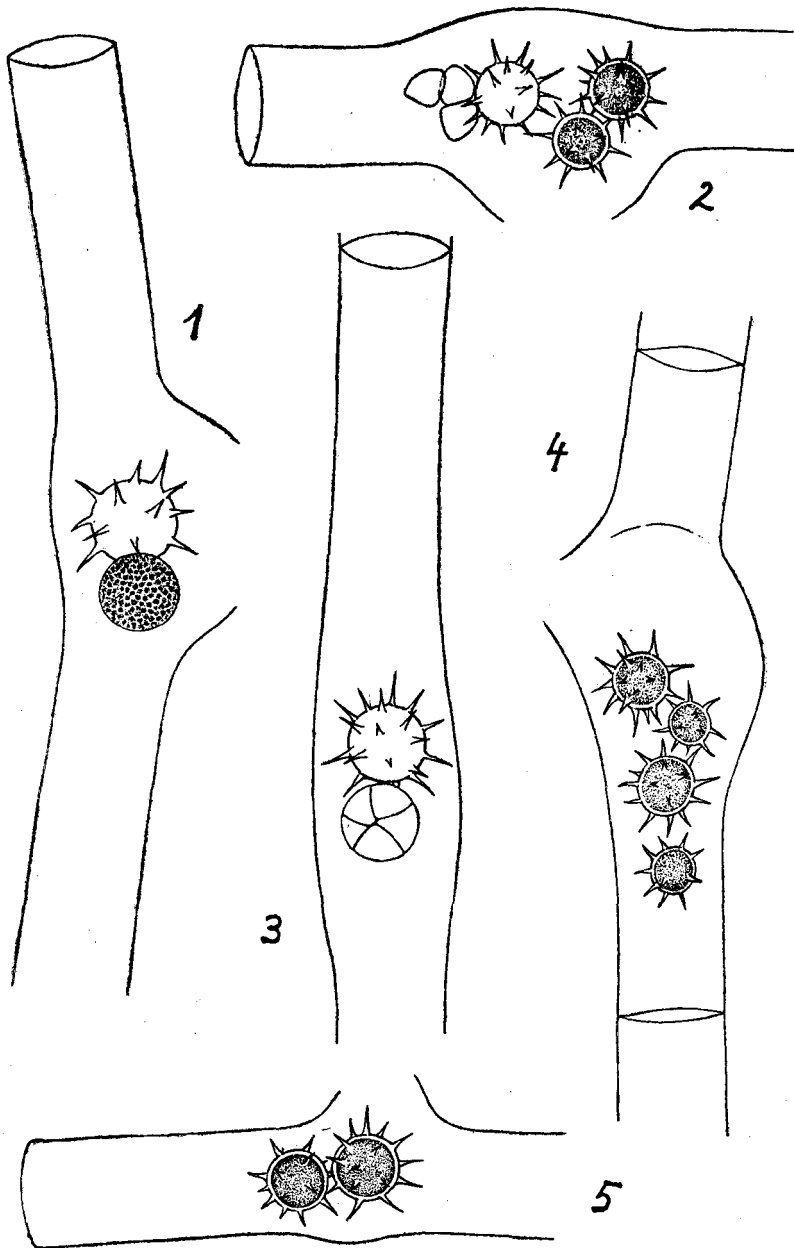
ésta. En la madurez forma un cuerpo esférico, el esporocisto o prosoro, de paredes gruesas e incoloras, provisto en su superficie externa de algunas espinas agudas e hialinas (figs. 1-5). Durante el desarrollo de estos esporocistos adquiere la célula matriz, casi siempre, su mayor dilatación, iniciada ya en fases anteriores, e incluso aparece rota en ocasiones. Sin embargo, encontramos, con mucha frecuencia, células infectadas que no presentan señal alguna de hipertrofia. El contenido celular se advierte en estos momentos muy desorganizado ya o desaparecido del todo.

El número de esporocistos que observamos dentro de una misma célula es variable en nuestro material, de acuerdo con Couch y Heidt y en oposición a Huber-Pestalozzi, que dice observar uno sólo. Heidt indica de uno a seis; nosotros encontramos más en ocasiones de uno a nueve. Frecuentes son las células con un esporocisto o con pocos de éstos; raras, las que llevan un número mayor de parásitos en su interior, de cuatro a seis; sólo en un caso excepcional observamos un filamento con sus células ocupadas por siete a nueve prosoros.

