

***CABRALEA CANJERANA* SUBSP. *POLYTRICHA* (ADRI. JUSS.) PENN.  
(MELIACEAE), UMA ESPÉCIE DIÓICA<sup>1</sup>**

Adriana Paula Fuzeto<sup>2</sup>  
Ana Angélica Almeida Barbosa<sup>3</sup>  
Cecília Lomônaco<sup>3</sup>

Recebido em 21/01/99. Aceito em 12/3/01

**RESUMO** – (*Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae), uma espécie dióica). O estudo foi realizado em áreas de cerrado do Clube Caça e Pesca Itororó em Uberlândia-MG, durante os meses de setembro de 1997 a novembro de 1998. Para confirmação da suspeita da ocorrência de dimorfismo sexual foram adotados vários procedimentos: análise morfológica da flor de indivíduos supostamente dimórficos, análise de viabilidade polínica, medidas de altura dos indivíduos e do comprimento das inflorescências e determinação do sistema reprodutivo com realização de experimentos de polinização. Os resultados dos tratamentos florais e da análise de viabilidade polínica revelaram o caráter dióico dos indivíduos estudados. Os morfos sexuais diferem significativamente quanto à altura ( $F=11,01$ ;  $P<0,001$ ) e quanto ao comprimento das inflorescências ( $F=240,82$ ;  $P<0,005$ ), sendo, em ambos os casos, maiores nos indivíduos pistilados. A formação e posterior desenvolvimento de frutos só foram observados em tratamentos de polinização cruzada, realizados entre indivíduos estaminados e pistilados (exceção para um caso em 900 tentativas). Entretanto, a observação de frutos produzidos naturalmente por um aparente “fenótipo masculino”, indica que o processo de evolução da dioicia nesta espécie ainda não foi concluído. A polinização é feita por uma espécie de vespa *Polistes* e por abelhas *Xylocopa* e *Exomalopsis*.

**Palavras-chave** – *Cabralea canjerana*, dioicia, sistema reprodutivo, cerrado

**ABSTRACT** – (*Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn (Meliaceae), a dioecious species). The study was carried out at the savanna areas of the Caça e Pesca Itororó Club, Uberlândia, MG, from September 1997 to November 1998. In order to confirm the occurrence of sexual dimorphism, several procedures were undertaken on the supposed dimorphic flowers: pollen viability analysis, measurements of plant height and length of the inflorescence, and pollination experiments to assess the breeding system. Results of pollination treatments and pollen viability analysis revealed the dioecious character of the studied individuals. Sexual morphs were significantly different in their height ( $F=11.01$ ;  $P<0.001$ ) and inflorescence length ( $F=240.82$ ;  $P<0.005$ ), both being larger on pistillate individuals. Fruit formation was observed only in cross-pollinated treatments between pistillate and staminate individuals (except one case among 900 trials). The occurrence of fruits naturally formed on male phenotypes indicates that the evolutionary process towards dioecy on this species is still not concluded. Pollination is performed by *Polistes* wasps and *Xylocopa* and *Exomalopsis* bees.

**Key words** – *Cabralea canjerana*, dioecy, breeding system, savanna

<sup>1</sup> Parte do trabalho de Monografia de Bacharelado do primeiro autor

<sup>2</sup> Bolsista FAPEMIG/UFU (Universidade Federal de Uberlândia)

<sup>3</sup> Instituto de Biologia, UFU, Caixa.Postal 593, CEP 38.400-902, Uberlândia/MG e-mail: angelica@ufu.br - Correspondência para o segundo autor

## Introdução

A maioria das Angiospermas apresenta flores hermafroditas. No entanto, o sistema sexual do tipo dioicia, que se caracteriza pela presença de indivíduos de sexos separados em uma população de uma mesma espécie, tem sido considerado como um mecanismo freqüente em matas tropicais (Ashton 1969; Bawa & Opler 1978). A dioicia ocorre amplamente em grupos filogeneticamente distintos (Bawa *et al.* 1985; Bullock 1985), principalmente nos trópicos, sendo registrado em cerca de 6% das angiospermas (Renner & Ricklefs 1995).

