

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA
REPRODUÇÃO DE *CHAMPIA MINUSCULA*
(RHODOPHYTA-RHODYMENIALES) ⁽¹⁾

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE REPRODUCTION OF
CHAMPIA MINUSCULA (RHODOPHYTA-RHODYMENIALES) ⁽¹⁾

Silvia Maria Pita de Beauclair Guimarães ⁽²⁾

R E S U M O

Este trabalho se refere ao desenvolvimento das estruturas de reprodução de *Champia minuscula*. São apresentados dados detalhados sobre organização do talo, formação e posição do procarpo e desenvolvimento do carposporofito.

As estruturas masculinas, nesta espécie, são descritas pela primeira vez.

A formação dos espermatângios e tetrasporângios também foi estudada.

Os dados obtidos concordam, de um modo geral, com os descritos para *Champia parvula*; apenas, em *Champia minuscula*, constatamos a presença de uma célula secundária dos gonimoblastos, originando a massa principal dos filamentos gonimoblásticos. A célula secundária origina-se por uma divisão transversal da célula primária dos gonimoblastos.

S U M M A R Y

This paper describes the development of reproductive structures of *Champia minuscula*. Detailed informations about thallus organization, early stages and position of the procarp and also the development of the carposporophyte till maturity are given.

Male structures are described for the first time in this species .

The development of spermatangia and tetrasporangia was also studied.

We call attention to the fact that in *Champia minuscula* the assemblage of gonimoblast filaments start from a secondary gonimoblast initial and not from the primary one as already described for *Champia parvula*.

Seven plates with 35 drawings illustrate the paper.

(1) Parte do trabalho apresentado ao Dep. de Botânica do Inst. de Biociências da Univ. de S. Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Botânica.

(2) Instituto de Pesca — Santos (SP).

INTRODUÇÃO E HISTÓRICO

Os trabalhos sobre Algas Marinhas Brasileiras têm se restringido, quase que exclusivamente, ao levantamento de floras regionais. Entretanto, estes estudos pioneiros são básicos e fundamentais, pois servem, agora, de ponto de partida para uma nova etapa de estudos, abrangendo aspectos biológicos de espécies tropicais, revisões e monografias, possibilitando-nos, assim, um conhecimento mais aprofundado de grupos taxonomicamente restritos.

Nesta pesquisa são estudadas detalhadamente as estruturas de reprodução de *Champia minuscula*, uma espécie recentemente descrita para o Brasil. O objetivo do presente trabalho é complementar os estudos sobre esta espécie e contribuir para um melhor conhecimento da família *Champiaceae* no Brasil.

A organização vegetativa do talo das *Champiaceae* foi descrita por vários autores, entre eles Hauptfleisch (1892), Hassenkamp (1902), Kylin (1923, 1931) e Bliding (1928). Fritsch (1952) apresenta uma boa revisão destes trabalhos.

Estudos das estruturas de reprodução, incluindo desenvolvimento do carposporofito nas *Champiaceae*, foram já feitos por alguns autores: Hauptfleisch (1892) estudou *Champia lumbricalis* (Roth) Desveaux, *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey, *Chylocladia verticillata* (Lightfoot) Bliding, *Gastroclonium ovatum* (Hudson) Papenfuss, *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye e *Lomentaria clavellosa* (Turner) Gaillon. Davis (1896) estudou o desenvolvimento do cistocarpo de *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey. Kylin (1923) estudou, detalhadamente, *Chylocladia verticillata* (Lightfoot) Bliding e *Lomentaria clavellosa* (Turner) Gaillon. Bliding (1928) estudou, intensamente, as estruturas de reprodução de *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey, *Gastroclonium clavatum* (Roth) Ardissonne, *Gastroclonium ovatum* (Hudson) Papenfuss e *Lomentaria articulata* (Hudson) Lyngbye, estabelecendo relações filogenéticas entre estes três gêneros. Hollenberg (1940) estabeleceu o gênero *Coeloseira* para a família *Champiaceae* e descreveu alguns aspectos do desenvolvimento do cistocarpo de *Coeloseira parva* Hollenberg.

A espécie *Champia minuscula* foi descrita por Joly e Udadim (Joly et al., 1965, pág. 164, pr. III, figs. 1-4), com base no material coletado nas localidades de "Prainha" e "Praia Preta", na Ilha de Santo Amaro, município de Guarujá, Estado de São Paulo. Joly (1957) identificou, como *Champia parvula*, o material coletado na baía de Santos e que, posteriormente, foi reconhecido como pertencendo a *Champia minuscula* (Joly et al., 1965). A mesma espécie foi coletada no município de Ubatuba, Estado de São Paulo, por Joly (1965).

MATERIAL E MÉTODOS

Todo o material utilizado em nossas observações foi coletado no

costão entre as praias de Tapiá e Fora, município de Ubatuba, em julho de 1970 (SPF 2876) e em maio (SPF 2877) e julho de 1971 (SPF 2903). Nestas três coletas, sempre encontramos plantas femininas, masculinas e tetraspóricas.

O material destinado a estudos anatômicos foi fixado em solução de formol a 4% em água do mar. Deste material, existem duplicatas herborizadas e depositadas no Herbário Ficológico do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (ver números acima).

Os cortes, para observação dos aspectos anatômicos, foram feitos com um criostato, sendo a espessura mais adequada, entre 12 e 40 μ .

As preparações eram secas à temperatura ambiente, durante, aproximadamente, doze horas (para os cortes aderirem perfeitamente à lâmina) e, depois, novamente hidratadas, por cerca de dez minutos, em água destilada e montadas em xarope de goma de Apathy (Romeis, 1928).

Para as primeiras observações e reconhecimento das estruturas, preferimos a observação dos cortes com sua coloração natural. No material recém-fixado, a cor se conserva por certo tempo; também, o xarope de goma de Apathy mantém, por algum tempo, a coloração natural do material, permitindo muita nitidez, além de não ser preciso proceder-se à desidratação na série alcoólica.

Para corar os cortes, o corante mais eficaz foi a hematoxilina de Harris (Romeis, 1928), que deu coloração diferencial às sélulas reprodutivas, evidenciando, também, os núcleos.

Após a coloração, as lâminas foram montadas em bálsamo-do-canadá ou em xarope de goma de Apathy.

A técnica de esmagamento (Norris, 1957) também foi utilizada, visando a separação das células reprodutivas das vegetativas. As condições ideais para o amolecimento do material foram obtidas através do emprego de pectinase (L. M. Coutinho, comunicação pessoal). As pequenas porções do talo, previamente escolhidas, eram lavadas, por alguns minutos, em água destilada e, depois, submetidas, durante aproximadamente oito horas, a uma solução concentrada de pectinase em água destilada (solução obtida, dissolvendo-se uma pequena porção de pectinase em algumas gotas de água destilada). Utilizamos este processo somente para comprovar ou esclarecer alguns aspectos que não ficaram suficientemente elucidados com os cortes.

Todos os desenhos foram feitos com o auxílio de uma câmara clara.

