

Morfo-anatomia da flor de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (Lauraceae)

Luiz Antonio de Souza* e Ismar Sebastião Moscheta

Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. e-mail: lasouza@wnet.com.br *Author for correspondence.

RESUMO. A flor de *Ocotea puberula* (Rich.) Nees foi estudada morfo-anatomicamente de plantas de floresta secundária de Maringá, Paraná, Brasil, uma região crítica com menos de 1% de cobertura vegetal. O estudo também consistiu de observações sobre antese e insetos visitantes de flores dessa espécie. A antese é diurna e a flor pode ser visitada por insetos pertencentes às ordens *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Thysanoptera* e *Hemiptera*. As tépalas têm epiderme simples e mesófilo parenquimático homogêneo. Os nectários são globosos, parenquimáticos, com predominância de tecido vascular floemático. As anteras são tetrasporangíadas e sua estrutura revela epiderme, endotécio, duas ou três camadas médias e tapete secretor. O gineceu possui estigma com papilas uni ou bicelulares, ovário de parede estruturalmente simples e óvulo anátropo bitegumentado. As flores femininas têm anteras estéreis e as masculinas pistilódio, o que caracteriza a espécie tipicamente como dióica.

Palavras-chave: *Ocotea puberula*, flor, antese, Lauraceae.

ABSTRACT. Morphology and anatomy of the flower of *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (Lauraceae). The morphology and anatomy of the flower of *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (Lauraceae) are studied in the secondary forest of Maringá, state of Paraná, Brazil, a critical region with less than 1% of its area covered by forests. The study also consists of observations about anthesis and pollination of the species. The anthesis is diurnal and the flower may be visited by insects belonging to the *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Thysanoptera* and *Hemiptera* orders. The tepals have simple epidermis and homogeneous parenchymatous mesophyll. The nectaries are globose, parenchymatous and the terminal branches closest to the nectary consist principally of phloem. The anthers have four pollen sacs, endothecium, two or three middle layers and secretory tapetum. The gynoecium has stigma with uni or bicellular epidermic papillae, simple ovary wall and anatropous ovule with two integuments. The female flowers have sterile anthers and the male flowers have pistilode, which characterize typically dioecious species.

Key words: *Ocotea puberula*, flower, anthesis, Lauraceae.

A exploração não-criteriosa das matas do Paraná ou o avanço assistemático da agricultura tem reduzido drasticamente a cobertura vegetal original, notando-se poucos remanescentes florestais que apresentam espécies nativas de grande potencial ecológico e econômico.

As espécies que ainda restam, ameaçadas de completa extinção, são pouco conhecidas biologicamente. Dentre estas, destacam-se as “canelas”, pertencentes ao gênero *Ocotea* Aubl., que produzem madeira de valor econômico e são consideradas como prioritárias ou com boas possibilidades de reflorestamento (Inoue *et al.*, 1984). O gênero *Ocotea*, maior entre as Lauraceae nos países neotrópicos, com pelo menos 300 espécies (Raj e Werff, 1988), tem interesse

medicinal, farmacêutico e bioquímico, industrial, em construção naval e civil e na perfumaria e cosmetologia (Vattimo, 1979).

Na região de Maringá, Paraná, duramente atingida pelo desmatamento, em razão da existência de solo fértil para a agricultura, ocorre a espécie *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, que conta com número reduzido de espécimes nas pequenas matas ou capoeirões ainda existentes. Esta planta, conhecida vulgarmente como canela-babosa ou canela-guaicá, é uma das poucas espécies nativas com amplas possibilidades de reflorestamento em campo aberto, devido ao seu rápido crescimento, seu tronco reto e sua vitalidade (Vattimo, 1979).

A literatura botânica realça a necessidade de se promoverem estudos biológicos de espécies de mata,

ambientes cada vez mais raros no Paraná e no Brasil, principalmente aqueles alusivos as suas estruturas reprodutoras. No presente trabalho, portanto, *Ocotea puberula* tem suas flores investigadas morfo-anatomicamente. O estudo é complementado com algumas observações de campo, referentes à antese e a polinização.

Material e métodos

Ocotea puberula (Rich.) Nees ocorre em pequenas matas semidevastadas da zona urbana de Maringá, Paraná, como o Parque Florestal dos Pioneiros, com 59,4 hectares, que serviu como local de coleta do material botânico (botões florais e flores) e também de observações sobre antese e polinização. As exsicatas que serviram para identificação da espécie foram depositadas no herbário da UEM sob número 645 HUM.