A dioicia e outros sistemas que também apresentam dimorfismo sexual, como por exemplo a heterostilia, têm sido interpretados como mecanismos para aumentar a variabilidade genética e reduzir a depressão endogâmica na população (Charlesworth & Charlesworth 1978; Thomson & Barret 1981).

Por outro lado, existem outras idéias que defendem a hipótese que a dioicia evoluiu em função da seleção sexual para que houvesse uma otimização da alocação de recursos para a reprodução (Givnish 1982; Cruden 1988; Willson 1994). Neste caso, os fatores ecológicos são considerados como primários na evolução da dioicia (Givnish 1982). Assim, os indivíduos masculinos atuam na dispersão do pólen, aumentando a quantidade de parceiros e os femininos investiriam na produção de frutos, otimizando a qualidade de suas sementes (Janzen 1977; Bawa 1980; Lloyd 1982).

A evolução da dioicia tem sido explicada por vários caminhos: origem diretamente do hermafroditismo (Ross 1982), do hermafroditismo via ginodioicia (Charlesworth & Charlesworth 1978), da monoicia (Lloyd 1975; Renner & Ricklefs 1995) e ainda da heterostilia (Beach & Bawa 1980).

Segundo Pennington *et al.* (1981), na família Meliaceae, o dimorfismo sexual (monoicia,

dioicia ou polígamas) é considerado como um fenômeno amplo, embora limitada informação de campo possa confirmar o sistema sexual de muitas de suas espécies. A monoicia ocorre em todos os gêneros da subfamília Swietenioideae e, na subfamília Melioideae, a qual pertence o gênero *Cabranea*, há maior variação quanto a este aspecto. Consideram que a distinção do dimorfismo sexual na família somente pode ser confirmada após estudo de populações vivas, analisando-se detalhes da flor, especialmente o nectário e o ovário. Ao descreverem a sexualidade das flores de *Cabranea canjerana*, por exemplo, consideram que não há dados conclusivos, colocando literalmente interrogações sobre a natureza de sua expressão sexual.

*Cabranea canjerana* (Vellozo) Martius é uma planta de porte arbóreo a arbustivo, ocorrendo na Região Neotropical desde a Costa Rica até o nordeste da Argentina (Barreiros & Souza 1986). Está representada no Brasil por três subespécies: *Cabranea canjerana* subsp. *canjerana*, *Cabranea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. e *Cabranea canjerana* subsp. *selloi* (C.D.C.) Barreiros. Essas subespécies divergem ecologicamente quanto aos nichos que ocupam, pois sua distribuição responde à tipologia de solos, formas de relevo, clima e proximidade de redes hidrográficas (Pennington *et al.* 1981; Barreiros & Souza 1986).

A subespécie *canjerana* apresenta porte arbóreo (30 a 40m de altura), ocorrendo em matas de galerias e florestas desde o norte até o sul do Brasil (Barreiros & Souza 1986). As subespécies *polytricha* e *selloi* apresentam porte arbustivo (de 3 a 6m de altura) estando restritas às regiões continentais de solos pobres em climas quentes e secos. A subespécie *polytricha* parece estar restrita às áreas de cerrado e campo nos estados de Minas Gerais e Goiás (Pennington *et al.* 1981; Barreiros & Souza 1986).

Este trabalho tem como objetivo descrever o sistema reprodutivo e da polinização de *C. canjerana* subsp. *polytricha*, com ênfase no sistema sexual.

### Material e métodos

O estudo foi realizado em áreas preservadas da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó, localizada em Uberlândia, MG (18°55'23" S e 48°17'19" W). A reserva está situada a oeste do município, distando 10 km do centro da cidade. O cerrado (sentido restrito) desta reserva é o tipo fisionômico dominante.

O clima dessa região apresenta duas estações bem definidas: seca e úmida, podendo apresentar tanto temperaturas acima de 35°C como geadas esporádicas no inverno. A precipitação anual e as médias diárias de temperatura oscilam em torno de 1550mm e 22°C, respectivamente (Rosa *et al.* 1991).