El tamaño de los esporocistos es de 8,5 a 19 μ de diámetro, sin las espinas; éstas de 6,5 μ de longitud, de ordinario, aunque en algunos casos, raros, las vemos de dimensiones hasta dobles.

Del prosoro, y a través de una grieta, pequeña e irregular, en su pared, emerge el soro o spora. Esférico y de superficie lisa al principio (fig. 1), presenta en ella, después de un cierto aumento de volumen, una serie de líneas meridianas que determinan su división en un número variable de segmentos, cuatro a cinco en nuestro material, y que constituyen otros tantos esporangios (figura 3). No hemos visto los zoosporas.

Por otra parte, en nuestro caso no encontramos el aumento de longitud que Huber - Pestalozzi dice observar en las células de *Mougeotia* infectadas por este parásito y que, según él, sólo puede atribuirse a una irritación inicial producida por este hongo. Como consecuencia de ella, las células atacadas presentarían dimensiones dobles a triples de las que tienen las normales, y este autor llama la atención sobre el hecho de que, al lado de una célula pequeña y sana, encuentre, de manera casi constante, otra, parasitada, de longitud doble a triple de la primera. Heidt también indica dimensiones mayores para las células infectadas e incluso en una ocasión dice advertir este aumento en una sola



Figs. 1-5. Células matrices con número variable de esporocistos. 1. Esporocisto vacío y soro. 2. Célula con tres prosoros, uno de ellos vacío, y, a su lado, tres esporangios, también desocupados. 3. Esporocisto y soro, vacíos; el soro compuesto de cinco esporangios.

mitad de la célula invadida Por último, Sparrow, en su tratado «Aquatic Phycomycetes (Exclusive of the Saprolegniaceae and Pythium)», recoge las afirmaciones de estos dos autores.

Nosotros medimos en las células sanas de 40 a 265 μ ; en las infectadas, de 60 a 260 μ de longitud.

Las células normales se presentan en nuestro material con longitudes sumamente variables, no ya en los distintos filamentos, sino también dentro del mismo. Sabido es que estas dimensiones dependen de la intensidad de la multiplicación celular, es decir, de las condiciones externas e internas que existen en cada caso. Si el medio empieza a hacerse desfavorable para la multiplicación, se interrumpe ésta poco a poco; sin embargo, el crecimiento en longitud sigue todavía al principio. De este modo pueden las células alcanzar, en circunstancias determinadas, longitudes múltiples de las que tienen en el momento en que son capaces de dividirse (Czurda). En nuestro caso vemos células hasta con 6,5 veces la medida mínima.

En cuanto a la longitud de las células infectadas comparadas con las sanas y próximas de un mismo filamento, encontramos indistintamente células normales menores, iguales y mayores que las invadidas por el parásito.

Con el fin de comprobar si el hongo, en efecto, no modifica la longitud de la célula atacada, analizamos estadísticamente un millar de medidas de precisión realizadas sobre células sucesivas, sanas e infectadas, de filamentos largos.

Para la medida se utiliza micrómetro ocular y fuerte amplificación, con una equivalencia de 1 división = 1,69 μ .

Quedan comprendidas 708 células sanas y 280 infectadas.

Para obtener las gráficas de la variación de la longitud agrupamos los valores de 20 en 20 μ , lo que origina 12 clases (40 μ la de valor mínimo y 260 μ la de máximo), con las siguientes cifras:

Clases	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260 μ
Sanas	5	92	182	144	125	89	40	17	10	2	1	1
Infectadas.	0	3	39	44	64	57	33	20	10	4	5	1
TOTAL	5	95	221	188	189	146	73	37	20	6	6	2

Del análisis resulta que las células infectadas se distribuyen por sus longitudes siguiendo una curva de variabilidad cuyos límites