DESCRIPÇÃO

a) *Habitat e Organização Vegetativa*

Champia minuscula cresce na zona das marés, habitando costões rochosos de mar batido.

As plantas formam tufos isolados de cor róseo-esverdeada, translúcidos, apresentando ramos cilíndricos, nítida e regularmente constrictos, onde cada segmento, entre constrictões, toma a forma de pequenas barricas superpostas (figs. 4, 5 e 6). A ramificação é irregular, havendo uma porção basal, ramificada, mais ou menos cilíndrica, de onde partem ramos eretos, que podem, por sua vez, formar ramos laterais (figs. 4, 5 e 6).

O talo é oco, com organização multiaxial e a cavidade central é dividida transversalmente, na região das constrictões, por diafragmas de uma camada de células de espessura (fig. 1). A cavidade interna é percorrida por filamentos longitudinais, que convergem no ápice, terminando em células apicais situadas em diferentes níveis (fig. 1). O córtex consiste de uma camada mais interior, contínua, de células grandes e de uma camada periférica, descontínua, de células pequenas que, nesta espécie, reúnem-se em grupos distintos (figs. 2 e 3).

As plantas medem de 0,8 a 2,0 cm de altura. O segmento adulto tem de 0,78 a 1,61 mm de altura, de 1,10 a 2,08 mm de diâmetro maior e de 0,94 a 1,56 mm de diâmetro menor (ao nível das constrictões). Nas medidas do segmento adulto, sempre foi utilizado o quarto ou quinto segmento, contado a partir do ápice.

b) *Formação do procarpo*

Os ramos carpogonais formam-se próximo ao ápice do talo. A uma distância entre 100 e 140 μ do ápice, acham-se ramos carpogoniais completos. Na espécie estudada, o ramo carpogonial é composto de quatro células. Em vista frontal da superfície do talo, o ramo carpogonial aparece, geralmente, como duas ou três células pequenas, brilhantes, situadas bem superficialmente no talo (fig. 7). Muitas vezes, nota-se a tricogine. Nas proximidades do ramo carpogonial notam-se, geralmente, duas células (fig. 7) também situadas superficialmente. Estas células foram interpretadas como células iniciais do pericarpo (ver discussão). Após a fecundação, elas se dividem, dando início ao pericarpo.

Em cortes longitudinais, podemos observar o ramo carpogonial completo (fig. 8). A célula basal do ramo carpogonial é a maior; seguem-se duas células menores e, por último, o carpogônio, bem menor que as demais células e possuindo uma tricogine curta e um pouco inclinada. A célula sustentadora do ramo carpogonial é uma célula cortical primária. Ela tem o mesmo tipo de conteúdo das demais células corticais e, portanto, só pode ser diferenciada quando começa a se dividir, produzindo o ramo carpogonial.

As espécies da ordem *Rhodymeniales* caracterizam-se pela presença de um procarpo, onde as células auxiliares são sempre formadas antes da fecundação (Kylin, 1923; Bliding, 1928). A célula sustentadora possui, na sua extremidade livre, o ramo carpogonial; lateralmente, ela separa uma célula, que funciona como célula-mãe da auxiliar. Esta, por sua vez, separa, para o lado externo, uma pequena célula,

a célula auxiliar da fecundação (fig. 8). A célula auxiliar é brilhante, com o mesmo tipo de conteúdo das células do ramo carpogonial. O conteúdo da célula-mãe da auxiliar é semelhante ao das demais células vegetativas. A ligação entre as células sustentadora e mãe da auxiliar é muito mais evidente que as demais ligações entre as células.

Como não evidenciamos os núcleos em todas as fases do desenvolvimento, os acontecimentos celulares, infelizmente, não puderam ser relacionados com os acontecimentos nucleares, tais como a fusão dos núcleos gaméticos e a transferência do núcleo diplóide do carpogônio para a célula auxiliar. Entretanto, pelos demais aspectos das células (conteúdo, tamanho, forma), torna-se possível a identificação do estágio pré ou pós-fecundação.

No ramo carpogonial (provavelmente ainda antes da fecundação), a célula basal aparece, freqüentemente, com dois núcleos e as demais aparecem uninucleadas (fig. 9). Na tricogine, vimos, freqüentemente, um corpúsculo corado que, entretanto, parece não se tratar de um núcleo, pois, mesmo nas preparações não coradas, onde, conseqüentemente, não se distingue nenhum núcleo, este corpúsculo aparece brilhante, bem evidente. A célula sustentadora é, nitidamente, multinucleada (assim como todas as células vegetativas).

A posição das células iniciais do pericarpo é evidenciada na figura 10, onde estas células se situam lateralmente ao ramo carpogonial (nesta figura, o carpogônio não aparece). As células iniciais do pericarpo originam-se de células corticais situadas próximas da célula sustentadora.

c) *Estágios Iniciais Pós-fecundação*

Ocorrendo a fecundação, desaparece a tricogine; as células do ramo carpogonial aumentam em tamanho e iniciam uma fusão (fig. 11). A célula sustentadora, a célula-mãe da auxiliar e a célula auxiliar começam, também, a crescer; a célula sustentadora e a célula-mãe da auxiliar vão adquirindo um conteúdo denso, provavelmente nutritivo.

À medida que o procarpo se desenvolve, o aumento em tamanho das células é muito evidente (cf. cortes seriados — figs. 12 e 13). A célula sustentadora e a célula-mãe da auxiliar aparecem, nitidamente, multinucleadas. Estas células são multinucleadas em todas as fases do desenvolvimento. Neste estágio, vemos, já, um início do pericarpo, a partir de divisões das células iniciais e, também, de outras corticais próximas.

Num estágio seguinte do desenvolvimento, o ramo carpogonial, em adiantado estado de fusão, liga-se à célula auxiliar, devendo, então, haver transferência do núcleo diplóide para a célula auxiliar. Apesar de ser relativamente freqüente observar a célula auxiliar em contato com a célula de fusão do ramo carpogonial (figs. 14, 15, 16 e 17), a comunicação que se estabelece entre elas não foi visível. Em algumas preparações (fig. 17), a célula auxiliar aparece com uma pequena

projeção em direção ao ramo carpogonial, o que poderia representar um vestígio dessa comunicação (ver discussão). Nesta fase do desenvolvimento, a célula auxiliar aparece, freqüentemente, com um glóbulo no seu interior (fig. 16), que se cora intensamente com hematoxilina e que é, provavelmente, de natureza proteica (Kylín, 1930).

Ao mesmo tempo em que a célula-mãe da auxiliar e a célula auxiliar aumentam em tamanho e ocorre a transferência do núcleo diplóide, acontecem mudanças nas células vegetativas ao redor. Estas aumentam em tamanho, ficam com o citoplasma denso e estabelecem numerosas ligações secundárias entre si e com a célula-mãe da auxiliar (fig. 18). Na base do cistocarpo fica, então, a célula-mãe da auxiliar, em comunicação com uma coroa de células, que constituem um tecido de nutrição do carposporofito em desenvolvimento (fig. 21).