Os períodos de floração e frutificação foram acompanhados em 81 indivíduos na área de estudo. As flores foram analisadas no campo para determinação do horário de antese e concentração de néctar. As medidas de concentração em açúcares no néctar foram feitas com refratômetro de bolso.

A existência de morfos sexuais (estaminados e pistilados) foi investigada no campo em indivíduos que apresentavam diferenciação no tipo de inflorescência. A denominação estaminados e pistilados é relativa, neste trabalho, aos morfos funcionalmente distintos, desempenhando as funções reprodutivas masculinas e femininas, respectivamente. Flores frescas (n=50) ou preservadas em álcool (70%) de vários indivíduos foram coletadas para análise da morfologia, e exame da ocorrência de indícios de dimorfismo sexual, incluindo a análise de viabilidade polínica e presença de óvulos.

Para confirmação da ocorrência do dimorfismo sexual na fenologia foram toma-

das medidas de altura de 81 indivíduos, divididos entre os supostos morfos estaminados (37) e pistilados (44). Nestes mesmos indivíduos foram definidos seis estádios de floração segundo o seguinte critério: 0. ausência de botões; I. presença de botões totalmente imaturos; II. botões imaturos, mas com a extremidade superior amarela; III. botões amarelo-esverdeados; IV. botões de cor creme em pré-antese; V. flores abertas. Diferenças nas freqüências de ocorrência em cada fase entre os morfos foram testadas por  $X^2$  (Tabela de Contingência, Zar 1982).

Medidas referentes ao comprimento das inflorescências foram efetuadas em 40 indivíduos de cada morfo. A verificação estatística de diferenças na altura e no comprimento das inflorescências entre os morfos sexuais foi realizada por análise de variância (ANOVA para 1 fator) (Zar 1982).

Para definição do sistema reprodutivo foram realizados experimentos de polinização (*sensu* Bawa 1974), nos meses de setembro e outubro de 1997. Flores de cada morfo sexual, em fase de botão, foram ensacadas com tecido de nylon tipo organza e submetidos a cada um dos seguintes tratamentos: autopolinização espontânea (n=240), autopolinização manual (n=143), apomixia (n=154), polinização cruzada (n=1.632) e controle natural (n=456).

Testes de viabilidade polínica foram realizados em dez flores de cada um dos supostos sexos (Medina & Conagin 1964). Para cada flor recém aberta foi preparada uma lâmina, onde as anteras foram esmagadas com uma gota de carmim acético (10%) e os grãos de pólen viáveis e inviáveis foram contados em cinco campos diferentes, aleatoriamente escolhidos, num aumento de 10x ao microscópio.

Agentes polinizadores foram observados no intervalo de 21 de setembro a 14 de novembro de 1998, em sessões intercaladas das 8:00h às 11:30h e das 13:30h às 17:00h, per-

fazendo um total de 27 horas de observação. Os visitantes foram caracterizados quanto à frequência de visitação, tempo de permanência e comportamento na flor.

A taxa de parasitismo por larvas de trips (Insecta: Thysanoptera) nas flores de indivíduos pistilados e estaminados foi verificada coletando-se 10 flores de cada um dos 10 indivíduos aleatoriamente escolhidos. As flores abertas foram coletadas e analisadas para a observação da presença e frequência de parasitas em seu interior. Diferenças nas taxas de predação entre morfos sexuais foram examinadas por teste  $X^2$  (Zar 1982).

## Resultados

*Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* floresceu no período de agosto a novembro. O processo de frutificação durou cerca de um ano, após o que se iniciou a deiscência dos frutos e a dispersão das sementes.

As flores apresentam antese diurna, secretam néctar com cerca de 35% de açúcares e não apresentam odor perceptível.