A análise da estrutura do material botânico foi feita em material coletado fresco ou fixado em FAA 50 e FPA 50 (Johansen, 1940). As lâminas semipermanentes e permanentes para os estudos microscópicos foram preparadas segundo técnicas usuais (Johansen, 1940; Dnyansagar, 1958). Os ovários e tépalas foram também analisados em material diafanizado em hipoclorito de sódio.

As observações das flores no campo foram feitas no período de junho a agosto de 1989, em espécimes masculinos e femininos. Foram marcados botões florais e observados diariamente. Desse modo, foram caracterizados o horário e o tipo de deiscência das anteras, o período de receptividade do estigma e a senescência das tépalas e estames.

Os insetos que visitaram as flores foram também identificados e registrados durante um dia todo, observando-se o comportamento desses animais sobre as flores.

Resultados

Floração e antese

A floração inicia-se em junho e pode prolongar-se até agosto. A espécie, tipicamente dióica, mostrou variação temporal na floração entre os indivíduos masculinos e femininos. As flores de ambos os sexos são diminutas, amarelo-esverdeadas e reúnem-se em inflorescências de pequeno porte, axilares e racemosas a paniculadas.

As flores masculinas e femininas têm antese diurna, completando o evento no período da manhã, eventualmente a tarde (Figuras 1 e 2).

Na flor feminina, as tépalas internas, à semelhança das externas, começam a se afastar umas das outras expondo inicialmente apenas o estigma

rugoso, de cor branca (Figura 1). A flor pode abrir-se completamente (Figura 2), deixando visíveis os estames estéreis e os nectários, logo no início da manhã, ou manter-se somente com estigma parcialmente exposto durante tempo variado, só completando a antese no final da manhã ou da tarde. Após a antese, as flores femininas conservam a superfície de estigma com secreção aparente e os nectários apresentam gotículas de secreção superficiais em horários variados dos dias.

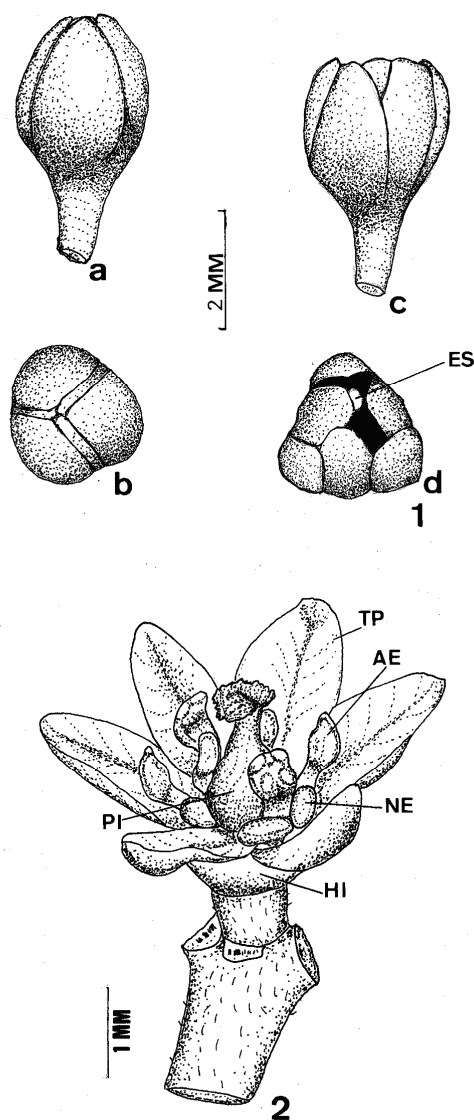


Figura 1. Seqüência de antese da flor feminina, em vista lateral e de cima: **a** e **b** - botões florais com as tépalas externas afastando-se; **c** e **d** -tépalas externas e internas parcialmente afastadas

Figura 2. Flor feminina aberta (AE= estame estéril; ES= estigma; HI= hipanto; NE= nectário; PI= pistilo; TP= tépala)

A antese da flor masculina é semelhante. As tépalas também se afastam no período da manhã expondo as anteras e o pistilódio. Inicialmente,

abrem-se as valvas do verticilo interno de anteras, que se curvam para cima com a superfície repleta de pólen. Nesta fase, os nectários já apresentam néctar sobre sua epiderme. Em seguida, abrem-se de modo semelhante as anteras do verticilo externo.