Logo após a fecundação, as células corticais, nas proximidades do procarpo, começam a se dividir, formando fileiras de células que se elevam acima da superfície da fronde, constituindo, assim, um pericarpo (figs. 12, 13 e 14). As células do tecido nutritivo correspondem, portanto, às células mais basais destas fileiras, cujas células, também, anastomosam-se pelo estabelecimento de ligações citoplasmáticas secundárias (fig. 18).

À medida que o cistocarpo se desenvolve e as fileiras celulares crescem convergindo acima e formando o pericarpo, as células das camadas intermediárias (situadas entre o tecido nutritivo e o pericarpo) são esticadas em todas as direções, constituindo, assim, um "tecido" com aspecto de rede (figs. 18, 19, 20 e 21), a "*tela arachnoidea*" (J. Agardh, 1876).

Com o crescimento dos gonimoblastos, a tela aracnóidea vai sendo deslocada e reabsorvida, de modo que, no cistocarpo maduro, restam somente seus vestígios (figs. 25, 26 e 27).

d) *Desenvolvimento e maturação dos gonimoblastos*

Após a transferência do núcleo diplóide, as células auxiliar da fecundação e de fusão do ramo carpogonial afastam-se. A célula auxiliar divide-se transversalmente, formando em direção à superfície, a célula primária dos gonimoblastos. Nas espécies já estudadas, da ordem *Rhodymeniales* (exceção em *Chylocladia* e *Gastroclonium*), a célula primária dos gonimoblastos sofre divisões na sua porção distal, originando fileiras de células, que formarão gonimoblastos e carpósporos. Em *Champia minuscula*, a célula primária dos gonimoblastos sofre, aparentemente, uma única divisão transversal, isolando, na sua parte superior uma outra célula (fig. 18). Esta, que chamamos célula secundária dos gonimoblastos, é que originará o conjunto de gonimoblastos. A partir da célula secundária, originam-se células que, por divisões sucessivas, formam os filamentos gonimoblásticos. Somente as células finais destes filamentos formam carpósporos. Na fig. 20, podemos observar dois centros de formação de gonimoblastos, a partir da célula secundária. Neste estágio, consegue-se distinguir, ainda, a

célula resultante da fusão do ramo carpogonial, ligada à célula sustentadora. A ligação entre elas aumenta muito, mas, uma fusão completa, mesmo no cistocarpo maduro, não acontece (fig. 24).

À medida que o cistocarpo se desenvolve, as ligações citoplasmáticas, entre as células mãe da auxiliar, auxiliar da fecundação, primária e secundária dos gonimoblastos, tornam-se muito evidentes. A ligação mais proeminente é aquela entre a célula auxiliar e a célula primária dos gonimoblastos (figs. 18, 19, 20, 21 e 22).

Na região da ligação, em cada célula, ficam visíveis dois discos refringentes, que se coram intensamente com hematoxilina, confirmando observações dos diversos autores que estudaram o problema. Kylin (1940) apresenta uma boa revisão destes trabalhos.

Apesar das ligações, entre as células mencionadas, aumentarem muito, uma fusão completa entre elas, mesmo no cistocarpo maduro, parece não ocorrer.

Em *Champia minuscula*, é produzido mais de um grupo de gonimoblastos e carpósporos. Todo cistocarpo, no qual a massa principal dos gonimoblastos já está diferenciada, apresenta um “*gonimolobo tardio*” (Bliding, 1928), em início de desenvolvimento. Este segundo gonimolobo inicia-se a partir de divisões que ocorrem na célula primária dos gonimoblastos. Apesar do gonimolobo principal não se originar diretamente da célula primária, esta conserva o potencial de se dividir, originando o gonimolobo tardio.

Na fig. 20, o gonimolobo tardio é representado por duas células situadas próximas à célula primária dos gonimoblastos.

Uma seqüência da formação do gonimolobo tardio pode ser melhor observada em estágios mais desenvolvidos (figs. 22 e 23); aparentemente, este gonimolobo, repete a organização do gonimolobo principal.

O gonimolobo tardio, ainda que possuindo muitas células, é bem rudimentar, constituindo um aglomerado muito pequeno no cistocarpo adulto. Após a eliminação dos carpósporos e gonimoblastos primários, o gonimolobo tardio completa seu desenvolvimento, ocupando o cistocarpo, que estava vazio, originando, também carpósporos que, entretanto, são produzidos em menor quantidade.

Mesmo no cistocarpo bem desenvolvido, é possível distinguir a célula-mãe da auxiliar ligada à células vegetativas (fig. 26). O cistocarpo, completamente maduro, tem a forma de uma pera, fazendo saliência sobre o talo e abrindo-se por um poro apical (fig. 27). A altura do cistocarpo maduro varia de 0,59 a 0,91 mm e o diâmetro varia de 0,52 a 0,78 mm. Nestas medidas, sempre foram utilizados cistocarpos localizados no quarto, quinto ou sexto segmento, contado a partir do ápice. O carpósporo maduro mede, aproximadamente, de 56,1 a 129,9 μ de diâmetro maior e de 26,1 a 66,8 μ de diâmetro menor.

e) Formação dos Espermatângios

Neste trabalho, são descritas, pela primeira vez, as estruturas masculinas de *Champia minuscula*.

Os soros de espermatângios formam faixas superficiais, de bordos irregulares, em volta dos segmentos (fig. 5). Estes soros começam a se formar, preferencialmente, nas proximidades dos diafragmas.

As faixas são, inicialmente, estreitas, mas progridem nos seus bordos superior e inferior, atingindo valores entre 0,54 e 1,62 mm no segmento adulto.

As células-mãe dos espermatângios diferenciam-se a partir das células corticais menores, que ficam com conteúdo mais denso e começam a se dividir anticlinalmente (figs. 28 e 29).

As células originadas das corticais menores dividem-se sucessivamente (fig. 30), formando em direção à superfície, fileiras ramificadas, originando, assim, um revestimento contínuo sobre a superfície do talo.

Através de divisões, que ocorrem na extremidade livre das células-mães dos espermatângios, são formados os espermatângios (fig. 31). Cada célula-mãe forma, geralmente, dois espermatângios.

f) Formação dos Tetrasporângios

Os tetrasporângios distribuem-se irregularmente pela superfície do talo (fig. 32) e, quando maduros, apresentam-se tetraedricamente divididos.

As iniciais dos esporângios são grandes células corticais, não primárias. Algumas vezes, a célula cortical, que origina esporângios, é de segunda ordem (fig. 33), mas, geralmente, ela é de ordem mais alta (Kylin, 1923; Bliding, 1928).

À medida que os tetrasporângios se desenvolvem, eles imergem no talo, fazendo saliência na cavidade interna (fig. 34). Externamente, ficam parcialmente recobertos por pequenas células da camada cortical mais superficial (figs. 34 e 35).

O diâmetro dos tetrasporângios no segmento adulto, varia entre 56,17 e 83,90 μ .

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os principais tópicos a serem discutidos referem-se ao desenvolvimento do carposporofito, visto que o desenvolvimento dos espermatângios e tetrasporângios concorda, de um modo geral, com o que foi descrito para *Champia parvula* por Bliding (1928).