No campo, foram observados indivíduos com dois tipos de inflorescência: aqueles com inflorescências menos ramificadas, que formavam frutos, e aqueles com inflorescências mais amplamente ramificadas (Fig. 1a, 1b), que não formavam frutos. Visualmente não é possível distinguir a flor pertencente a cada morfo pelo tamanho, embora em laboratório, análises de cortes longitudinais da flor de vários indivíduos demonstrassem diferenças no tamanho, sendo as flores femininas maiores (Fig. 1g, 1h).

Tanto as flores pistiladas quanto as estaminadas apresentam 5 sépalas e 5 pétalas de cor creme, imbricadas (Fig. 1c, 1d, 1e, 1f). O ovário é semi-ífero (Fig. 1g, 1h) com cinco lóculos (Fig. 1i, 1j) e cada lóculo tem dois óvulos superpostos. Apenas as flores femininas possuem óvulos viáveis. Nas flores

masculinas, os óvulos são pequenos e morfológicamente mal formados. Os frutos são vermelhos com cápsula loculicida e pericarpo carnoso. Suas sementes são elipsóides e totalmente cobertas por arilo. Somente anteras de indivíduos estaminados apresentam grãos de pólen viáveis, que representaram 87% do total produzido. Flores pistiladas possuem grãos de pólen inviáveis, pouco numerosos, pequenos e sem citoplasma.

Os morfos sexuais diferem significativamente quanto à altura, sendo os estaminados maiores que os pistilados ( $F=11,007$ ;  $P<0,001$ ) (Tab. 1).

Diferenças também foram verificadas no comprimento das inflorescências entre morfos ( $F=240,820$ ;  $P<0,0001$ ), pois indivíduos estaminados apresentaram, em média, inflorescências maiores que pistilados, independentemente da área de ocorrência (Tab. 1). Indivíduos estaminados apresentam período de floração mais adiantado em relação aos pistilados ( $X^2=34,42$ ;  $P<0,001$ ) (Fig. 2), ou seja, iniciaram a antese mais cedo (cerca de 15 dias).

A taxa de predação, por larvas de trips, entre os morfos sexuais apresentou diferenças estatísticas significativas ( $X^2= 8,74$ ,  $P<0,005$ ), com maior predação em indivíduos estaminados.

Os testes de polinização e caracterização de dimorfismo sexual revelaram o caráter dióico dos indivíduos de *C. canjerana* subsp. *polytricha*. A formação e posterior desenvolvimento de frutos só foi observada em tratamentos de polinização cruzada, realizados em indivíduos pistilados polinizados com pólen proveniente de anteras de estaminados. Uma única exceção ocorreu dentre 900 tentativas, na qual dois frutos muito pequenos foram observados em um morfo masculino. Sementes provenientes deste fruto apodreceram, após serem postas para germinar. O sucesso de frutificação após polinização cruza-