As flores são visitadas por insetos variados, pertencentes às ordens *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Thysanoptera* e *Hemiptera*, sendo o mais comum *Apis mellifera*.

Estrutura

Tépalas. As tépalas, distribuídas em dois verticilos trímeros (Figura 2), possuem epidermes uniestratificadas e cuticularizadas (Figura 4). A epiderme na face adaxial das tépalas é desprovida de estômato e apresenta células curtas e alongadas, de contorno triangular, quadrangular ou poligonal. Nesta epiderme, observam-se pêlos tectores comumente unicelulares, de ápice afilado e de paredes espessas; há ainda papilas e podem ocorrer pêlos de ápice arredondado simples ou bifurcados (Figuras 4 e 6). A epiderme na face abaxial tem células poliédricas, pêlos tectores unicelulares e complexos estomáticos paracíticos (Figuras 4 e 7).

O mesofilo é parenquimático, multiestratificado e homogêneo (Figura 4).

A vascularização é feita por um feixe mediano de maior dimensão e outros dois secundários de menor calibre, que surgem como ramificações da base da nervura mediana. Pode ocorrer ramificação terciária (Figura 5).

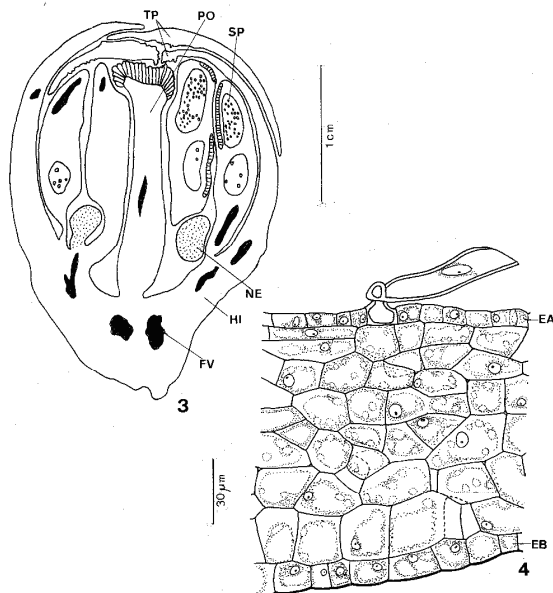


Figura 3. Botão floral masculino em corte longitudinal

Figura 4. Pormenor anatômico da tépala de botão floral masculino em corte longitudinal anticlinal. (EA= epiderme da face adaxial; EB= epiderme da face abaxial; FV= feixe vascular;

HI= hipanto; NE= nectário; PO= pistilódio; SP= saco polínico; TP= tépala)

Nectários. Os nectários de coloração amarela são globosos e localizam-se na base do filete (Figura 3). A epiderme unisseriada apresenta variação estrutural: na região superior do nectário, ela é papilosa e glabra; na base, suas células são planas e ocorrem pêlos unicelulares de paredes espessas e de extremidade arredondada (Figuras 8 e 9). O tecido secretor é parenquimático, onde se destacam idioblastos amplos (Figura 8). A vascularização desses nectários é feita pelo xilema e floema, com predomínio de células floemáticas.

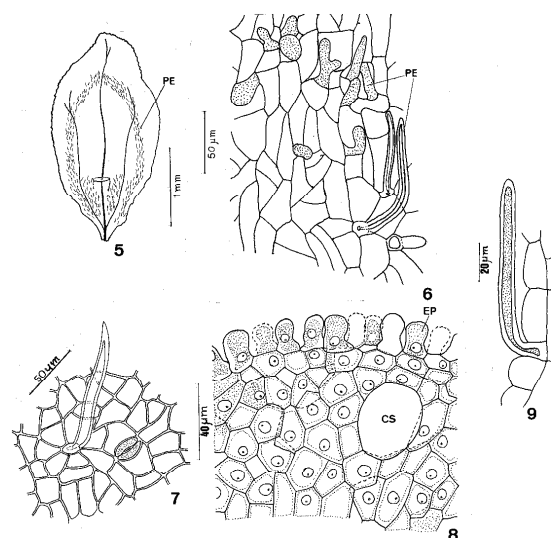


Figura 5. Tépala diafanizada do verticilo externo de flor feminina; observem-se as nervuras e a distribuição de pêlos tectores

