

Summary

The morphology and anatomy of the seeds and the early development of Eucalyptus intermedia R. T. Baker are described emphasizing the structure of the seed coat and embryo, with the purpose of providing the basis for their identification.

Introdução

Tendo em vista a crescente importância do gênero *Eucalyptus* nos programas de reflorestamento e a necessidade de estudos relativos ao problema da determinação das espécies, em fases iniciais do desenvolvimento, temos realizado uma série de estudos morfológicos e anatômicos das sementes e plântulas de espécies de *Eucalyptus* cultivadas no Brasil (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) visando fornecer subsídios para sua identificação, bem como para possíveis estudos taxonômicos e ecológicos. As espécies já estudadas, ora acrescentamos *Eucalyptus intermedia* R. T. Baker.

Material e métodos

As sementes de *Eucalyptus intermedia* utilizadas no presente trabalho são provenientes do Horto Florestal "Navarro de Andrade" de Rio Claro (SP), colhidas de matrizes selecionadas.

Os aspectos morfológicos externos e internos das sementes férteis e estéreis foram estudados utilizando-se um esteriomicroscópio.

As determinações de peso de 100 sementes férteis bem como a porcentagem média de sementes férteis (em peso), foram feitas através de amostras casuais, em balança analítica. Observou-se, também, o número médio de sementes férteis por grama de sementes misturadas. Na determinação das dimensões médias das sementes foi utilizada uma ocular de medição aferida com lâmina micrométrica.

As investigações anatômicas foram feitas em sementes previamente embebidas em água, através da observação de seções transversais, longitudinais e paradérmicas, realizadas a mão livre. Os cortes foram montados em glicerina a 10%, conseguindo-se preparações semi-permanentes (11).

A natureza microquímica das paredes e conteúdos celulares foram determinados utilizando-se os testes usuais (10, 11, 12).

Os desenhos e diagramas foram feitos em câmara clara, adaptada a um microscópio ótico binocular.

Para se observar sua germinação, as sementes foram colocadas em placas de Petri, sobre papel de filtro úmido e mantidas em condições de luminosidade e temperatura ambiente (média de 25°C).

Resultados

Nas amostras estudadas de *Eucalyptus intermedia* foram encontradas sementes aparentemente viáveis,

¹ Recebido para publicação em 10 abril 1982

* Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"
Departamento de Botânica - Instituto de Biociências,
Rio Claro, SP - Brasil.

providas de embrião e sementes estéreis de dois tipos, A e B, desprovidas de embrião que podem ser distintas principalmente pela forma, dimensões e coloração.

Foram encontradas em média $66 \pm 4\%$ (em peso) de sementes férteis, sendo 258 ± 5 sementes férteis por grama de sementes misturadas. O peso médio de 100 sementes férteis foi de 487.2 ± 91.5 mg.

Características das sementes férteis (Figuras 1 a 3): formas, em geral, ovóides ou turbinadas; providas de longa asa terminal fina e translúcida que se estende pelos bordos laterais como uma expansão que gradativamente se estreita e toma cerca de metade do comprimento total das sementes. Estas são achatadas lateralmente, com quilha muito proeminente e hilo ventral ou, achatadas de um dos lados, com hilo lateral. São de coloração castanho-claro, avermelhado; superfície lisa na face dorsal, pouco brilhante e com rugosidades na face ventral; bordo inteiro; hilo ovado, grande e bem distinto, de coloração clara; micrópila localizada na extremidade inferior da semente, não visível na semente seca (Figura 11); região da chalaza marcada por mancha circular, mais escura, logo acima do hilo; rafe ausente. Medem em média 8.61 ± 1.19 mm de comprimento por 2.13 ± 1.19 mm de comprimento por 2.13 ± 0.27 mm de largura (incluindo a asa).

Características das sementes estéreis (Figuras 4 e 5) — Tipo A — alongadas; irregulares, turbinadas ou falcadas, às vezes com uma extremidade translúcida; coloração marrom médio, alaranjado; superfície pouco brilhante; hilo basal, medindo em média 4.00 ± 0.54 mm de comprimento por 0.62 ± 0.12 mm de largura.

