

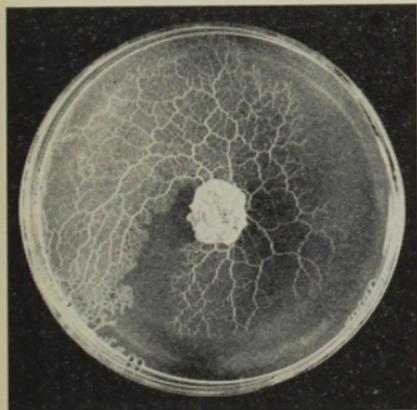
## MIXOMICETES

por WALDO LAZO  
Escuela de Agronomía.  
Laboratorio de Fisiología Vegetal

Hace poco más de un año y desde estas mismas columnas (Boletín N° 19, 1961), reseñábamos algunas particularidades de los mixomicetes. Mucha agua ha, desde entonces, corrido bajo los puentes. Volvamos de nuevo a ellos y añadamos detalles que en tal ocasión fueron omitidos.

Algunas líneas para recordar su ciclo vital: De las esporas nacen los mixoflagelados —“swarm cells”— que pueden llegar a ser mixamibas o fusionarse con otras y constituir zigotos, cuyos núcleos empiezan a dividirse. No lo hace, en cambio, el citoplasma y se origina, así, un plasmodio; vasto abanico gelatinoso, (foto 1), especie de gigantesca amiba con formas y tonalidades bizarras que ha de vivir y divagar con la indolencia de un caracol perezoso entre los restos vegetales húmedos. Al transcurrir los días, la totalidad de este plasmodio se transformará en fructificaciones semejantes a un bosquecillo microscópico de esferas diminutas, discos ovales, estructuras piriformes, plumillas insólitas, engastadas o no sobre un pedúnculo erecto. Y los colores del arco iris aprisionados en ellas. Y cada cabezuela repleta de esporas (fotos 2, 3, 4, 5, 6, 7).

Así, los mixomicetes, en las diversas partes de su ciclo vital ofrecen características propias de los animales y las plantas. Desde que fueran descritos por vez primera, hace más de

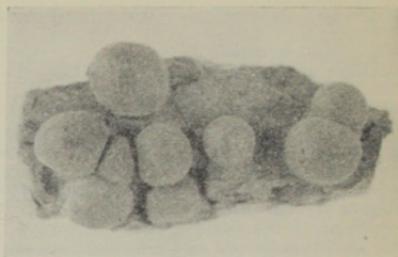
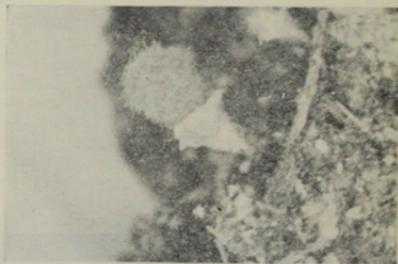
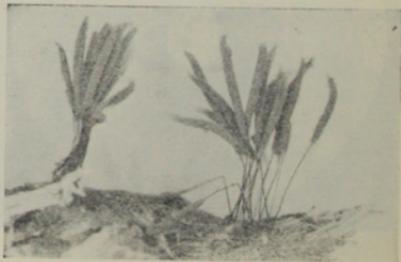


1 Plasmodio de *Physarum polycephalum* sobre agar. Al centro se ve el agar avena que transportaba el plasmodio inicial.  $\frac{1}{2}$  X.

doscientos años, los distintos autores los situaron, según sus preferencias, en los dos reinos. Una actitud moderna es excluirlos de ambos y ubicarlos en un reino aparte, junto con los hongos, aunque su afinidad con ellos es seriamente cuestionada por muchas autoridades. G. W. Martin (19) hace notar al respecto las semejanzas y diferencias entre el plasmodio de los mixomicetes y el micelio de algunos ficomicetes superiores. Semejanzas: Ambos grupos carecen de una verdadera organización celular en su fase asimilativa activa y de crecimiento. Ambos consisten de masas citoplasmáticas esencialmente homogéneas con numerosos núcleos distribuidos en ellas.

Diferencias: Los plasmodios se han formado por la fusión de numerosas mixamibas, un micelio por el crecimiento directo y continuo de una sola espora. Los flagelos de un mixoflagelado son siempre anteriores, los de una zoospora usualmente posteriores. La nutrición del micelio es saprobiótica o parasítica, la del plasmodio, holozoica o saprobia. El plasmodio carece de la membrana permanente que rodea al micelio. Los núcleos de los plasmodios son diploides, los de los micelios haploides.