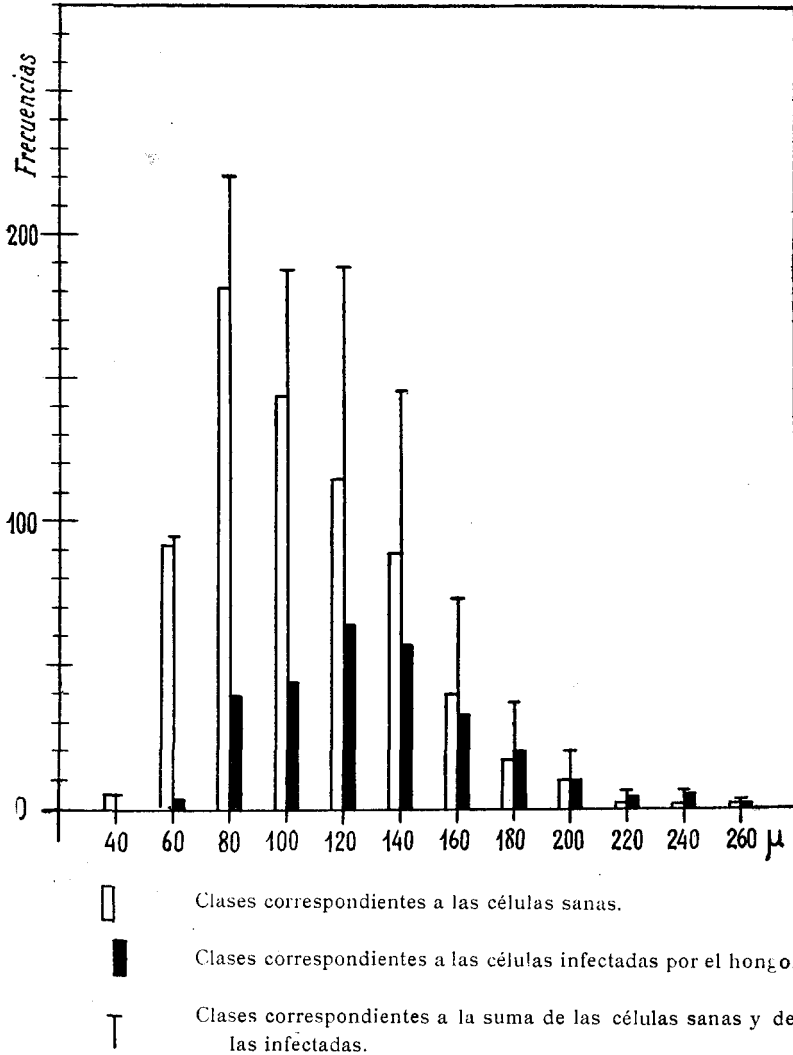


Fig. 6.—Histograma de la variación de la longitud celular en una población infectada.

mínimo y máximo coinciden esencialmente con los de la correspondiente a células normales. *Esto demuestra que no existe variación sensible de la longitud como consecuencia de la infección.* En

lo referente a las características del perfil, en las infectadas aparece mucho más simétrico, probablemente debido a que las células grandes están más expuestas al ataque de las zoosporas del hongo y a que dejan de dividirse una vez invadidas. Obsérvese que en las clases de 80 y 100 μ , las infectadas representan, aproximadamente, un 25 por 100 del total, y que en las de 160 a 200 μ , un 50 por 100. Es decir, al duplicarse la superficie libre se duplicaría también el tanto por ciento de infecciones. Las células grandes, de longitudes superiores a 200 μ suelen presentarse casi siempre infectadas; en cambio, las muy pequeñas, de longitudes inferiores a 60 μ , resultantes de divisiones recientes, no pueden estar atacadas, al menos en grado patente. Esto último explicaría el mínimo ligeramente superior en la curva de las infectadas.

En las células normales el perfil resulta muy asimétrico, con la amoda próxima a los valores mínimos. Por tratarse de material fijado, estas curvas representan una visión instantánea de la población celular y, en consecuencia, se superpone el efecto de las divisiones celulares. Las células infectadas, al no dividirse, exageran esta asimetría.