Tipo B — achatada; irregular, com uma extremidade translúcida; marrom médio, alaranjado; superfície pouco brilhante; hilo basal, medindo em média 2.05 ± 0.41 mm de comprimento por 0.79 ± 0.13 mm de largura.

Morfologia interna da semente fértil:

A semente fértil, madura, tem como envoltórios dois tegumentos, além de remanescentes do nucelo e do endosperma. O embrião (Figuras 17 e 18) apresenta dois cotilédones espessos, dobrados (Figura 15) e inseridos próximo da extremidade superior do eixo hipocótilo-radícula (Figura 16).

O eixo hipocótilo-radícula é cilíndrico e mede cerca de 2.1 mm de comprimento por 0.5 mm de diâmetro. É constituído pelo hipocótilo havendo,

em extremidades opostas, os meristemas caulinar e radicular. Este último, recoberto pela coifa, é, em parte, envolvido pelo órgão cupuliforme que é uma saliência do córtex do hipocótilo (Figura 16).

Anatomia dos envoltórios da semente fértil:

O tegumento externo (testa), que é a camada pigmentada do envoltório da semente, consta de duas epidermes, entre as quais ocorre um número variável de camadas de células parenquimáticas tabulares, nem sempre muito distintas. Na face ventral da semente, bem como na asa e nas outras expansões da testa (Figuras 8, 9 e 13), há sempre várias camadas. Na face dorsal há sempre menor número de camadas e às vezes apenas uma (Figura 6).

A epiderme externa (exotesta) é revestida por uma cutícula e consta de células retangulares ou quadradas em seção transversal (Figura 6) e hexagonais ou poliédricas em seção paradérmica (Figura 7). Estas células contêm densos depósitos amorfos de substâncias tânicas, de coloração vermelha, rapidamente solúveis em água ou álcool.

A epiderme interna (endotesta) é constituída de células retangulares em seção transversal (Figura 6) e pentagonais ou hexagonais em seção paradérmica (Figura 7). Cada célula apresenta um forte espessamento lamelar em sua parede periclinal interna e contém um ou mais cristais de oxalato de cálcio.