En 1955, Martín (21) declara: "los mixomicetes constituyen una línea lateral relacionada con los hongos inferiores, pero por ningún motivo tan primitiva como algunos creen y sin conexión alguna con los hongos superiores". Posteriormente añade (23): "Las dudas y vacilaciones son fáciles de entender. Si se presume que todos los organismos deben ser animales o plantas los argumentos para clasificar los micetozoos entre los protozoarios son poderosos. Las evidencias disponibles hacen parecer plausible que los hongos, salvo escasas excepciones, se hayan originado de los flagelados incoloros y no estén relacionados con las plantas verdes. Muchos han expresado dudas acerca de esta presunción. Moreau deriva, definitivamente, a los hongos de los zooflagelados y formas afines, aunque excluye a los mixomicetes de ellas. Copeland reconoce cua-

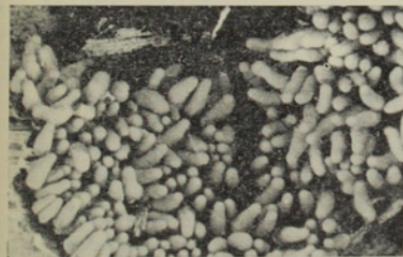
2 *Lycogala epidendrum* 2 X3 *Hemitricia stipitata* 12 X4 *Stemonitis axifera* 5 X

tro reinos de organismos, restringiendo el vegetal a las algas verdes y a las embriófitas y el animal a las formas multicelulares. Erige el reino Michota para las bacterias y cianofíceas. El reino Protocista para los protozoos, hongos y el resto de las algas". Martín (23) continúa: "La solución que yo ha adoptado es considerar a los hongos como una división, reconociendo en ella dos subdivisiones: los mixomicotinos, que incluirían la clase única mixomicetes, y los eumicotinos, que incluirían todas las otras clases. Esto expresa mi convicción de que no hay razones biológicas fundamentales para que los mixomicetes deban ser separados de los hongos y si los zoólogos prefieren situarlos con los protozoos, con cuyo grupo puede verse una afinidad razonable, tal cosa violenta menos los hechos que la inclusión en ese "phylum" de géneros como *Chlamydomonas*, *Pandorina* y *Volvox*; mientras que muchos otros grupos —los dinoflagelados por ej.— caen igualmente bien o mal en ambos. Estos acomodos dan énfasis a lo ahora universalmente reconocido. Cualquiera validez que los términos animal o vegetal puedan poseer en los niveles superiores, tiene poco sentido al aplicarlos a los organismos aquí discutidos".

Antes, el mismo autor había dicho (21): "La creencia de que todas las cosas vivientes deben ser plantas o animales, tiene tras sí sólo la autoridad de su vetustez. Nada más. La con-

vicción de que las plantas verdes deben haber precedido a los animales y los hongos, es, más bien, una creencia piadosa que un hecho demostrado. La imposibilidad de trazar una línea entre lo que llamamos plantas y lo que llamamos animales ha sido reconocida, más y más, en los últimos 80 años. Hoy en día, la línea entre lo viviente y lo no viviente deviene vaga. Es necesario, ahora, postular que cuando quiera y donde quiera que la vida se originó, las condiciones de la superficie terrestre, incluyendo a su atmósfera, deben haber sido fundamentalmente distintas de las actuales. Es, por lo menos, permisible cuestionar si las combinaciones químicas poseedoras de las potencialidades que originaron el proceso viviente no pudieron surgir en diferentes lugares y en diferentes formas".