Figura 6. Pormenor da epiderme pilosa da face adaxial da tépala de flor feminina, em vista frontal

Figura 7. Epiderme da face abaxial da tépala da flor masculina, em vista frontal

Figura 8. Pormenor anatômico do nectário de botão floral masculino, em corte longitudinal

Figura 9. Pêlo tector da base do nectário em detalhe. (CS= célula secretora; EP= epiderme papilosa; PE= pêlos)

Estames. Na flor masculina em pré-antese, observam-se três verticilos de estames férteis com anteras tetrasporangiadas. Cada saco polínico apresenta a parede valvar constituída por epiderme uniestratificada e cuticularizada, endotécio pouco diferenciado com células amplas, 2 ou 3 estratos médios e o tapete secretor com células binucleadas de citoplasma denso (Figura 12). O estrato médio contíguo ao tapete caracteriza-se por mostrar células tabulares e degeneração precoce. Nos botões florais bem desenvolvidos os estratos médios e o tapete desaparecem, permanecendo apenas a epiderme e o

endotécio. Sendo que este último, apresenta-se com as paredes celulares espessadas. A flor masculina após a antese apresenta os estames com filetes curtos, vascularizados por um único feixe colateral e antera de abertura valvar.

No botão, as anteras apresentam a parede valvar do saco polínico constituída de epiderme simples cuticularizada e estomatífera, endotécio formado por células cilíndricas, vacuolizadas e de paredes finas, 2 ou 3 estratos médios e o tapete de células binucleadas. As células-mãe dos micrósporos têm nesta etapa reduzido citoplasma e núcleos pequenos (Figuras 10 e 11). A flor feminina aberta apresenta anteras estéreis, com os sacos polínicos atrofiados e as valvas fechadas, em razão da desorganização dos estratos médios, do tapete e das células-mãe dos micrósporos, ocorrida em pré-antese. Ocorrem ainda o endotécio, desprovido de espessamento parietal, e a epiderme.

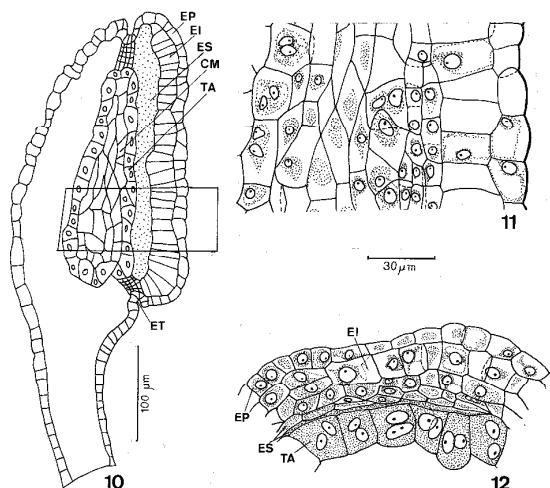


Figura 10. Diagrama do corte longitudinal do estame estéril de botão floral feminino

Figura 11. Pormenor indicado na figura 10

Figura 12. Pormenor anatômico da parede da antera fértil de botão floral masculino (CM= células-mãe dos micrósporos; EI= endotécio imaturo; EP= epiderme; ES= estratos médios; ET= estômio; TA= tapete)

Pistilo. A flor feminina apresenta um pistilo com estigma caracterizado por pêlos epidérmicos uni e bicelulares, alongados e de ápice arredondado (Figuras 13 e 17). O estilete é sólido, constituído por epiderme simples e parênquima. Neste parênquima ocorre o tecido estigmatóide com células alongadas, de paredes finas e citoplasma denso (Figura 15). A existência de uma reentrância lateral na região superior do estilete provoca gradativamente a aproximação até o contato, do tecido estigmatóide com a epiderme papilosa estigmática.

O ovário apresenta a epiderme externa glabra uniestratificada e cuticularizada. O mesofilo possui natureza parenquimática. A epiderme interna mostra células que conservam ainda características protodérmicas (Figura 16). Na região superior do ovário, junto ao estilete, observa-se uma fenda não se verificando, todavia, contato entre as epidermes externa e interna do ovário (Figura 18).