Sparling (1957) estabeleceu, para a família *Rhodymeniaceae*, que o arranjo e mesmo o número de células, que compõem o ramo car-

pogonial, podem variar em diferentes espécies, pertencentes ao mesmo gênero. Entretanto, com base nos estudos já feitos, a família *Champiaceae* mostra uma constância muito grande nestes caracteres. O ramo carpogonial de *Champia minuscula* mostra semelhança com o de *Champia parvula*. Ambos são compostos de quatro células. Quando comparado com o de *Champia parvula*, o ramo carpogonial de *Champia minuscula* apresenta curvatura menos acentuada, tricogine mais curta e menos inclinada em relação ao carpogônio. Em alguns casos, encontramos ramos carpogoniais onde o carpogônio possuía tricogine longa, mas, pela posição deles em relação ao ápice do talo, concluímos que são ramos mais velhos, que não foram fecundados. Junto com estes ramos carpogoniais, nunca foi possível distinguir o ramo da célula auxiliar.

Em *Champia minuscula*, constatamos a presença de uma única célula auxiliar da fecundação. Este dado está em concordância com o que se conhece para *Champia parvula* (Bliding, 1928). Apesar dos gêneros *Chylocladia* (Kylin, 1923), *Gastroclonium* (Bliding, 1928), *Lomentaria* (Kylin, 1923; Bliding, 1928) formarem, antes da fecundação, geralmente duas células auxiliares, o gênero *Champia*, com base nas espécies até agora estudadas, tem somente uma célula auxiliar no procarpo.

A presença das células mãe da auxiliar e auxiliar pode ser observada em estágios jovens do desenvolvimento do procarpo, através de cortes finos na região bem apical do talo.

Bliding (1928, pág. 11, fig. 4A) menciona que, junto ao procarpo de *Champia parvula*, aparece, algumas vezes, uma pequena célula, que corresponderia, quanto à origem, a uma das células auxiliares encontradas em *Gastroclonium* (Bliding, 1928, pág. 26, fig. 17B e pág. 38, fig. 31C), mas que, no caso de *Champia parvula*, dá origem a células do pericarpo.

Kylin (1928, 1931), baseado no trabalho de Bliding (1928), afirma que *Champia parvula* pode apresentar procarpos com duas células auxiliares, das quais uma só se desenvolve após a fecundação. Na figura 4A (pág. 11) do trabalho de Bliding (1928), a pequena célula que, segundo o autor, é inicial do pericarpo, Kylin (1928) interpreta como uma segunda célula auxiliar, argumentando que o início do pericarpo só se dá após a fecundação. De acordo com Kylin, em *Champia parvula* haveria, então, a possibilidade de procarpos com duas células auxiliares, de tamanhos diferentes, das quais só a maior se desenvolveria posteriormente, originando gonimoblastos.

Com base em nossos estudos, corroboramos a opinião de Bliding, de que só existe uma célula auxiliar em *Champia parvula*, pois, existe concordância entre esta espécie e *Champia minuscula* em muitos aspectos analisados. Em *Champia minuscula*, só observamos procarpos com uma célula auxiliar, que é facilmente diferenciada das células vegetativas pelo conteúdo, forma e tamanho. Junto ao procarpo, observamos, freqüentemente, duas células grandes, formadas

a partir de outras células corticais, que não a célula sustentadora, com o mesmo tipo de conteúdo das células vegetativas e que interpretamos como células iniciais do pericarpo.

Bliding (1928) observou que, em *Champia parvula*, no momento da transferência do núcleo diplóide, a célula auxiliar emite uma pequena projeção em direção à célula de fusão do ramo carpogonial. Esta ponte de comunicação, formada a partir da célula auxiliar, não foi observada em *Champia minuscula*.

Bliding (1928) menciona que, em *Champia parvula*, em alguns casos, mais de um grupo de gonimoblastos e carpósporos é produzido. Na base do gonimolobo principal, a partir da célula primária dos gonimoblastos, forma-se um "gonimolobo tardio" (Bliding, 1928, pág. 15). Após o primeiro grupo ter sido eliminado, o gonimolobo tardio completa seu desenvolvimento, produzindo, novamente, carpósporos. Em *Champia minuscula*, todo cistocarpo, além do gonimolobo principal, possui um gonimolobo tardio.

Em relação a *Champia parvula* e aos demais membros da família (exceção aos gêneros *Chylocladia* e *Gastroclonium*) constatamos em *Champia minuscula* a presença de uma célula secundária dos gonimoblastos, a qual origina a massa principal de filamentos gonimoblásticos. A célula secundária forma-se por uma divisão transversal da célula primária. Esta, entretanto, conserva o potencial de se dividir e originar gonimoblastos, pois, é a partir dela que vai se originar, no mesmo cistocarpo, um segundo gonimolobo, que só amadurece após a eliminação do primeiro grupo de carpósporos.

Bliding (1928, pág. 14, fig. 7A) figura um gonimoblasto inicial, de duas células. Apesar de, no texto, não mencionar claramente como se formam, aparentemente estas células são correspondentes às células primária e secundária de *Champia minuscula*. Comparando-se a seqüência de figuras de Bliding, concluiu-se que a segunda célula logo se divide totalmente, formando células que, por sucessivas divisões, darão a massa de gonimoblastos. Portanto, esta segunda célula seria reconhecível, apenas, nos primeiros estágios de formação dos gonimoblastos, sendo logo convertida em várias células menores.

Entretanto, ainda que não haja nenhuma explicação no texto, alguns de seus desenhos, mesmo nos estágios subseqüentes de desenvolvimento, apresentam uma célula que corresponderia à célula secundária dos gonimoblastos de *Champia minuscula*. Podemos comparar, por exemplo, a figura 8B, pág. 15 de Bliding (1928), com a figura 20 de nosso trabalho. Não há dúvida de que há grande semelhança entre as duas; inclusive, a figura 8B de Bliding permitiria, também, a interpretação da origem do gonimolobo tardio, como a que aqui é descrita para *Champia minuscula*. Bliding, entretanto, não interpretou desta forma e se omitiu de qualquer comentário.

Portanto, a célula secundária dos gonimoblastos, descrita para *Champia minuscula*, poderia estar presente, também, em *Champia parvula* e, talvez, possa mesmo ser uma característica do gênero

Champia. Estudos comparativos entre outros representantes da família e do gênero, nos proporcionarão a utilização destes dados para a elucidação de problemas taxonômicos e filogenéticos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Aylthon Brandão Joly, pela escolha do assunto, orientação e assistência contínua durante a elaboração deste trabalho e pela revisão crítica do texto.

Ao Departamento de Histologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, setor B3, na pessoa do seu chefe, Dr. Wilson da Silva Sasso, pelas inúmeras facilidades concedidas, entre as quais, a utilização do criostato e a elaboração das fotografias. Aos professores desse Departamento, Dr. Nelson Villa, Dr. Moacir Pinheiro Monteiro, Dr. Flávio Fava de Moraes e ao técnico Sr. Deodato Dias Penha, pelo interesse e pelas valiosas sugestões que muito contribuíram para melhorar este trabalho.