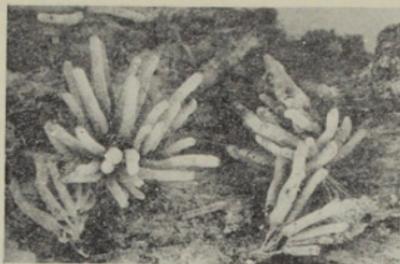
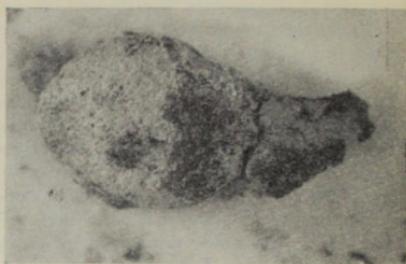
Indiquemos algo sobre las estructuras morfológicas mencionadas al principio. Empecemos por las esporas. Como es lógico, están dentro de los cuerpos frutales. Pueden poseer diversos colores (y ellos son fundamentalmente importantes para los estudios taxonómicos). Su forma, generalmente globosa. Con la gruesa pared celular erizada de espinas, plegada en verruguitas, surcada de estrías, o bien, sencillamente lisa. El tamaño fluctúa entre los 7 y 15 micrones. La resistente pared celular protégelas admirablemente de las inclemencias ambientales. Al serles las condiciones favorables, las esporas germinan. Pueden hacerlo



5 *Arcyria denudata* 4 X



6 *Diachea leucopodia* 16 X

7 *Arcyria cinerea* 6 X8 Etallo de *Fuligo septica* normal. Tamaño natural

aun después de 52 años de quietud en un herbario (8). En la naturaleza, basta para despertarlas el agua de las lluvias o el rocío. En el laboratorio, agua destilada o infusiones vegetales diluidas. Algunas especies son de germinación rápida —quince minutos para *Reticularia lycoperdon*—. Otras, demoran semanas. De las esporas nacen los mixoflagelados —algunos los llaman zoosporas o enjambristas—. Son células que se mueven con la vivacidad y el donaire de un protozoo y, es fácil confundirlas con ellos. Su dos flagelos de disposición anterior posibilitan este movimiento rotatorio y rápido. Abe (1) distinguió dos tipos diferentes de mixoflagelados: macho y hembra. Después de un tiempo los flagelos se pierden y el mixoflagelado se transforma en una pequeña amiba —mixamiba—, la cual se divide y da origen a muchas otras. Dee (7) comprobó que existen tipos de apareamiento en *Phy-sarum polycephalum*, pues las mixamibas obtenidas a partir de una sola espора si no se juntan con las provenientes de otra, se dividen indefinidamente sin dar origen jamás a zigotos y, por consiguiente, a plasmidios. Y a propósito de los zigotos. Ellos pueden constituirse por la unión de mixoflagelados o mixamibas. El núcleo de zigotos se divide activamente —no así el citoplasma—, aumenta la masa protoplasmática y se origina el plasmidio, sorprendente conglomerado de protoplasma puro, que cubre a veces superficies de medio me-

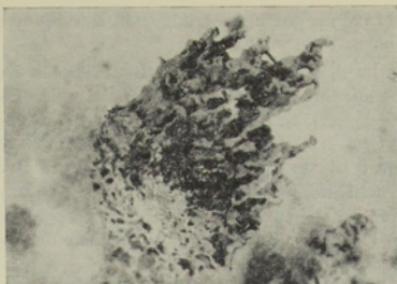
tro cuadrado o más (22). Su frente de avance remeda a un abanico, prolongado hacia atrás en ramificaciones arboriformes, llamadas con justicia, venas. Toda la masa constituida por dos tipos de protoplasma: uno fluido, circulando por las venas que el otro tipo, el gelatinoso, ha formado. Este fascinante movimiento cambia de sentido a intervalos, más o menos, regulares. Kamiya (15) enunció que este movimiento se debía a: 1. Una proteína contráctil semejante a la actomiosina y presente en el plasmidio. 2. Los cambios en la configuración molecular de esta proteína generan la fuerza motriz necesaria para el flujo protoplásmico. 3. La energía necesaria es proporcionada por el ATP producido en los procesos de fermentación.

Los plasmidios, en su habitat natural, suelen ser de variados colores, especialmente blancos, transparentes, rojos o amarillos. A menudo, sin embargo, su color puede hallarse influido por la ingestión de alimentos. Kambly (14) demostró que la ingestión de diversas bacterias podía alterar el colorido de los plasmidios. El autor de estas líneas (19, 29) ha conseguido algo semejante —aunque la significación biológica es profundamente distinta— proporcionando algas.

Alexopoulos (2) tras exhaustivas investigaciones sobre la morfología plasmidial concluye que debemos considerar, por lo menos, tres tipos de plasmidios: los protoplasmidios —mi-

músculos y primitivos—, los afanoplasmodios —cuya sutil textura hácelos casi invisibles— y los faneroplasmodios. El descrito al principio era uno de éstos, pues la mayor parte de los estudios morfológicos y fisiológicos de los mixomicetes se han realizado en faneroplasmodios, muy especialmente en *Physarum polycephalum*. Pero es obvio, en los años venideros las cosas cambiarán.