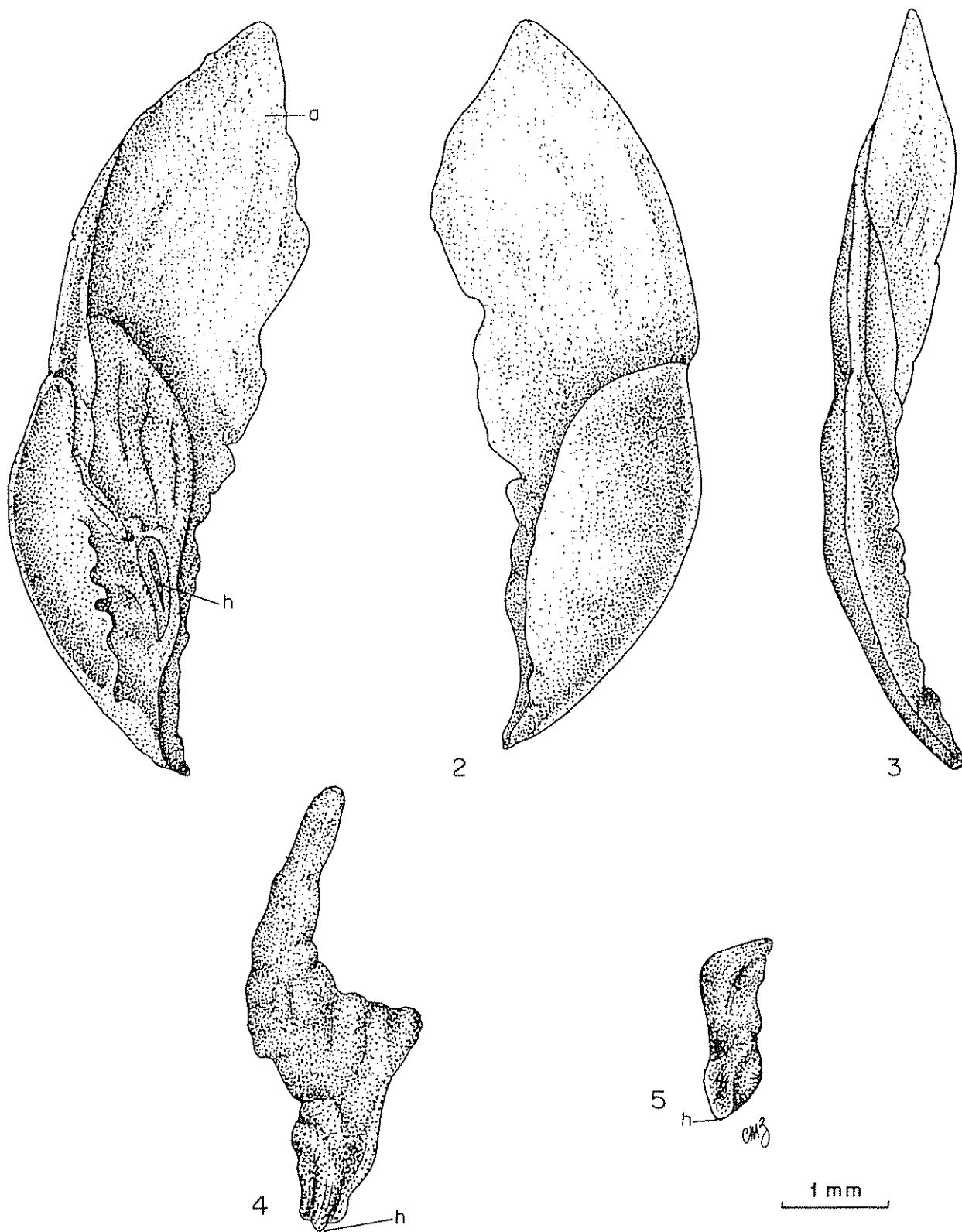
A asa é uma longa expansão do tegumento externo, da qual não participa a endotesta (Figura 9).

O tegumento interno (tégmen) encontra-se quase que totalmente reabsorvido, distinguindo-se duas camadas de células não suberificadas, apenas nas proximidades da chalaza (Figura 13). Separa-se da camada subjacente os remanescentes do nucelo, por uma cutícula bem visível (Figura 8 e 13) que emite longas projeções por entre as células do nucelo. Este consta de um número variável de camadas de células muito obliteradas e só distintas na região da chalaza.