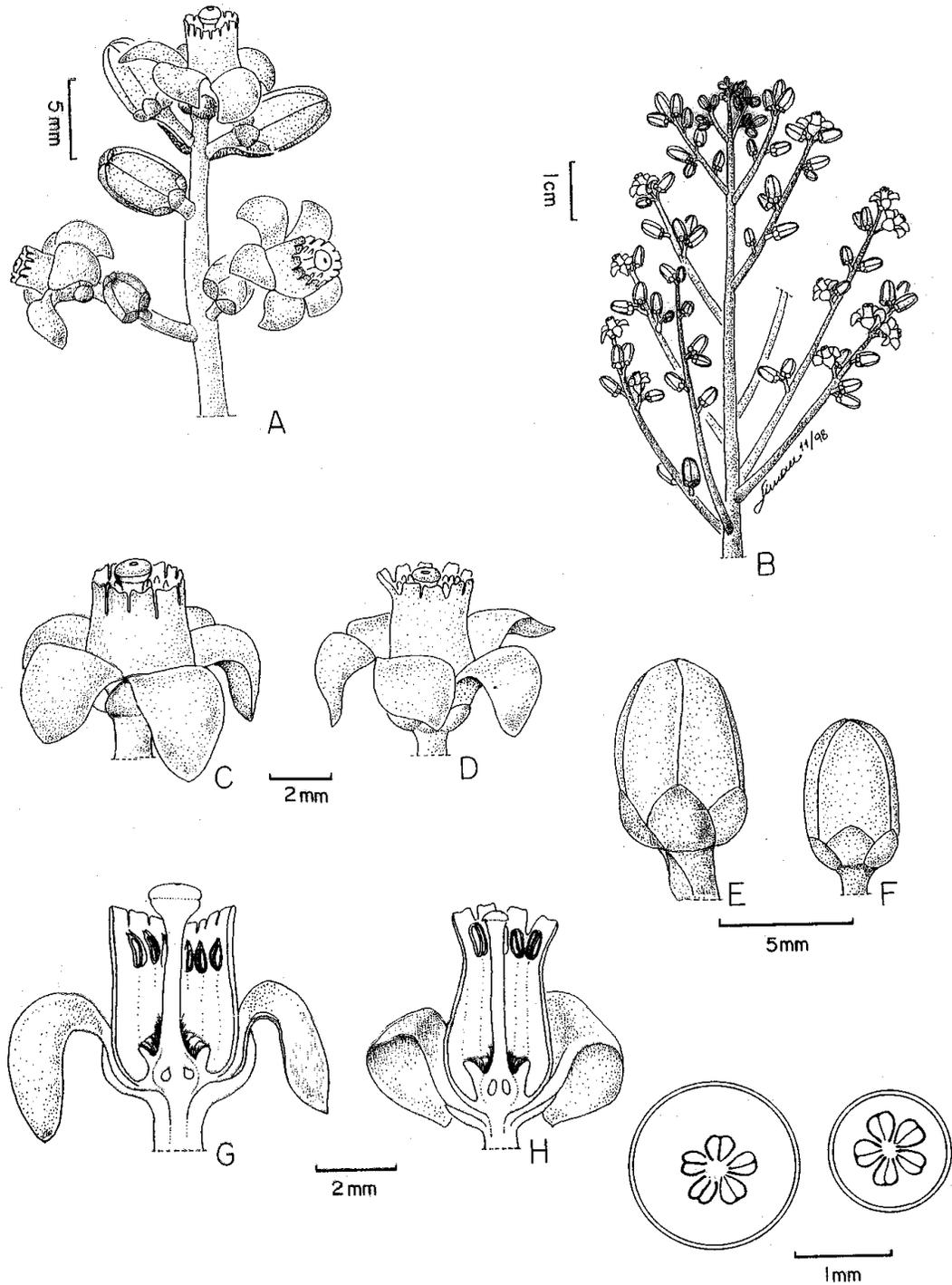


Figura 1. Esquema das inflorescências e flores de *Cabralea canjerana* subsp. *politricha*. A. Inflorescência feminina; B. Inflorescência masculina; C. Flor pistilada; D. Flor estaminada; E. Botão de flor pistilada; F. Botão de flor estaminada; G. Corte longitudinal de uma flor pistilada; H. Corte longitudinal de uma flor estaminada; I. Corte transversal do ovário de flor pistilada; Corte transversal do ovário de uma flor estaminada.

Tabela 1 – Altura (m) dos indivíduos e comprimento (cm) das inflorescências de morfos pistilados e estaminados de *Cabranea canjerana* subsp. *polytricha* em áreas de cerrado da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, MG, 1997. (média + erro padrão; tamanho da amostra entre parênteses)

	Estaminados	Pistilados	F	P
Altura do indivíduo	1,73 + 0,6940 (n=37)	1,48 + 0,6224 (n=44)	11,00	0,001
Comprimento da inflorescência	14,68 + 4,0816 (n=40)	3,41 + 1,2712 (n=40)	240,82	<0,0001

da inter-morfos foi de 35,47% em contraste com 32,01% observados em condições naturais.