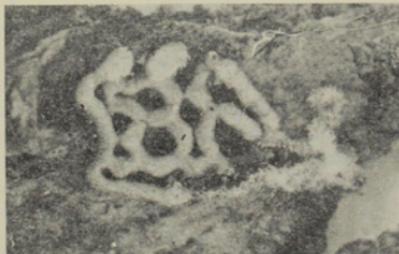
Muchos investigadores han tratado de liberar a los plasmodios de los microorganismos acompañantes. Pinoy (24) y Skupiński (26) afirmaron que mixomicetes y bacterias uníanse en fraternal simbiosis —y acertaron dentro de ciertos límites. Posteriormente, Cohen (5), Sobels (27), Daniel (6) y quien escribe este artículo (18) consiguieron liberar a los plasmodios de sus contaminantes utilizando diferentes métodos: dejándoles migrar sobre la superficie del agar (al arrastrarse se limpian y abandonan tras de sí a los infectantes), agregando antibióticos en proporciones liberales, o usando una acidez deletérea para los bacterias. Habiéndose cultivado, hasta ahora, libres de bacterias, por lo menos, a *Physarum polycephalum*, *P. didermoides*, *Fuligo cinerea*, *F. septica*, y *P. gyrosom*. Esto en lo referente a las bacterias. No se sabe aún si los plasmodios pueden, en determinadas condiciones, albergar virus. Hace tres años investigamos algo en ese sentido. Quedaron, sin embargo, muchas interrogantes por resolver. Dijimos antes que transcurrido un cierto tiempo, el plasmodio fructificaba, esto si las condiciones ambientales no provocan lo llamado esclerotización. El esclerocio viene a ser un plasmodio duro, dormido, que ha perdido su contenido acuoso y que al volver las condiciones favorables será de nuevo plasmodio. Jump (13) declara al respecto: “el plasmodio de *P. polycephalum* puede transformarse en esclerocio como resultado de la desecación, una temperatura constante de cinco grados, ayuno o adición al medio de cultivo de ciertos metales pesados, por la acción de un



9 Ethalio de *Fuligo septica* decorticado. 3.5 X



10 Ethalio decorticado de *F. septica* desarrollado en el tapón de un algodón de un Erlenmeyer. Tamaño natural.



11 *Hemitrichia serpula*. 8 X

pH bajo o por la contaminación con algunos hongos”.

Se ha descrito tres tipos de fructificación en los mixomicetes: 1. Fructificación simple (fotos 4, 6, 7). Se llama así a los esporangios envueltos por una membrana —el peridio— y con o sin un hipotalo. 2. Etalio (fotos 2, 8). Fructificación compuesta por varios esporangios que se han unido. 3. Plasmodiocarpos (foto 11). Fructificaciones que retienen más o menos la forma del plasmodio.

Sobre los mecanismos de la fructificación mucho se ha escrito. Cayley (4), Seifriz y Rusel (25) postularon que había “un definido ritmo de fructificación en los mixomicetes”. Camp (3) en 1937 comunicó que la fructificación en *P. polycephalum* debía al agotamiento de los elementos nutritivos, y haciendo ayunar despiadadamente a sus plasmodios la obtuvo. Gray (9) en 1938 sometió tres grupos de plasmodios a la acción de la luz artificial. Los dividió en: 1) Tipo con pigmento amarillo —*P. polycephalum* y otros. 2) Tipo no pigmentado —*P. compresum* y otros. 3) Tipo variable. Los plasmodios del primer tipo demostraron ser sensibles a la acción luminica y fructificar solamente si se los exponía a ella. Aún más, Gray comprobó que las longitudes de onda más pequeñas eran las más favorables y que la exposición a la luz no necesita ser continua. Los tipos no pigmentados fructifican igualmente bien en condiciones de luz u oscuridad.