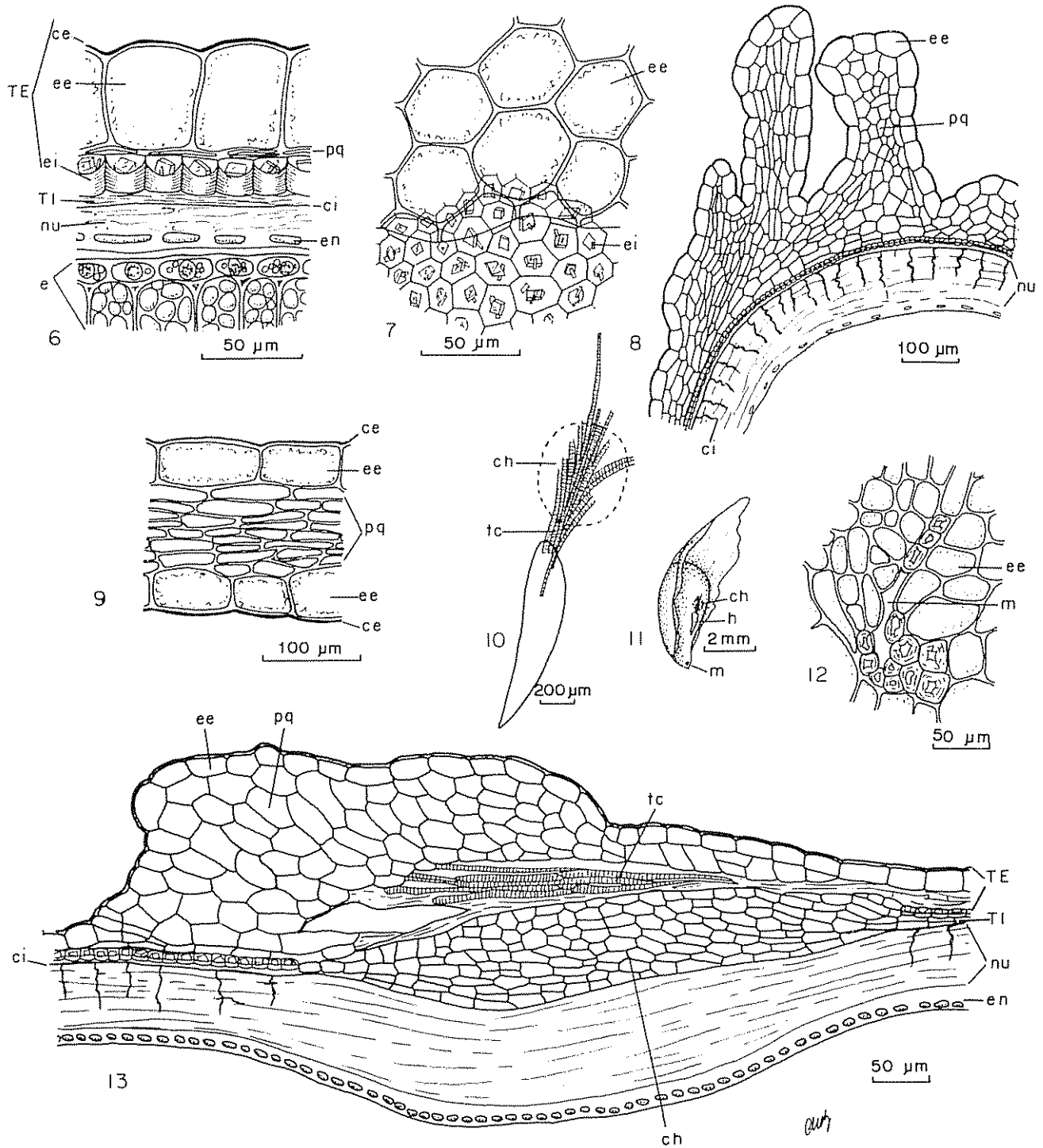
Do endosperma resta uma só camada de células que contêm substâncias proteicas e gotículas de óleo (Figura 6).

O tecido da chalaza (Figura 13) é suberificado, sendo que as células contêm material tânico denso, de coloração marrom-avermelhado.

Do bordo superior do hilo parte um único feixe vascular colateral que se dirige diretamente à chalaza



Figs. 1-5 Aspecto externo das sementes férteis. Figs. 1-3 – semente fértil; Fig. 4 – semente estéril tipo A; Fig. 5 – semente estéril tipo B. (a = asa; h = hilo).



Figs. 6-13 Anatomia dos envoltórios da semente fértil. Figs 6 e 7 – respectivamente setores de seções transversal e paradermica dos envoltórios da semente fértil (face dorsal); Fig. 8 – seção transversal através das rugosidades existentes nas proximidades do hilo; Fig. 9 – seção longitudinal da asa; Fig. 10 – padrão de vascularização; Fig. 11 – diagrama da semente mostrando a posição do hilo da micrópila e da chalaza; Fig. 12 – seção paradermica na região da micrópila; Fig. 13 – seção longitudinal mediana da chalaza.

(ch = chalaza; ce = cutícula externa; ci = cutícula interna; e = embrião; ee = epiderme externa; ei = epiderme interna; en = endosperma; h = hilo; m = micrópila; nu = nucelo; pq = parênquima sub-epidérmico; tc = tecido condutor; TE = testa; TI = tégmen).

onde se ramifica (Figuras 10 e 13). Algumas das ramificações mais longas ultrapassam a região da chalaza.