Ao Dr. Eurico Cabral de Oliveira Filho, colega do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, pelas numerosas sugestões na elaboração do texto e pela revisão crítica do mesmo.

Aos Biólogos Sr. Ebehard Fimpel a Sra. Marlies Sazima pelas traduções de textos em alemão.

Ao colega Biologista Carlos Eduardo de Matos Bicudo, do Instituto de Botânica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, pelas facilidades concedidas durante a elaboração final deste trabalho.

A todos os demais colegas e pessoas não mencionadas especialmente no texto, aqui fica minha gratidão por todo e qualquer auxílio eventualmente prestado.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGARDH, J. G. — 1876 — Species, genera et ordines algarum... Vol. 3(1). *Epiërisis systematis floridearum*. vii + 724 pp. Leipzig.
- BLIDING, C. — 1928 — Studien über die Florideenordnung Rhodymeniales. *Acta Univ. lund. N.F.*, Avd. 2, 24 (3):1-74, 52 figs.
- DAVIS, B. M. — 1896 — Development of the cystocarp of *Champia parvula*. *Bot. Gaz.* 21:109-117, pls. 7 e 8.
- FRITSCH, F. E. — 1952 — The structure and reproduction of the algae. Vol 2. xiv — 939 pp. + 2 maps. Cambridge, The University Press.
- HASSENKAMP, A. — 1902 — Über die Entwicklung der Cystokarprien bei *einigen* Florideen. *Bot. Zeit.* 60, I, 65-86. Apud FRITSCH, F. E., op. cit.

- HAUPTFLEISCH, P. — 1892 — Die Fruchtentwicklung der Gattungen *Chylocladia*, *Champia* und *Lomentaria*. Flora, Marburg, 75:307-367, pls. 7 e 8.
- HOLLENBERG, G. J. — 1940 — New marine algae from southern California. I. Am. J. Bot., 27:868-877, 17 figs.
- JOLY, A. B. — 1957 — Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da baía de Santos arredores. Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. S. Paulo, bot. 14:1-196 + Mapa + 19 prs.
- JOLY, A. B. — 1965 — Flora marinha do litoral Norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. S. Paulo, bot. 21:1-393, incl. 4 Mapas, 59 prs.
- JOLY, A. B., CORDEIRO, M., YAMAGUSHI, N. & UGADIM, Y. — 1965 — New marine algae from Southern Brazil. Rickia 2:159-181.
- KYLIN, H. — 1923 — Studien Über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. K. svenska Vetensk-Akad. Handl., 63(11):1-139, 82 figs.
- KYLIN, H. — 1928 — Entwicklungsgeschichtliche Florideenstudien. Acta Univ. lund. N.F., Avd. 2, 24(4):1-127, 64 figs.
- KYLIN, H. — 1930 — Über die Entwicklungsgeschichte der Fiorideen. Acta Univ. lund. N.F., Avd. 2, 26(6):1-104, 56 figs.
- KYLIN, H. — 1931 — Die Florideenordnung Rhodymeniales. Acta Univ. lund. N.F. Avd. 2, 27(11):1-48, 8 figs., 20 pls.
- KYLIN, H. — 1940 — Über den Bau der Florideentüpfel. K. Fysiograf. Sallsk. lund. Förhandl., 10(21):1-7, 1 fig.
- NORRIS, R. E. — 1957 — Morphological studies on the Kallymeniaceae. Univ. Calif. Publs. Bot., 28:251-333, 25 figs., pls. 28-40.
- ROMEIS, B. — 1928 — Guia-Formulário de Técnica Histológica. xv + 722 pp. Barcelona, Editorial Labor, S.A.
- SPARLING, S. R. — 1957 — The structure and reproduction of some members of the Rhodymeniaceae. Univ. Calif. Publs. Bot., 29:319-396, 15 figs. pls. 48-59.

PRANCHAS

Abreviações usadas nas figuras

a — célula auxiliar da fecundação; c — carpogônio; — ca — célula apical; co — célula cortical primária; cp — carpósporo; d — diafragma; es — espermatângio; fl — filamento longitudinal; fu — célula de fusão do ramo carpogonial; gl — célula glandular; go — gonimoblasto; gol — gonimolobo tardio; ipe — célula inicial do pericarpo; ma — célula-mãe da auxiliar; mes — célula-mãe do espermatângio; n — núcleo; p — pelo; pe — pericarpo; pgo — célula primária dos gonimoblastos; po — poro; pt — glóbulo de proteína; rc — ramo carpogonial; sgo — célula secundária dos gonimoblastos; su — célula sustentadora; t — trichogine; ta — tela aracnoídea; tet — tetrasporângio; tn — tecido nutritivo.

Abbreviations used in the figures

a — auxiliary cell; c — carpogonium; ca — apical cell; co — primary cortical cell; cp — carpospore; d — diaphragm; es — spermatangium; fl — longitudinal filament; fu — fusion cell of the carpogonial branch; gl — glandular cell; go — gonimoblast; gol — late gonimolobe; ipe — pericarp initial; ma — auxiliary mother cell; mes — spermatangial mother cells; n — nucleus; p — hair; pe — pericarp; pgo — primary gonimoblast cell; po — pore; pt — protein body; rc — carpogonial branch; sgo — secondary gonimoblast cell; su — supporting cell; t — trichogyne; ta — tela arachnoidea; tet — tetrasporangium; tn — nurse tissue.

Fig. 1 — corte longitudinal ao ápice de um ramo. Fig. 2 — córtex em corte transversal. Fig. 3 — vista frontal da superfície do talo. Fig. 4 — hábito da planta cistocárpica. Fig. 5 — hábito da planta masculina. Fig. 6 — hábito da planta tetraspórica.

Fig. 1 — longitudinal section of a thallus apex. Fig. 2 — cross section showing cortex. Fig. 3 — surface view of the thallus. Fig. 4 — habitus of a female plant. Fig. 5 — habitus of a male plant. Fig. 6 — habitus of a tetrasporic plant.