En 1939 Gray (10) comunicó que de 2.030 cultivos de *P. polycephalum* analizados desprendiase que los factores pH y temperatura estaban estrechamente relacionados. A mayor temperatura, mayor la acidez necesaria para fructificar. A pH constante el tiempo requerido variaba directamente con la temperatura. A mayor temperatura mayor el tiempo necesario y menor el número de cultivos que fructificaba. A temperatura constante el mayor porcentaje de fructificación se obtuvo a pH 3,

decreciendo el porcentaje al aumentar el pH. La temperatura máxima de fructificación para *P. polycephalum* está entre 32 y 35 grados. En 1953 Gray (11) irradió continuamente cultivos de *P. polycephalum* con luz monocromática de las partes azul y verdes del espectro visible y una banda muy estrecha de la parte amarilla. Encontró que mientras más corta era la longitud de onda luminica más rápidamente formaba el plasmodio los cuerpos frutales y mayor era el porcentaje de los cultivos que fructificaban. Cuando se determinó el espectro de absorción de un extracto plasmodial crudo que contenía el pigmento y otros materiales solubles en acetona se halló que el mayor porcentaje de absorción luminosa estaba en el extremo azul del espectro visible. Así la mayor rapidez de fructificación observada cuando el plasmodio irradióse con luz azul de 4.360 Å se debió, probablemente, a que fue absorbida una mayor cantidad de luz.

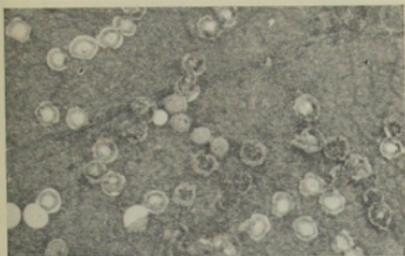
Extractos plasmodiales de diferentes pH poseen distintos espectros de absorción. Mientras mayor sea la acidez del extracto, mayor la cantidad de luz absorbida. Esto fue especialmente notable en el rango de 4.000 a 5.000 Å. Sugirióse que el efecto acelerador de la acidez en la fructificación puede deberse en parte al incremento de la capacidad para absorber la luz.

¿Cuál es el pigmento de *P. polycephalum*?

En 1955 (12) Gray demostró la síntesis de riboflavina por *P. polycephalum*. Admitió, sin embargo, que la riboflavina podía ser sólo parcialmente responsable de la coloración amarilla.

Wolf (28) en 1959 demostró la existencia de dos pigmentos amarillos fluorescentes en *P. polycephalum*, separables por cromatografía en papel o columna. Identificó a ambos pigmentos como Pteridinas.

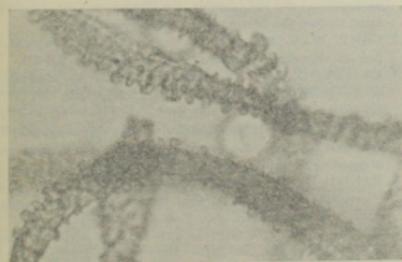
Respecto a la fructificación de otros mixomicetes me ha sido posible comprobar que en *Didymium iridis* influyen por lo menos tres factores: cantidad de alimento presente, ilu-



12 *Diderma testaceum* 7 X



13 Capilicio y esporas de *Trichia varia* 320 X



14 Capilicio de *Arcyria demodata* 1250 X

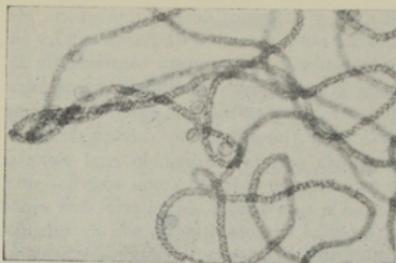
minación y descensos de la temperatura. He obtenido también etalios de *Fuligo septica* en la obscuridad a temperatura constante de 25 grados o sometidos a la fluctuación térmica ambiental. Los etalios conseguidos en estas condiciones (fotos 8, 9, 10) carecen de la característica corteza calcárea, lo cual viene a ser tan desacostumbrado como cosechar una naranja o una sandía sin cáscara. Las esporas de estos cuerpos frutales son de tamaño ligeramente inferior a las esporas normales, pero, perfectamente viables y dan lugar a plasmidios vigorosos.

Sobre el efecto de los antibióticos en los plasmidios mucho se podría decir. Mencionemos sólo la obtención en 1959 (16) de una variedad anómala de *P. polycephalum* debido a la acción durante un tiempo largo del sulfato de estreptomycin.