A superfície do hilo é constituída por células de paredes finas, parcialmente soltas ou rompidas. A micrópila é uma abertura alongada, rodeada por pequenas células epidérmicas de paredes finas, entre as quais ocorrem alguns grupos de escleritos (Figura 12).

Anatomia do embrião:

O eixo hipocótilo-radicular (Figura 14) é revestido pela protoderme, composta de células cúbicas, da qual partem pequenas glândulas de óleo que são também abundantes em ambas as faces dos cotilédones. Sob a protoderme, como precursor do córtex, aparecem 7 a 8 camadas de células arredondadas do meristema fundamental que também ocorre no centro, como precursor da medula. O cilindro procambial (Figuras 14 e 16) consta de 3 a 8 camadas de células longas e estreitas, de paredes muito finas. No ápice do hipocótilo divide-se em dois ramos, que se dirigem aos cotilédones. As células protodérmicas na face adaxial dos cotilédones (Figura 19), apresentam cada qual alguns pequenos grãos de aleurona, em torno de um bem maior, no interior do qual aparece, além de outras inclusões, grande drusa de oxalato de cálcio ou um cristal prismático solitário. Na face abaxial essas drusas e cristais solitários são bem menores e, geralmente, não aparecem em todas as células.

Na face adaxial, sob a protoderme, ocorre uma camada de células dispostas em paliçada e a seguir 5 a 6 camadas de células arredondadas que deixam espaços intercelulares.

Os tecidos do embrião, exceto o procâmbio e as células glandulares (ricas em óleo), contêm grãos arredondados de aleurona e gotículas de óleo (Figuras 14 e 19).

Germinação e caracteres morfológicos da plântula:

Ao serem colocadas em condições favoráveis, as sementes logo se embebem e, em 4 ou 5 dias, rompem os tegumentos na região micropilar, emergindo a radícula, parcialmente envolvida pelo órgão cupuliforme (Figura 20). Este, que depois de desenvolvido mede cerca de 0.7 mm de largura, logo se reveste de uma corôa densa e uniforme de longos pelos absorventes (Figura 21) que, em sete ou oito dias, se fixam ao substrato (Figura 22), e em 8 a 10 dias os tegumentos são rejeitados (Figura 23). O órgão

cupuliforme mantém-se funcional por cerca de vinte e cinco a trinta dias, ocasião em que os pelos começam a secar.

A radícula alonga-se rapidamente, desenvolvendo pelos absorventes mais curtos e, em cerca de vinte dias (Figura 24), já apresenta ramificações. O hipocótilo também cresce, adquirindo, aos poucos, coloração verde-claro e, desde o início, apresenta, em toda sua superfície, numerosas emergências glandulares em cujo interior observa-se uma gota de óleo essencial. Estas, na região inferior do hipocótilo, são levemente róseas devido à presença de antocianinas. Na região superior do hipocótilo, nos pecíolos dos cotilédones, no epicótilo e na plúmula, onde também aparecem, não apresentam pigmentos.

Os cotilédones desdobram-se em cerca de quinze dias, sendo reniformes e bem verdes em ambas as faces e, em aproximadamente vinte dias, o epicótilo inicia seu crescimento (Figuras 24 e 25).