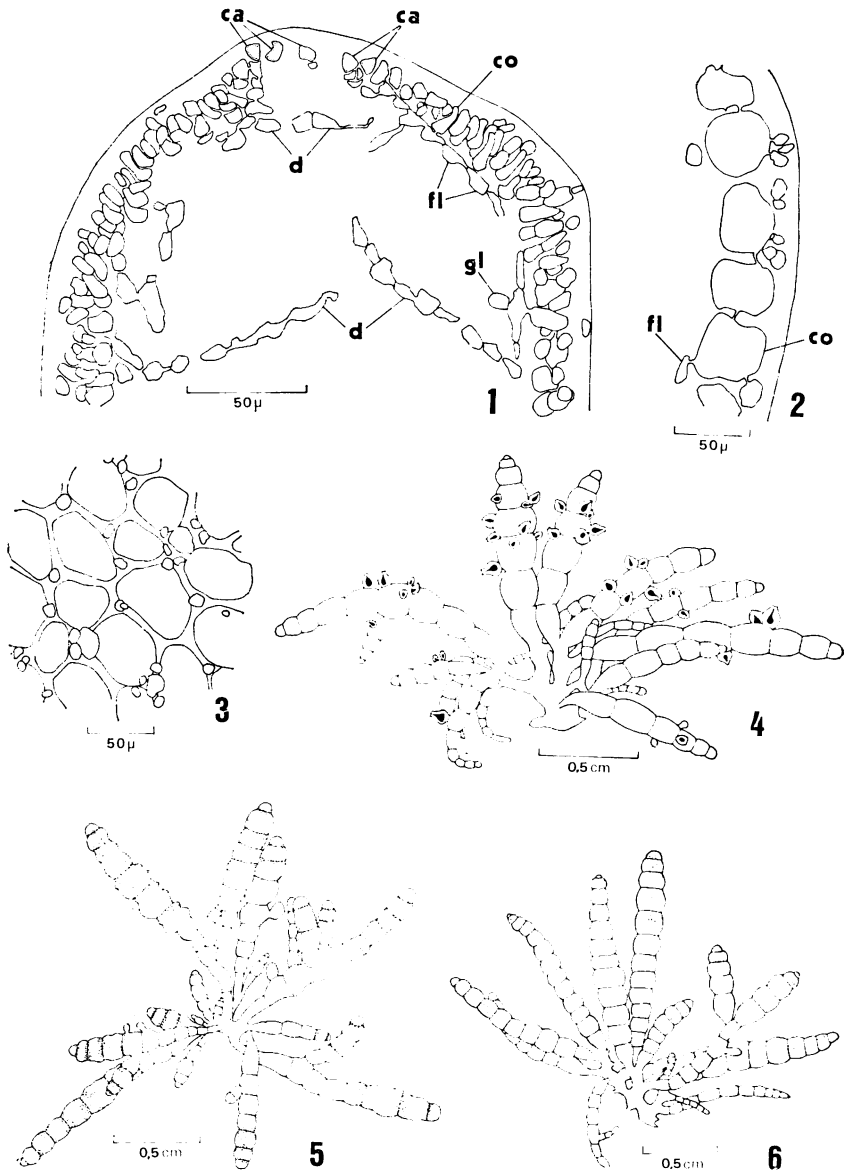
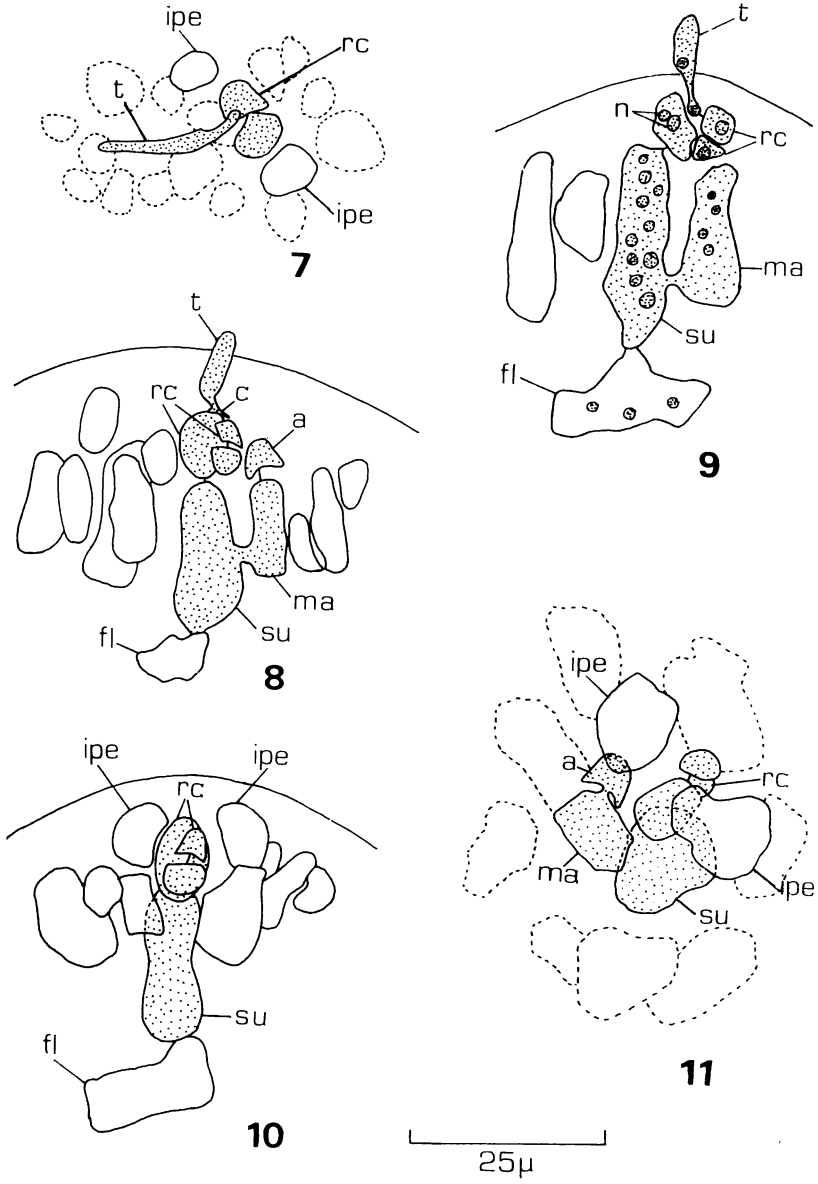


Fig. 7 — ramo carpogonial e células iniciais do pericarpo em vista frontal da superfície do talo. Fig. 8 — procarpo em corte longitudinal à região apical. Fig. 9 — ramo carpogonial em corte longitudinal à região apical. Fig. 10 — ramo carpogonial e células iniciais do pericarpo em corte longitudinal à região apical. Fig. 11 — procarpo num estágio inicial pós-fecundação. Notar o início de fusão das células do ramo carpogonial (preparação obtida por esmagamento).

Fig. 7 — carpogonial branch and pericarp initials. Surface view of the thallus. Fig. 8 — procarp. Longitudinal section of a thallus apex. Fig. 9 — carpogonial branch. Longitudinal section of a thallus apex. Fig. 10 — carpogonial branch and pericarp initials. Longitudinal section of a thallus apex. Fig. 11 — procarp. Early stage after fertilization. Note the beginning of the carpogonial branch fusion (squash preparation).



7

9

8

11

10

25μ

Figs. 12 e 13 — cortes longitudinais seriados. Estágio pós-fecundação. Início de formação do pericarpo. Notar o grande número de núcleos nas células sustentadora e mãe da auxiliar. Fig. 14 — corte longitudinal ao talo. Contato entre ramo carpogonial e célula auxiliar. Fig. 15 — corte longitudinal ao talo. Contato entre célula de fusão do ramo carpogonial e célula auxiliar. Notar a presença de um núcleo nesta célula. Fig. 16 — corte transversal ao talo. Contato entre célula de fusão do ramo carpogonial e célula auxiliar. Fig. 17 — corte longitudinal ao talo. Contato entre célula de fusão do ramo carpogonial e célula auxiliar.