A vascularização do pistilo é feita no ovário por dois feixes que se dirigem ao rudimento seminal e ao estilete, respectivamente (Figura 14).

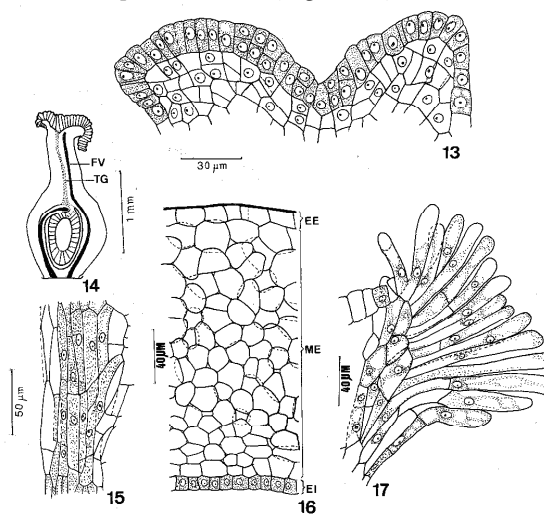


Figura 13. Pormenor anatômico do estigma jovem, em corte longitudinal do pistilo

Figura 14. Diagrama do corte longitudinal do pistilo de flor feminina

Figura 15. Pormenor do tecido estigmatóide do estilete

Figura 16. Pormenor anatômico da parede do ovário em corte transversal

Figura 17. Pormenor histológico do estigma da flor feminina. (EE= epiderme externa; EI= epiderme interna; FV= feixe vascular; ME= mesofilo; TG= tecido estigmatóide)

O único rudimento seminal é anátropo e bitegumentado (Figura 19). O funículo, preso à placenta na região superior do ovário, cruza toda a extensão do ápice deste rudimento, antes de ligar-se a ele, caracterizando como rudimento pêndulo. Desse modo, o único feixe vascular incompletamente diferenciado penetra no rudimento e, imerso no parênquima do tegumento externo, tem percurso pós-chalazal (Figura 19). Os tegumentos são pluriestratificados, apresentando o tegumento interno menor número de camadas celulares. O nucelo crassinucelado, também multiestratificado, é constituído fundamentalmente por dois tipos celulares: um, amplo, poliédrico, vacuolizado que se localiza na região chalazal e ao redor do saco embrionário; e o outro, menor, de citoplasma mais denso, às vezes tabular, que ocorre

na porção micropilar e nas camadas mais externas do saco. No saco embrionário observam-se a oosfera e as duas sinérgides, os dois núcleos polares distintos e as antípodas (Figura 20).

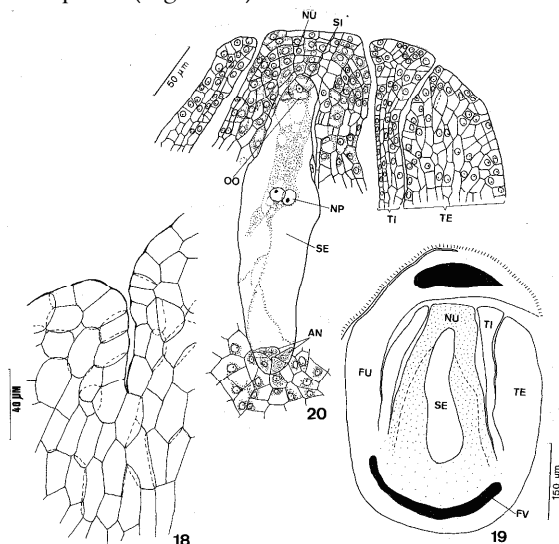


Figura 18. Pormenor anatômico da parede do ovário mostrando a fenda

Figura 19. Diagrama do corte longitudinal do rudimento seminal de botão floral feminino

Figura 20. Pormenor do rudimento seminal referido na figura anterior. (AN=antípodas; FU= funículo; FV= feixe vascular; NP= núcleos polares; NU= nucelo; OO= oosfera; SE= saco embrionário; SI= sinérgides; TE= tegumento externo; TI= tegumento interno)

Na flor masculina ocorre um pistilódio (Figura 3) com estigma e o estilete semelhantes aos da flor feminina, diferindo, no entanto, na anatomia do ovário que se caracteriza pela inexistência de cavidade ocupada por parênquima, de rudimento seminal. Observa-se neste parênquima apenas um feixe que vascularizará também o estilete e estigma.