Dentre as três espécies de insetos observadas visitando as flores de *Cabranea canjerana* subsp. *polytricha*, o himenóptero vulgarmente conhecido como “marimbondo cavalo” (pertencente ao gênero *Polistes*), foi a mais freqüente, realizando sete visitas em três horas. Esta vespa aproximava-se das inflorescências estaminadas e pistiladas frontalmente, diante da qual permanecia por alguns segundos em vôo, antes de pousar em uma das flores para coleta de néctar. Ao projetar a parte anterior do corpo para dentro da corola, tocava as anteras. O tempo de permanência em cada flor durou cerca de 5 segundos.

As espécies de abelhas dos gêneros *Xylocopa* e *Exomalopsis*, com menor freqüência de visitação, (cerca de 1,2 e 0,6 visitas por hora, respectivamente) também se aproximavam frontalmente da flor. Pousavam na corola e com as pernas anteriores, contatavam os estames. Estas espécies visitaram dezenas de flores do mesmo indivíduo, permanecendo cerca de 3 segundos em cada flor. A espécie

do gênero *Exomalopsis* executava pequenos giros em torno dos estames e coletava néctar.

## Discussão

O período de floração da espécie durou cerca de três meses, embora dados de Rizzini (1977), indiquem floração ao longo de todo ano. A época de dispersão de sementes corresponde ao período de chuvas, que favorecem a germinação (*in natura*) destas, que não suportam mais que poucos dias em solo seco (Rizzini 1977).

O estudo da biologia reprodutiva e caracterização do dimorfismo sexual de *Cabranea canjerana* subsp. *polytricha* confirmam a ocorrência do fenômeno de dioicia nesta subespécie. Morfos pistilados e estaminados podem ser fenotipicamente reconhecidos pelo comprimento das inflorescências, que são menores em indivíduos pistilados e, pela altura de adultos, maior em estaminados. A maior conspicuidade de morfos masculinos, seria segundo Snow (1994), resultante de forte pressão de seleção para dispersão maciça de grãos de pólen. Assim, seleção intrasexual

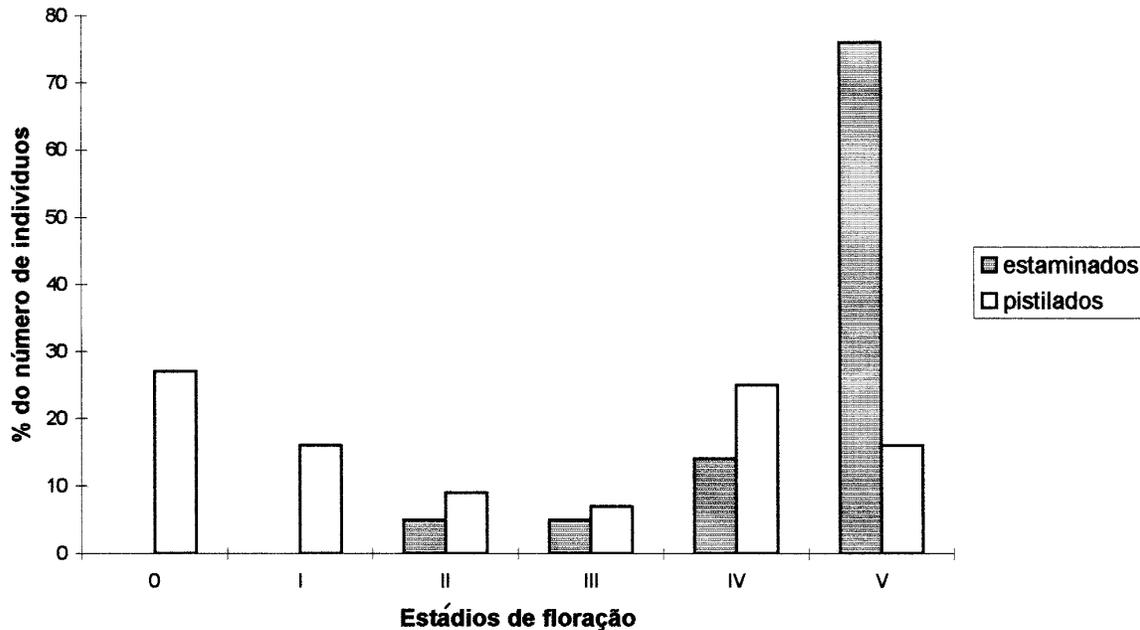


Figura 2. Estádios de floração de indivíduos estaminados e pistilados de *Cabralea canjerana subsp. polytricha* em área de cerrado da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Ipororó de Uberlândia, MG.

teria favorecido aumento no número de flores (ou tamanho da inflorescência), uma vez que, polinizadores tendem a visitá-las mais freqüentemente (Bawa 1980).