Figs. 12 and 13 — successive longitudinal sections of the thallus. After fertilization stage. Beginning of pericarp. Note the supporting cell and the auxiliary mother cell with several nuclei. Fig. 14 — longitudinal section of the thallus. Connection between carpogonial branch and auxiliary cell. Fig. 15 — longitudinal section of the thallus. Connection between the fusion cell of the carpogonial branch and the auxiliary cell. Note the nucleus of the auxiliary cell. Fig. 16 — cross section of the thallus. Connection between the fusion cell of the carpogonial branch and the auxiliary cell. Fig. 17 — longitudinal section of the thallus. Connection between the fusion cell of the carpogonial branch and the auxiliary cell.

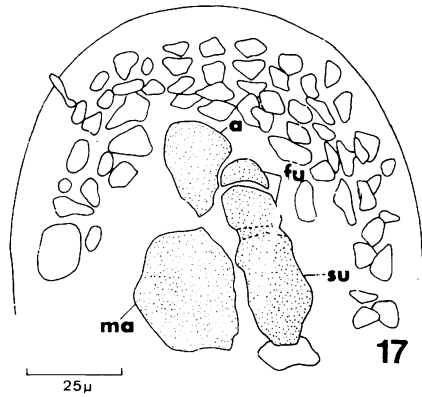
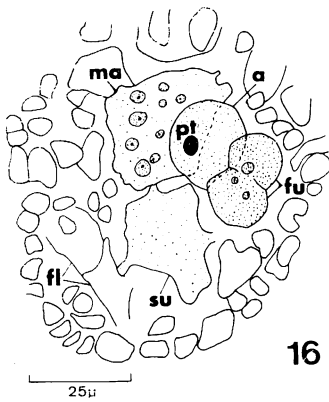
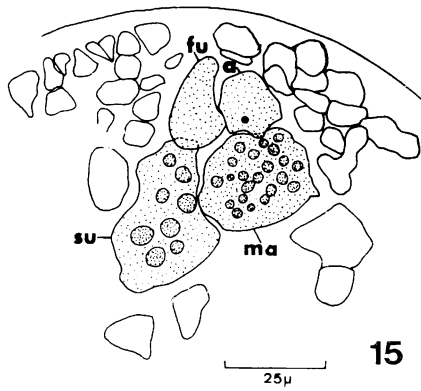
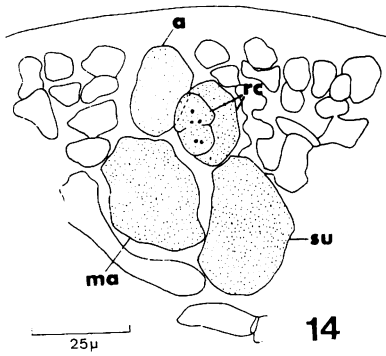
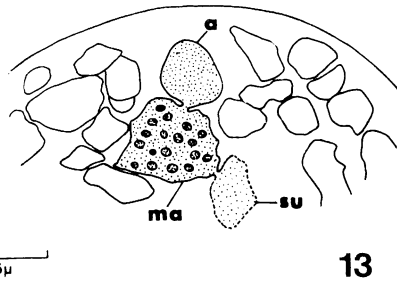
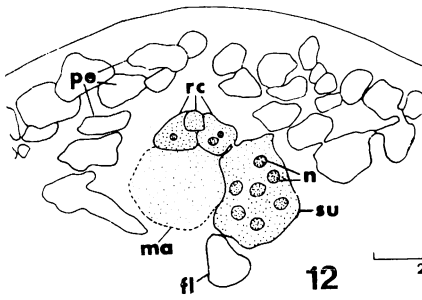


Fig. 18 — corte longitudinal ao cistocarpo jovem, vendo-se o início da tela aracnóidea e formação das células primária e secundária dos gonimoblastos. Fig. 19 — corte longitudinal ao cistocarpo jovem, vendo-se o começo de formação dos gonimoblastos. Fig. 20 — corte longitudinal ao cistocarpo, vendo-se a massa principal de gonimoblastos, tela aracnóidea e pericarpo. Começo de formação do gonimolobo tardio. Fig. 21 — corte longitudinal ao cistocarpo jovem, vendo-se a célula-mãe da auxiliar em comunicação com o tecido nutritivo.

Fig. 18 — longitudinal section through young cystocarp showing early stage of the "tela arachnoidea" and the primary and secondary gonimoblast cells. Fig. 19 — longitudinal section through young cystocarp and early stage of the developing gonimoblast filaments. Fig. 20 — longitudinal section of a cystocarp showing gonimoblasts, "tela arachnoidea", pericarp and the beginning of the late gonimolobe. Fig. 21 — longitudinal section of a cystocarp showing the auxiliary mother cell connected with the nurse tissue.

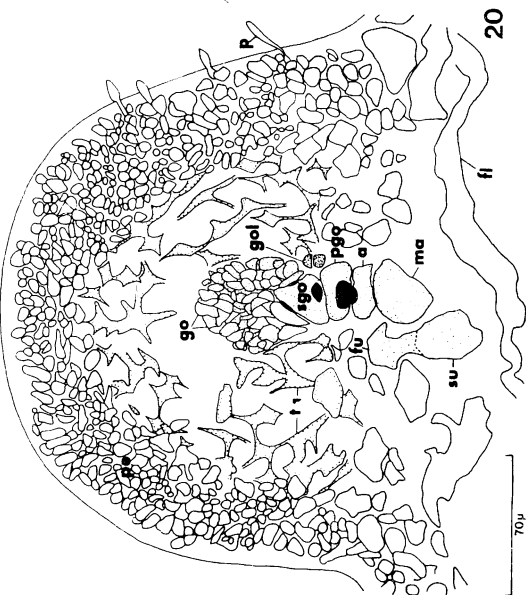
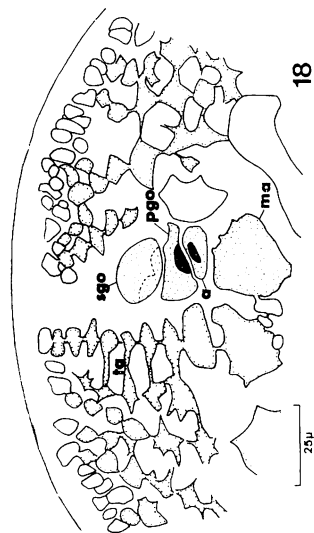
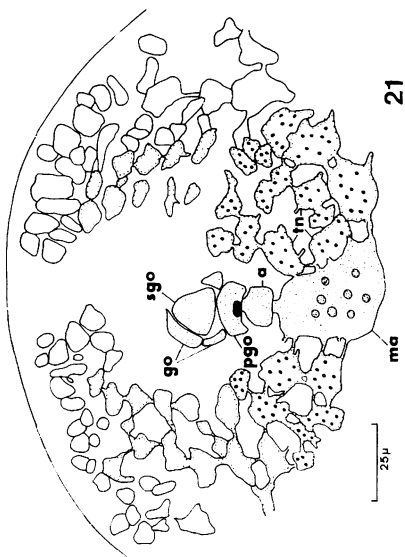
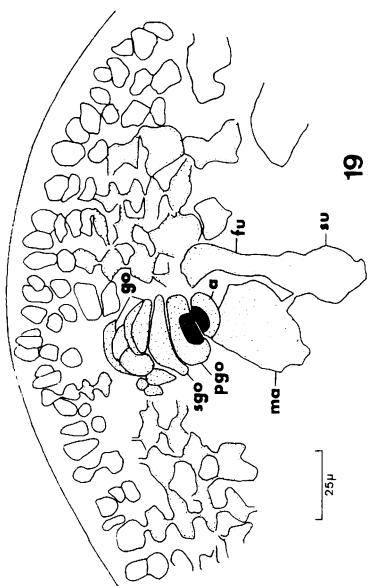