Aunque la temperatura óptima para el desarrollo plasmodial fluctúa alrededor de los 25 grados, ha sido posible mantener vivos algunos meses plasmidios de *F. septica* a temperaturas de 2 a 4 grados. *P. polycephalum* y *P. gyrosom* murieron a los pocos días (17). Veamos algunos detalles de los esporangios: Pueden estar o no sostenidos por pedúnculos que descansan sobre un hipotalo. El pedúnculo prolongase dentro del esporangio y pasa a llamarse columela. *Diderma testaceum* (foto 12) exhibe una abultada columela. Contestemos aquí una vieja pregunta diciendo que pese a la aparente semejanza entre los esporangios de un mixomicete y los de un fíco o deuteromicete, en el mixomicete tanto el pedúnculo como las demás estructuras —columela, peridio, capilicio— no son ni celulares, ni vivientes. Las forman materiales de desecho. En los ficos y deuteromicetes son celulares y vivientes.

El capilicio aseméjase a un enjambre de finos cabellos unidos, a veces, en una red que anida a las esporas.

Peridio se llama a la estructura que envuelve al conjunto de esporas y capilicio.



15 Capilicio y esporas de *Hemitrichia vesparium* 320 X



16 Capilicio de *Hemitrichia vesparium* 1250 X

Algunas palabras sobre taxonomía. Como punto de referencia, las esporas que en la subclase "Exosporeae" y el orden Ceratiomyxales están dispuestas al exterior de pequeños pilares asentados en hipotalos extensos. La subclase Myxogastres, posee, en cambio, esporas producidas dentro de los cuerpos frutales. Ellas son pálidas —si se las mira bajo luz transmitida— en los órdenes Liceales y Trichiales. Los componentes del orden Liceales poseen capilicio, los del orden Trichiales no. Las fotos 13, 14, 15 y 16 nos muestran capilicio y esporas de *Arcyria*, *Trichia* y *Hemitrichia*, pudiéndose apreciar las bandas espirales que surcan los filamentos de *Trichia*, las espinas de *Hemitrichia* y los fragmentos anulares de *Arcyria*.

Las esporas de los órdenes Stemonitales y Physarales son de un color obscuro profundo. El primero de estos órdenes no posee cal, ni en su capilicio, ni en su peridio (foto 4). En el orden Physarales se encuentra cal tanto en el capilicio como en el peridio (foto 3). Se han descrito alrededor de 350 especies de mixomicetes en su gran mayoría de distribución cosmopolita.

No desearía terminar sin haber expresado mi gratitud al Dr. George W. Martín que, en innumerables ocasiones me brindó, tan generosamente, su saber y su apoyo.

LITERATURA CITADA

1. ABE, Seiji. 1934. On the syngamy of some Myxomycetes. *Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku*, B. 1: 193-202.
2. ALEXOPOULOS, C. J. 1960. Gross morphology of the plasmodium and its possible significance in the relationships among the Myxomycetes. *Mycologia*, 52: 1-20.
3. CAMP, W. G. 1937. The fruiting of *Physarum polycephalum* in relation to nutrition. *Am. Jr. Bot.* 24: 300-303.
4. CAYLEY, D. M. 1929. Some observations on Mycetozoa of the genus *Didymium*. *Trans. Brit. Myc. Soc.* 14: 227-248.
5. COHEN, A. L. 1939. Nutrition of the Myxomycetes. I. Pure culture and two-membered culture of myxomycete plasmodia. *Bot. Gaz.*, 101: 243-275.
6. DANIEL, J. W. and H. P. RUSCH, 1956. Growth of a plasmodial slime mold in pure culture on a soluble medium. *Federation Proc. Am. Soc. Exper. Biol.* 15: 513.
7. DEE, J. 1960. A mating-type system in an acellular slime mold. *Nature*, 185: 780-781.
8. ELLIOT, E. W. 1949. The swarm cells of Myxomycetes. *Mycologia*, 41: 141-170.