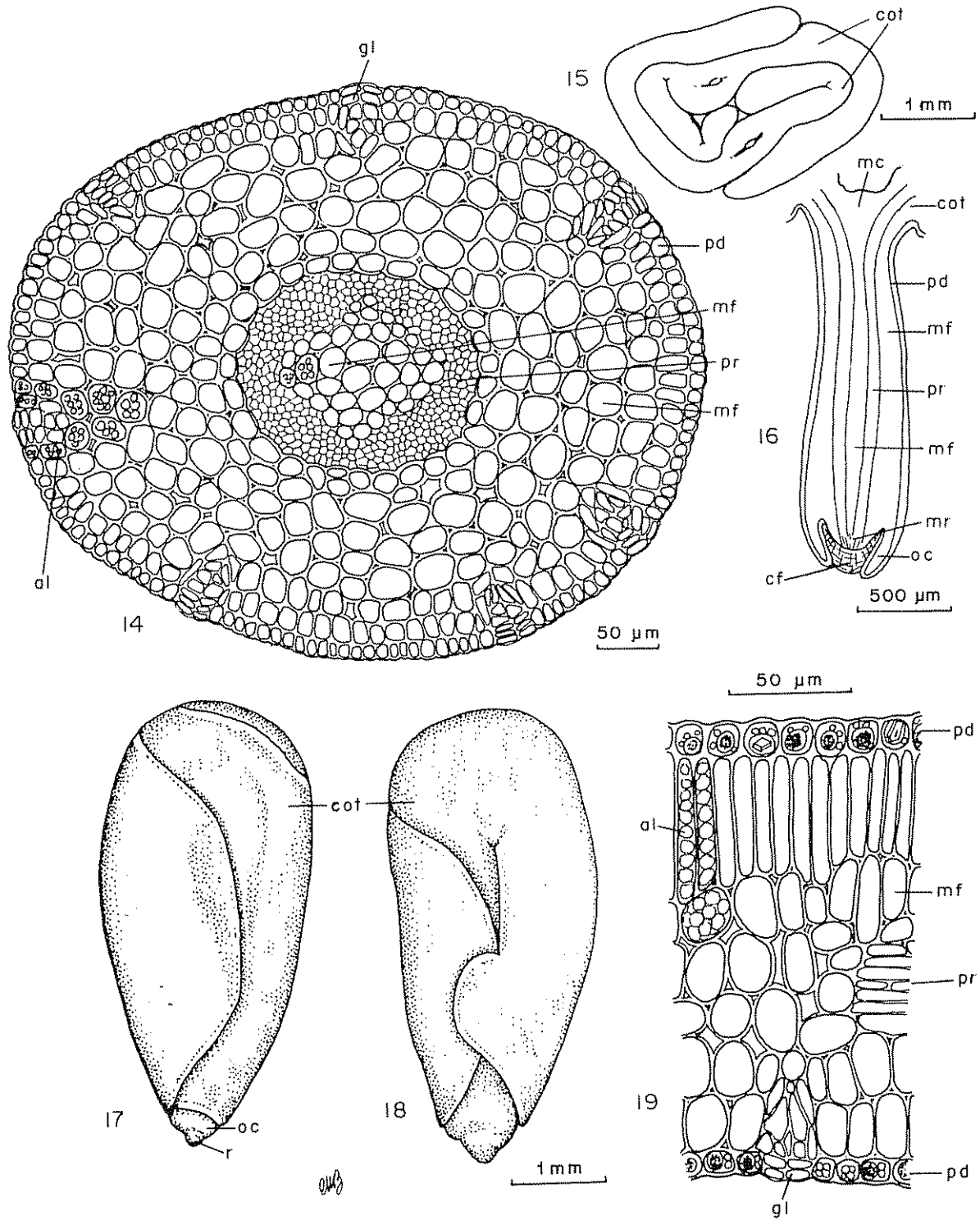
Discussão

Comparando-se as sementes de *Eucalyptus intermedia* com as de espécies previamente estudadas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), verifica-se que as características superficiais e a anatomia principalmente da testa são de grande importância na identificação das sementes.

As sementes de *Eucalyptus intermedia* apresentam alguns caracteres morfológicos e anatômicos que as podem distinguir prontamente das demais. Dentre estes, o mais evidente é a ocorrência de longa asa membranosa terminal que faz com que a semente se mova helicoidalmente durante a disseminação. A presença da asa é característica de certos grupos de Corymbosae e única no gênero (9).

Como, em geral, as sementes de *Eucalyptus* são de dimensões muito reduzidas. Outro caráter importante na identificação das sementes de *Eucalyptus intermedia* é o comprimento médio das sementes férteis. Usando a técnica de Kruskal-Wallis (13) para comparações entre médias de comprimento das sementes férteis, observou-se ser este significativamente maior em *Eucalyptus intermedia* do que nas demais espécies por nós estudadas.