Fig. 22 — gonimolobo principal com carpósporos e gonimolobo tardio já composto de várias células (preparação obtida por esmagamento). Fig. 23 — parte dos carpósporos de um cistocarpo desenvolvido e gonimolobo tardio composto de muitas células (preparação obtida por esmagamento). Fig. 24 — aspecto da célula de fusão do ramo carpogonial e da célula sustentadora num cistocarpo desenvolvido (preparação obtida por esmagamento). Fig. 25 — corte longitudinal ao cistocarpo maduro, vendo-se os carpósporos terminais uninucleados e os gonimoblastos, a maioria com dois núcleos. Nota-se, ainda, parte da célula secundária com os dois centros de formação dos gonimoblastos. Fig. 26 — corte longitudinal ao cistocarpo maduro, vendo-se a célula secundária e a célula-mãe da auxiliar. A célula auxiliar e a célula primária dos gonimoblastos não são bem distintas. Fig. 27 — corte longitudinal ao cistocarpo completamente maduro, com poro apical e restos da tela aracnóidea.

Fig. 22 — main gonimolobe with carpospores and late gonimolobe with several cells (squash preparation). Fig. 23 — nearly mature cystocarp with late gonimolobe composed of several small cells (squash preparation). Fig. 24 — detail of the fusion cell of the carpogonial branch and the supporting cell in a mature cystocarp (squash preparation). Fig. 25 — longitudinal section of a mature cystocarp showing terminal carposporangia and part of the secondary gonimoblast cell. Fig. 26 — longitudinal section of a mature cystocarp showing the secondary gonimoblast cell and the auxiliary mother cell. Fig. 27 — longitudinal section of a completely mature cystocarp showing the apical pore and the remains of "tela arachnoidea".

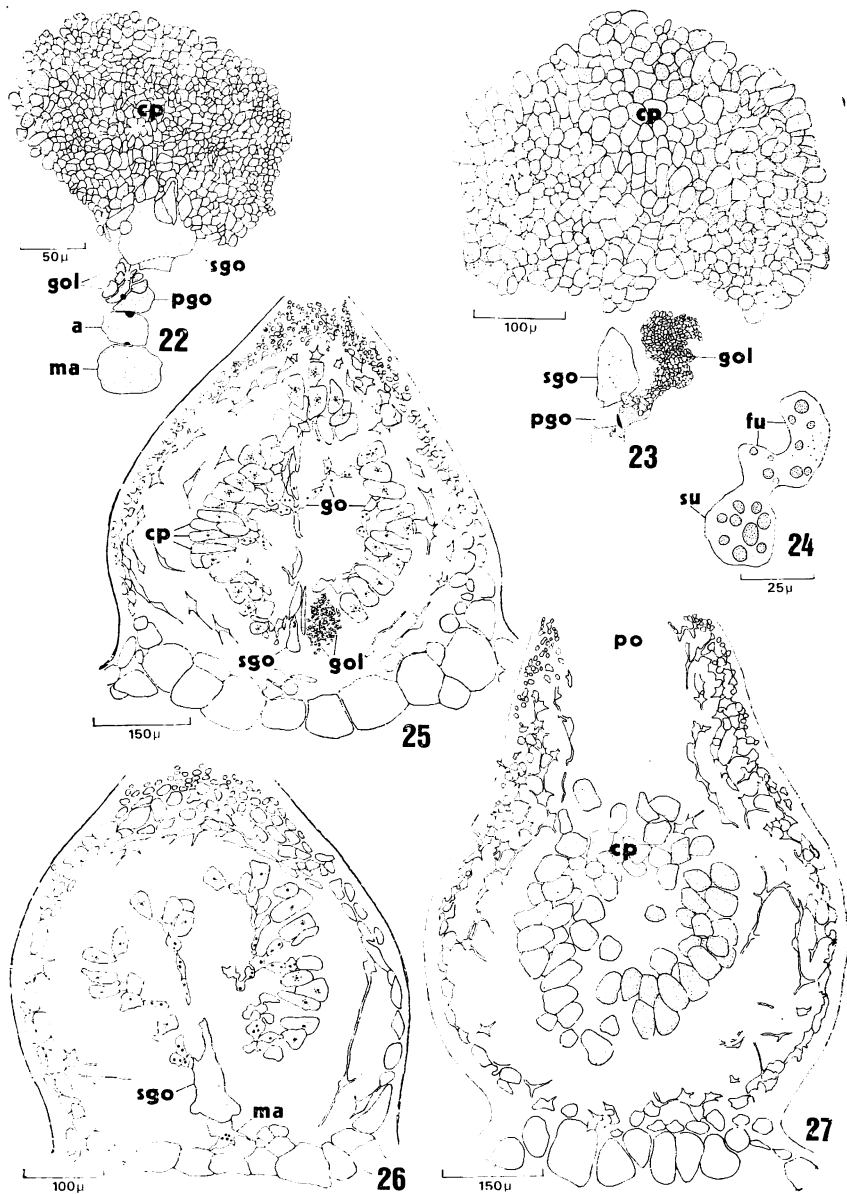


Fig. 28 — corte transversal à região apical, vendo-se o começo de formação das células-mães dos espermatângios a partir das células corticais menores. Fig. 29 — começo de formação das células-mães dos espermatângios, a partir das células corticais menores, em vista frontal da superfície do talo. Fig. 30 — estágio adiantado de formação das células-mães dos espermatângios, em vista frontal da superfície do talo. Fig. 31 — corte transversal ao soró de espermatângios maduros. Fig. 32 — aspecto dos tetrasporângios adultos, em vista frontal da superfície do talo. Fig. 33 — corte longitudinal ao talo, vendo-se dois esporângios jovens, antes da divisão, um deles originado de célula cortical de segunda ordem. Figs. 34 e 35 — corte longitudinal ao talo, vendo-se tetrasporângios maduros.

Fig. 28 — cross section of a thallus apex. Beginning of spermatangial mother cells from the smaller cortical ones. Figs. 29 and 30 — surface view of the thallus. Developing spermatangial mother cells. Fig. 31 — cross section showing mature spermatangia sorus. Fig. 32 — surface view of the thallus showing mature tetrasporangia. Fig. 33 — longitudinal section of the thallus showing young sporangia, one of which arisen from a second order cortical cell. Figs. 34 and 35 — longitudinal section of the thallus showing mature tetrasporangia.