A ocorrência de dimorfismo sexual na arquitetura da planta não foi, entretanto, acompanhada por dimorfismo evidente e acentuado nas características gerais da flor. Em ambos os morfos a coloração, forma e número de flores são bastante similares, apresentando síndrome de melitofilia. Freeman *et al.* (1997) já haviam previsto que em plantas dióicas polinizadas por insetos, a seleção natural tenderia a limitar o dimorfismo floral, visto que o mesmo indivíduo polinizador deveria visitar ambos morfos sexuais para garantir o sucesso de polinização. A polinização cruzada parece ser preferencialmente feita por vespas dos gêneros *Polistes* e, em menor freqüência, por abelhas dos gêneros *Xylocopa* e *Exomalopsis*.

A evolução para o caráter dióico nesta subespécie pode ter ocorrido a partir do hermafroditismo via ginodioicia, concordando com a idéia de Charlesworth &

Charlesworth (1978), uma vez que foi observada a formação de frutos sob condições naturais, em plantas com caracteres masculinos (Freeman *et al.* 1997). Além disto, a ausência de segregação espacial entre os morfos sexuais descartaria a hipótese da evolução da dioicia via monoicia, em que a determinação sexual é induzida pelo ambiente (Renner & Ricklefs 1995). Embora alguns autores considerem que a evolução da dioicia possa ocorrer como resultado da especialização de morfos sexuais por seleção disruptiva, Freeman *et al.* (1997) sugerem que a depressão por endogamia teve importante papel na evolução da dioicia em algumas plantas polinizadas por insetos como abelhas ou beija-flores. Estes agentes polinizadores freqüentemente visitam muitas flores de uma mesma planta aumentando a freqüência de geitonogamia. O fato de *Cabralea canjerana subsp. polytricha* não formar frutos apomíticos, nem frutos resultantes de processos de autopolinização pode corroborar esta idéia.

Uma outra hipótese que explica a evolução da dioicia diz respeito a predação, incluindo insetos que se alimentam de pólen ou ovipõem preferencialmente em flores pistiladas, podendo promover a evolução de dioicia em associação com seleção intrassexual (Bawa 1980). Assim, o polimorfismo com relação às unidades florais (número de flores por inflorescências e número de inflorescências por planta) poderia proporcionar predação diferencial, pois já é sabido que indivíduos masculinos sofrem maiores níveis de herbivoria que indivíduos femininos (Bawa & Opler 1978). A constatação, neste estudo, de maior frequência do parasita trips (Ordem Thysanoptera), em indivíduos estaminados de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* vem reforçar a hipótese de predação diferencial entre morfos sexuais. Apesar destes serem geralmente predados com maior intensidade, o declínio total de seu valor adaptativo seria menor do que o de hermafroditas, visto que as flores masculinas são descartadas após dispersão do pólen. Também, por atrair menor número de predadores, devido à menor quantidade de flores e muitas vezes ausência de pólen, os indivíduos femininos teriam menor decréscimo no valor adaptativo em relação a hermafroditas (Bawa 1980).

O processo de evolução da dioicia em *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* pode não estar completo, pois a exemplo do que acontece em outras espécies, formas sexuais intermediárias estão presentes (Bawa 1980). Embora inconstâncias na expressão sexual de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* estejam ocorrendo, elas não representam empecilho à obtenção de completa distinção funcional entre morfos para otimização na produção de grãos de pólen ou óvulos. Isto ocorre não somente porque tais circunstâncias são esporádicas, mas também porque os frutos parecem produzir somente sementes inviáveis.