17 *Stemonitis axifera* 2.5 X

9. GRAY, W. D. 1938. The effect of light on the fruiting of Myxomycetes. *Am. Jr. Bot.*, 25: 511-522.
10. GRAY, W. D. 1939. The relation of pH and temperature to the fruiting of *Physarum polycephalum*. *Am. Jr. Bot.* 26: 709-714.
11. GRAY, W. D. 1953. Further studies on the fruiting of *Physarum polycephalum*. *Mycologia*. 45: 817-824.
12. GRAY, W. D. 1955. Riboflavin synthesis in cultures of *Physarum polycephalum*. *The Ohio Jr. of Sc.* 55(4): 212-214.
13. JUMP, J. A. 1954. Studies on sclerotization in *Physarum polycephalum*. *Am. Jr. Bot.* 41: 561-567.
14. KAMBLY, P. E. 1939. The color of myxomycete plasmodia. *Am. Jr. Bot.*, 26: 386-390.
15. KAMIYA, N.; N. HIROMICHI and S. ABE, 1957. Physiology of the motive force of protoplasmic streaming. *Protoplasma*. B 68: 94-111.
16. LAZO, W. R. 1960. The effect of streptomycin on the growth of the plasmodium of *Physarum polycephalum*. *Mycologia*. 52: 817-819.
17. LAZO, W. R. 1961. Obtaining the slime mold *Fuligo septica* in pure culture. *Jr. Protozool.* 8(1): 97.
18. LAZO, W. R. 1961. Growth of green algae with myxomycete plasmodia. *Am. Md. Nat.* 65: 381-383.
19. MARTIN, G. W. 1932. Systematic position of the slime molds and its bearing on the classification of the fungi. *Bot. Gaz.* 93: 421-435.
20. MARTIN, G. W. 1940. The Myxomycetes. *Bot. Review.* 6: 356-388.
21. MARTIN, G. W. 1955. Are fungi plants? *Mycologia*. 57: 779-792.
22. MARTIN, G. W. 1957. Concerning the "Cellularity" or acellularity of the protozoa. *Science*. 125: 990.
23. MARTIN, G. W. 1960. The sistematic position of the Myxomycetes. *Mycologia*. 52: 119-129.
24. PINOY, E. 1907. Role des bactéries dans le developpement de certains Myxomycetes. *Ann. Inst. Pasteur.* 21: 622-656: 686-700.
25. SEIFRIZ, W. and M. A. RUSSELL, 1935. The fruiting of Myxomycetes. *New Phytol.* 35: 472-478.
26. SKUPIENSKY, F. X. 1928. Etude bio-cytologique du *Didymium difforme*. *Acta Soc. Bot. Poloniae.* 5: 255-336.
27. SOBELS, J. C. 1950. Nutrition de quelques Myxomycetes en cultures pures et associées et leur propriétés antibiotiques. Published by the author. Gouda.
28. WOLF, F. T. 1959. Chemical nature of the photoreceptor pigment inducing fruiting of the plasmodia of *Physarum polycephalum*. *Phot. and Rel. Phen. in Plants and animals.* 321-326.
29. ZABKA, G. G. and W. R. LAZO, 1962. Reciprocal transfer of materials between algal cells and myxomycetes plasmodia in intimate association. *Am. Jr. Bot.* 49: 146-148

## LOS PROCESOS DE LA HOMONIZACION

Bajo el título "Les Processus de l'Hominisation", ha publicado el Centre National de la Recherche Scientifique (París, 215 páginas, 32 ilustraciones), una circunstanciada reseña del Coloquio Internacional dedicado a los problemas que los procesos de la hominización plantean. Participaron en este Coloquio 13 investigadores: un alemán, un holandés, un soviético, dos ingleses y ocho franceses, todos eminentes personalidades en la esfera de la antropología. Las disertaciones se han publicado con las observaciones esenciales que suscitaron durante la discusión de cada tema. Bastará la enunciación de autores y temas para darnos idea

de la trascendencia del Coloquio. Hela aquí: Delmas, la adquisición del andar erecto; Delattre, la formación del cráneo humano; Von Koenigswald, la hominización del aparato masticatorio, y las variaciones en los modos de alimentación; Anthony, la formación del cerebro humano; Pieron, el desarrollo de la concepción en el pensar y la hominización; Bounak, el origen del lenguaje; Bonnardel, la mano y el utensilio; Oakley, el uso del fuego por el hombre; Zuckermann, la hominización de la familia y de las ligas sociales; Piveteau, la paleontología de la hominización; Heberer, la hominización: selección, adaptación, ortogénesis; Vandel, el fenómeno hombre; Vallois, el problema de la hominización.

No necesitamos insistir sobre el relieve que añade la actualidad, en el Año de Darwin, al dramático y permanente interés de estos problemas.