Por su parte, Huber-Pestalozzi da para las células normales una sola longitud: 65 μ ; para las infectadas, 156 a 195 μ ; es decir, dos a tres veces la primera. De esto parece deducirse que en el material observado por este autor todas las células sanas del alga se presentaron siempre con longitudes muy constantes; sin embargo, y aunque nada se dice en el texto de la nota, es evidente que vió también células sanas de dimensiones muy variables. En efecto, en la lámina que acompaña al trabajo, y al lado de la figura de una célula de longitud mínima, vemos otras varias, también normales, así lo indica el pie, y de ellas algunas hasta de dos veces y media la primera medida. Calculamos para éstas unas 160 μ de longitud, dimensiones que, sin salirnos de ejemplos presentados por el mismo autor, caen dentro ya de las atribuidas por él a las células infectadas, 156 a 195 μ .

Agradecemos al señor Jordán de Urrés, Jefe de la Sección de Micología de este Instituto, su ayuda al proporcionarnos bibliografía reciente; al mismo debemos la seguridad de que el género *Micromyces* es nuevo para España.

Los dibujos que acompañan a esta nota están tomados con cámara «Abbe», y se representan con unos 600 aumentos.

Conclusiones :

Encontramos por vez primera para España el hongo parásito de Conjugadas *Micromyces Zygonii* Dang. en tres localidades: Laguna de las Yeguas, Sierra Nevada (Granada), río Guadarranque (Cáceres) y río Tera y Laguna de Sanabria (Zamora); en la primera, con abundancia extraordinaria.

Del análisis estadístico de 988 células de una población infectada (708 sanas y 280 invadidas) resulta: 1.º El ataque del hongo no provoca aumento sensible de la longitud celular. 2.º Las células grandes del alga son más propensas a sufrir la infección, siendo proporcional el número de infecciones y la superficie celular libre.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- DANGEARD, P. A. (1888): «Mémoire sur les Chytridinées». *Le Botaniste* 1: 52-56, lám. 2, figs. 1-10.
- (1890/91): «Mémoire sur quelques maladies des algues et des animaux». *Le Botaniste*, 2: 231-268, lám. 16-19.
- DENIS, M. (1926): «La castration des Spirogyres par des champignons parasites». *Revue Algologique*, 3: 14-21, fig. 2.
- HUBER - PRSTALOZZI, G. (1931): «Infektion einer *Mougecotia*-Population durch *Micromyces Zygonii* Dang. an einem alpinen Standort». *Hedwigia*, 71: 88-93, lám. 3.
- HEIDT, K. (1937): «Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Micromyces*». *Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch.*, 55: 204-217, figs. 1-8.
- COUCH, J. N. (1937): «Notes on the Genus *Micromyces*». *Mycologia*. Volumen XXIX: 592-596, figs. 1-8.
- SPARROW, F. K. (1943): «Aquatic Phycomycetes exclusive of the Saprolegniaceae and Pythium». *Univ. of Michigan Press*.
- CZURDA, V. (1931): «Zur Morphologie und Systematik der Zygnemalen». *Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XLVIII-Abt. II.*

OTRA BIBLIOGRAFIA

- WILDEMAN, E. DE. (1891): «Notes sur quelques organismes inférieures». *C. R. Soc. Roy. Bot. Belg. (Bull.)*, 30 (2): 169-177, figs. 1-2.

- PETERSEN, J. (1910): «An account of Danish freshwater Phycomycetes». *Ann. Mycologici*, 8: 494-560, figs. I-XXVII.
- PRINGSHEIM, N. (1895): «Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen ueber das Algengeschlecht». *Gesammelte Abhandlungen*. Vol. 1.
- MINDEN, J. (1911/15): «Chytridiineae, Ancylistineae, Monoblepharidineae, Saprolegniineae». *Kryptogamenflora Mark Brandenburg*, 5. Pt. 2, páginas 193-325, 1911; Pt. 3, págs. 353-496, 1911; Pt. 4, págs. 497-602, 1912; Pt. 5, págs. 609-630, 1915.
- SCHULZ, P. (1922): «Desmidiaceen aus dem Gebiete der freien Stadt Danzig». *Bot. Arch.* 2 (3): 113-173, 101 figs.
- (1923): «Kurze Mitteilungen über Algenparasiten». *Schriften für Süßwasser-und Meereskunde*, 2 (11): 178-181. 14 figs.