Flores em pós-antese. Após o período de receptividade do estigma, as flores femininas iniciam o processo de senescência do perigônio, androceu e parte do gineceu. No princípio, o estigma adquire manchas pretas e os estames e nectários escurecem-se. Em seguida, as tépalas reaproximam-se umas das outras encerrando o pistilo, agora com a superfície estigmática completamente escura e os estames e os nectários em fase progressiva de dessecação. As tépalas fechadas também secam, iniciando o processo pelo ápice. No final, as tépalas caem, permanecendo por algum tempo ainda os estames secos envolvendo o jovem fruto.

As flores masculinas, após a liberação do pólen, sofrem processo semelhante de senescência das peças florais. Entretanto, o fenômeno

frequentemente não se completa em razão da abscisão floral precoce ou da ação predatória das flores por insetos.

Discussão

Os feixes vasculares das tépalas de *Ocotea puberula* não apresentam esclerênquima, o que é comum no perianto (Fahn, 1974). O sistema vascular pobremente desenvolvido no perianto (Fahn, 1974) se deve ao fato das tépalas - e também dos estames - serem estruturas delicadas e efêmeras, não necessitando muito de desenvolver a capacidade da função de condução (Mauseth, 1988).

O número de carpelos de espécies de Lauraceae é motivo de controvérsia na literatura botânica. Parece ser aceito (Cronquist, 1981) para a família um gineceu verdadeiramente monômero, mas registram-se evidências (Kostermans, 1957) de três (ou talvez seis) carpelos (gineceu pseudomonômero), embora se considere a existência de um recorte lateral no estigma de espécies de *Ocotea* como indício de um único carpelo.

A análise estrutural do pistilo de *Ocotea puberula* revelou vários caracteres - a vascularização básica por dois feixes vasculares, a fenda microscópica na região superior do ovário como uma possível região sutural residual do carpelo e o recorte estigmático -, que são evidências de gineceu unicarpelar.

A fenda existente na região superior do ovário, se considerada como sutura residual, pode apresentar-se de forma diferente nas espécies de Lauraceae. Pode-se mostrar totalmente aberto, mesmo nos estágios mais tardios da antese, ou parcialmente aberto como em *Ocotea puberula*. Aliás, o carpelo aberto é considerado matéria ontogenética (Carlquist, 1969), não como indicador seguro de primitividade. Os carpelos da maioria das Angiospermas (Carlquist, 1969) são abertos durante o processo ontogenético e, em muitas plantas deste táxon, pode-se manter assim durante a antese.

O estigma de *Ocotea puberula* parece se enquadrar bem no tipo seco, Grupo II (Heslop-Harrison e Shivanna, 1977), caracterizado por não produzir secreção abundante e pela presença de pêlos unisseriados.

O número inicial de camadas médias formado numa antera depende do tipo de formação de sua parede, sendo duas camadas no tipo Básico, uma única camada nos tipos Dicotiledôneo e Monocotiledôneo e nenhuma no Reduzido (Davis, 1966). Por outro lado, registram-se três ou mais camadas médias para algumas espécies ou famílias (Maheshwari, 1950; Davis, 1966). A parede da valva da antera de *Ocotea puberula* apresenta também três

estratos médios; desse modo, esta espécie pode ser incluída na lista de Davis (1966), como apresentando condição variável na estrutura da antera. A desorganização precoce destes estratos médios é atribuída à incapacidade das células dessas camadas sofrerem divisões anticlinais, não se ajustando, portanto, à multiplicação e expansão das células esporogênicas (Davis, 1966).

A classificação do nucelo de *Ocotea puberula* em crassinucelado baseou-se na literatura (Maheshwari, 1950) - evidenciado pela existência de um tecido parietal bem desenvolvido e a célula-mãe do megásporo separar-se da epiderme nucelar por uma ou várias camadas celulares - e na caracterização da família (Corner, 1976). Todavia, o uso dos termos crassinucelado e tenuinucelado tem gerado muita confusão na botânica, o que gerou a introdução do tipo pseudocrassinucelado (Davis, 1966). Assim, crassinucelado deve restringir-se ao óvulo em que a célula arqueosporial se divide formando uma célula parietal primária que se divide ou não, e pseudocrassinucelado deve ser utilizado para óvulo, onde a célula parietal é formada, mas as células apicais da epiderme nucelar se dividem periclinalmente, originando a capa nucelar. No caso de *Ocotea puberula*, é necessário o estudo do desenvolvimento do nucelo para poder se afirmar se o nucelo é crassinucelado ou pseudocrassinucelado.