O comportamento de *C. canjerana* assemelha-se ao descrito para o gênero *Guarea*, (Pennington *et al.* 1981), em que alguns indivíduos da população são funcionalmente femininos, com produção de frutos anualmente, enquanto outros são funcionalmente masculinos. Do ponto de vista filogenético a dioicia pode ser encontrada tanto em famílias primitivas quanto em avançadas. Em Meliaceae as taxas de hermafroditas, monóicos e dióicos apresentam-se em proporções equivalentes (Bawa 1980).

### Referências bibliográficas

- Ashton, P. S. 1969. Speciation among tropical forest trees: some deductions in the light of recent evidence. **Biological Journal of the Linnean Society** **1**: 155-196.
- Barreiros, H. D. S. & Souza, D. S. E. 1986. Notas Geográficas e Taxonômicas sobre *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. no Brasil (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biologia** **46** (1): 17-26.
- Bawa, K. S. & Opler, P. A. 1978. Why are pistillate inflorescences of *Simarouba glauca* eaten less than staminate inflorescence? **Evolution** **32**: 673-678.
- Bawa, K. S.; Perry, D. R. & Beach, J. H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany** **72**: 331-345.
- Bawa, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** **11**: 15-39.
- Bawa, K. S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution** **31**: 52-36.
- Beach, J. H. & Bawa, K. S. 1980. Role of pollinators in the evolution of dioecy from distily. **Evolution** **34**: 1138-1142.
- Bullock, S. H. 1985. Breeding systems in the flora of a tropical dioecious forest. **Biotropica** **17**: 287-301.
- Charlesworth, B. & Charlesworth, D. 1978. A model for the evolution of dioecy and gynodioecy. **The American Naturalist** **112**: 975-997.
- Cruden, R. W. 1988. Temporal dioecism, systematic breadth, associated traits and temporal patterns.

- Botanical Gazette 149**: 1-15.
- Freeman, C. D.; Doust, J. L.; El-Keblawy, A.; Kathleen, M. J. & McArthur, E. D. 1997. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. **The Botanical Review 63**(1): 65-92.
- Givnish, T. J. 1982. Outcrossing versus ecological constraints in the evolution of dioecy. **The American Naturalist 119**: 849-865.
- Janzen, D. H. 1977. A note on optimal mate selection by plants. **The American Naturalist 111**: 365-371.
- Lloyd, D. G. 1975. The maintenance of gynodioecy and androdioecy in angiosperms. **Genetica 45**: 325-339.
- Lloyd, D. G. 1982. Selection of combined versus separate sexes in seed plants. **The American Naturalist 120**: 571-585.
- Medina, D. M. & Conagin, H. T. M. 1964. **Técnica citológica**. Instituto Agronômico, Campinas (Publ. 2610)
- Pennington, T. D.; Styles, B. D. & Taylor, D. A.H. 1981. **Meliaceae. Flora Neotropica Monograph 28**: 235-244.
- Renner, S. S. & Ricklefs, R. E. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. **American Journal of Botany 82**: 596-606.
- Rizzini, C. T. 1977. A germinação de *Cabralea polytricha* Juss. em confronto com *C. laevis* C.D.C. (MELIACEAE ). **Leandra 6-7** (7): 23-33.
- Rosa, R., Lima, S. C. & Assunção, W. L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. **Sociedade & Natureza (5/6)**: 91-108.
- Ross, M. D. 1982. Five evolutionary pathways to subdioecy. **The American Naturalist 119**: 297-318.
- Snow, A. 1994. Post pollination selection and male fitness in plants. **The American Naturalist 144**: 69-83.
- Thomson, J. D. & Barret, S. C. H. 1981. Selection for outcrossing, sexual selection and evolution of dioecy in plants. **The American Naturalist 118**: 443-449.
- Willson, M. F. 1994. Sexual selection in plants: perspectives and overview. **The American Naturalist 144**:13-39.
- Zar, J. H. 1982. **Biostatistical analysis**. Prattice Hall, Inc., New Jersey. 718p.