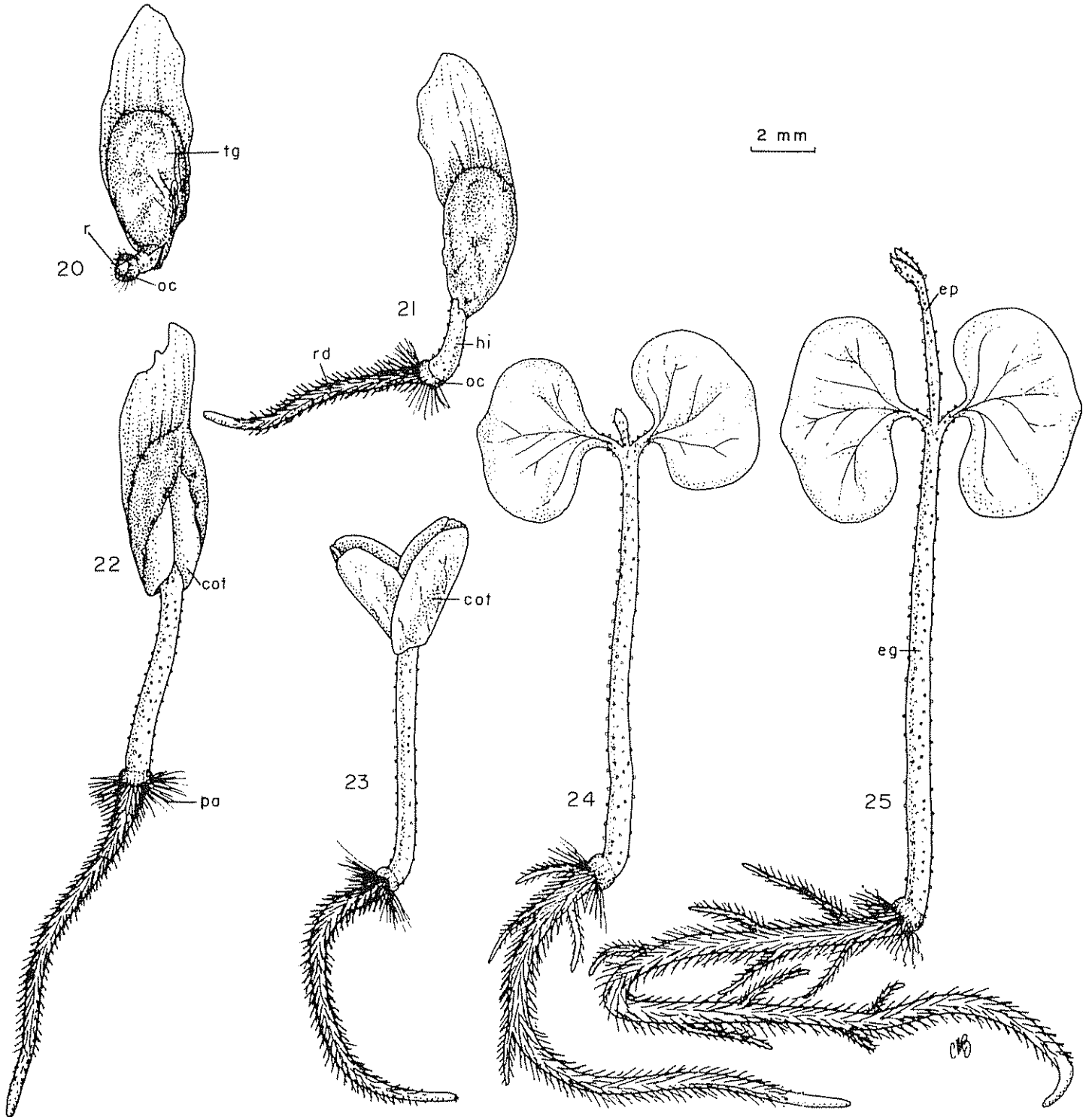
As características do embrião e da plântula são relativamente mais uniformes entre as diversas espécies de *Eucalyptus*, porém, um aspecto distintivo no embrião é a presença, em todas as células da epiderme abaxial e, esparçadamente na epiderme adaxial do cotilédone, de uma drusa ou de um cristal prismático solitário de oxalato de cálcio, no inte-



Figs 14-19. Embrião

Fig. 14 – seção transversal mediana através do eixo hipocótilo-radicular; Fig. 15 – Diagrama da seção transversal dos cotilédones; Fig. 16 – Diagrama da seção longitudinal através do eixo hipocótilo-radicular; Fig. 17 – aspecto externo do embrião (face ventral); Fig. 18 – aspecto externo do embrião (face dorsal); Fig. 19 – setor de seção transversal do cotilédono.