O nectário de *Ocotea puberula* apresenta predomínio de floema no feixe vascular, que pode ser o local de origem do néctar secretado (Fahn, 1979). Várias investigações de nectários de outras espécies mostraram que o pré-néctar move-se dos elementos crivados para o tecido parenquimático nectarífero, onde o néctar é secretado (Fahn, 1979).

Na região de Maringá ocorrem matas secundárias, onde se pode observar poucos exemplares conservados de *Ocotea puberula*. Esta espécie, com espécimes femininos e masculinos, parece encontrar maiores dificuldades para reproduzir-se sexualmente em função do baixo número de exemplares por sexo e a floração assíncrona dos indivíduos masculinos e femininos. Observações feitas em duas plantas de *Ocotea puberula*, localizadas em ambientes diferentes, cujas inflorescências foram envolvidas por sacos de papel, que impediam a visita de quaisquer insetos, revelaram que esta espécie pode desenvolver frutos sem polinização. A existência de mecanismos alternativos de reprodução é necessária para manutenção de determinadas espécies na floresta (Kageyama, 1987). Aliás, registra-se que a combinação de reprodução assexuada (apomixia e vegetativa) e sexuada dá a uma planta ótima versatilidade; a reprodução sexuada produz novos ecotipos e a

assexuada perpetua-os com êxito (Heslop-Harrison, 1959). A pressão seletiva do ambiente pode ser no final decisiva para o equilíbrio entre a reprodução sexuada com sua diversidade, e reprodução assexuada com sua efetividade e a polinização é um dos fatores do ambiente (Heslop-Harrison, 1959).

Agradecimento

Agradecemos ao Conselho de Ciência e Tecnologia do Paraná (Concitech) e à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo financiamento do trabalho.

Referências bibliográficas

- Carlquist, S. Toward acceptable evolutionary interpretations of floral anatomy. *Phytomorphology*, 19(4):332-362, 1969.
- Corner, E.J.H. *The seeds of dicotyledons*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- Cronquist, A. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University Press, 1981.
- Davis, G.L. *Systematic embryology of the angiosperms*. New York: John Wiley & Sons, 1966.
- Dnyansagar, V.R. Embryological studies in the Leguminosae - VIII *Acacia auriculaeformis* A. Cunn., *Adenantha pavonina* Linn., *Calliandra hemocephala* Hassk and *Calliandra grandiflora* Benth. *Lloydia*, 21(1):1-15, 1958.
- Fahn, A. *Plant anatomy*. Oxford: Pergamon Press, 1974.
- Fahn, A. Ultrastructure of nectaries in relation to nectar secretion. *Amer. J. Bot.*, 66(8):977-985, 1979.
- Heslop-Harrison, J. Apomixia, environment and adaptation. *Bio. Syst. Symp. IX Int. Bot. Congr. Montreal*, 1959.
- Heslop-Harrison, Y.; Shivanna, K.R. The receptive surface on the angiosperm stigma. *Ann. Bot.*, 41: 1233-1258, 1977.
- Inoue, M.T.; Roderjan, C.V.; Kunishi, Y.S. *Projeto madeira do Paraná*. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984.
- Johansen, D.A. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book, 1940.
- Kageyama, P.Y. Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas. *Inst. Pesq. Est. Flor. (IPEF)*, 35:7-37, 1987.
- Kostermans, A.J.G.H. Lauraceae. *Reinwardtia*, 4(2):193-256, 1957.
- Maheshwari, P. *An introduction to the embryology of angiosperms*. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1950.
- Mauseth, J.D. *Plant anatomy*. Menlo Park: The Benjamin/Cummings, 1988.
- Raj, B.; Werff, H. van der. A contribution to the pollen morphology of neotropical Lauraceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 75(1):130-167, 1988.
- Vattimo, I. de Contribuição ao conhecimento da distribuição geográfica das Lauraceae-III. *Rodriguésia*, 31(48):7-57, 1979.

Received on March 08, 1999.

Accepted on April 26, 1999.