(al = grãos de aleurona; cf = coifa; cot = cotilédono; gl = glândula; mc = meristema caulinar; mf = meristema fundamental; mr = meristema radicular; oc = órgão cupuliforme; pd = protoderme; pr = procâmbio; r = radícula).



Figs. 20-25. Estágios sucessivos de desenvolvimento da plântula, após a colocação das sementes em condições de germinação. Fig. 20 - plântula após 4 dias; Fig. 21 - plântula após 6 dias; Fig. 22 - plântula após 8 dias; Fig. 23 - plântula após 10 dias; Fig. 24 - plântula após 21 dias; Fig. 25 - plântula após 30 dias.

(cot = cotilédone; eg = emergências glandulares; ep = epicótilo; hi = hipocótilo; oc = órgão cupuliforme; pa = pelos absorventes; r = radícula; tg = tegumento)

rior de um grão de aleurona. Estrutura semelhante foi observada em *E. citriodora* e em *E. maculata* (3). Além disso, nestas mesmas espécies, aparecem emergências glandulares na plântula, como foi também observado em *E. intermedia* e não em outras espécies. Esses caracteres, portanto, parecem ter valor taxonômico, uma vez que essas três espécies, são incluídas na mesma série, Corymbosae-Peltatae (8).

Resumen

Se estudiaron en detalle aspectos morfológicos y anatómicos de semillas y plántulas jóvenes de *Eucalyptus intermedia* R. T. Baker, con énfasis en la estructura de los tegumentos y del embrión, con el propósito de establecer una base para su identificación.

Literatura citada

1. BELTRATI, C. M. Comparação morfológica entre sementes procedentes do Brasil e da Austrália, de *Eucalyptus alba* Reinw. Revista Brasileira de Biologia, 37:463-471. 1977a.
2. BELTRATI, C. M. *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden: morfologia das sementes e de sua germinação. Phytion 35(1):93-101. 1977.
3. BELTRATI, C. M. Morphological and anatomical studies of the seeds and seedlings of *Eucalyptus citriodora* and *E. maculata*. Revista de Biología Tropical, 26:213-225. 1978.
4. BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes e plântulas de *Eucalyptus maidenii*. Turrialba, 28:209-214. 1978.
5. BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes de *Eucalyptus punctata* DC. Anais da Sociedade Botânica do Brasil, XXX Congresso Nacional de Botânica: 17-21. 1979.
6. BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes e plântulas de *Eucalyptus saligna* Sm. Revista Brasileira de Biologia, 40:441-446. 1980.
7. BELTRATI, C. M. Morphological and anatomical studies of the seeds and seedlings of *Eucalyptus pilularis* and *E. umbra*. Revista de Biología Tropical. 29(2):185-195. 1981.
8. BLAKELY, W. F. A key to the eucalyptus. 2d ed.). Commonwealth of Australia Forestry and Timber Bureau. Canberra. 1955.
9. GAUBA, E. e PRYOR, L. D. Seed coat anatomy and taxonomy in *Eucalyptus* III Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, 86(1):96-111. 1961.
10. JENSEN, W. A. Botanical histochemistry: principles and practice. San Francisco. W. H. Freeman & Co. 1962.
11. JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. New York. McGraw-Hill. Book Co. In. 1940.
12. SASS, J. E. Botanical microtechnique (2d ed.). Ames, Iowa State College Press. 1951.
13. SOKAL, R. R. e ROHLF, F. J. Biometry. San Francisco. W. H. Freeman & Co. 1969.