

**SISTEMA REPRODUTIVO DE *OXYPETALUM MEXIAE* MALME  
(ASCLEPIADACEAE), ESPÉCIE ENDÊMICA DE VIÇOSA, MG, BRASIL, EM  
PERIGO DE EXTINÇÃO**

Milene Faria Vieira<sup>1</sup>  
Rodrigo Grabalos<sup>2</sup>

Recebido em 15/10/2001. Aceito em 01/06/2002

**RESUMO** – (Sistema reprodutivo de *Oxypetalum mexiae* Malme (Asclepiadaceae), espécie endêmica de Viçosa, MG, Brasil, em perigo de extinção). São reportados resultados de polinização aberta (flores expostas aos polinizadores), em indivíduos de *O. mexiae* de população natural, e de polinizações manuais (polinização cruzada e autopolinização), em indivíduos cultivados. Essa espécie ocorre na Reserva Florestal Mata do Paraíso, fragmento de floresta com cerca de 195ha e cuja vegetação original faz parte da unidade fitogeográfica de Floresta Atlântica. *O. mexiae* é trepadeira de grandes dimensões, que cresce na borda da mata, acompanhando curso d'água. É espécie autocompatível, mas autopolinização espontânea não ocorre por razões morfológicas. Sementes de frutos resultantes da xenogamia (40%) e autogamia (50%) apresentaram alta viabilidade (respectivamente, 99 e 100%). A frutificação, em população natural, foi nula, indicando que essa espécie apresenta limitação reprodutiva. Essa limitação é imposta pelo baixo nível de polinização, que restringe o número de frutos produzidos, e pela herbivoria, que impede que os frutos em desenvolvimento alcancem a maturidade. O baixo nível de polinização pode estar relacionado à fragmentação do hábitat. Além disso, há limitação na distribuição e abundância de *O. mexiae* imposta pelo hábitat.

**Palavras-chave** – autocompatibilidade, baixa frutificação, fragmentação de hábitat, *Oxypetalum*

**ABSTRACT** – (Breeding system of *Oxypetalum mexiae* Malme (Asclepiadaceae), an endemic and endangered species of Viçosa, Minas Gerais, Brazil). Results of open-pollination (exposed flowers), in natural population, and cross and self-pollination, in cultivated individuals, are reported in *O. mexiae*. This species occurs at the Reserva Florestal Mata do Paraíso, a forest fragment with 195ha, whose original vegetation is part of the phytogeographic unit of the Atlantic forest. *O. mexiae* is a climbing species of great dimension, which grows at the wood border, following the water flow. It is self-compatible, but spontaneous self-pollination does not occur for morphological reasons. Seeds of xenogamous (40%) and autogamous (50%) fruit sets presented a high viability (respectively, 99 and 100%). No fruit was produced in natural population, indicating that this species presents reproductive limitation. This limitation is imposed by a low level of pollination, which restricts the number of fruit-set, and herbivory, which impedes the developing fruits to reach maturation. The low level of pollination may be related to habitat fragmentation. Besides, *O. mexiae* habitat may further limit its distribution and abundance.

**Key words** – habitat fragmentation, low fruit-set, *Oxypetalum*, self-compatibility

<sup>1</sup> Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa, MG, Brasil (mfvieira@ufv.br)

<sup>2</sup> Bolsista do PIBIC/CNPq/UFV

## Introdução

O conhecimento da biologia reprodutiva de espécies raras e em perigo de extinção é o primeiro passo para a sua conservação (Kaye 1999; Bernardello *et al.* 1999). Nessas espécies, caso a reprodução assexuada inexista, o estabelecimento de novos indivíduos na população dependerá de vários fatores, dentre eles, da polinização e da dispersão de diásporos em locais apropriados. A quebra de qualquer elo no ciclo reprodutivo dessas espécies, se constante por um dado período de tempo, pode contribuir para a sua raridade e impedir a sua conservação (Kaye 1999).

As flores de Asclepiadaceae são, segundo Wyatt & Broyles (1994), as mais complexas dentre as angiospermas e, com algumas exceções (Chaturvedi & Pant 1986; Kunze 1991; Lumer & Yost 1995), suas espécies dependem de insetos como vetores de polinários, para efetivar a polinização (Ollerton & Liede 1997). Estudos sobre o sistema reprodutivo em algumas espécies dessa família têm demonstrado serem autocompatíveis ou auto-incompatíveis e, em condições naturais, têm apresentado baixa frutificação (Wyatt & Broyles 1994; Lipow & Wyatt 1998; Vieira & Shepherd 1999b).

Das 170 espécies existentes de *Oxypetalum* R. Br. (Asclepiadoideae, Asclepiadeae), restritas à região Neotropical, 117 foram registradas no Brasil e o Estado de Minas Gerais apresenta a maior diversidade, com cerca de 42% das espécies (Ochioni 1953). Estudos que abordam aspectos da biologia reprodutiva de espécies desse gênero são poucos e recentes (Vieira 1998; Vieira & Shepherd 1999a; 1999b; 2002a, b).

*Oxypetalum mexiae* é endêmica do município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro (Fontella-Pereira, com. pes.) e foi categorizada, de acordo com a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais (Mendonça & Lins 2000), como criticamente em perigo de extinção

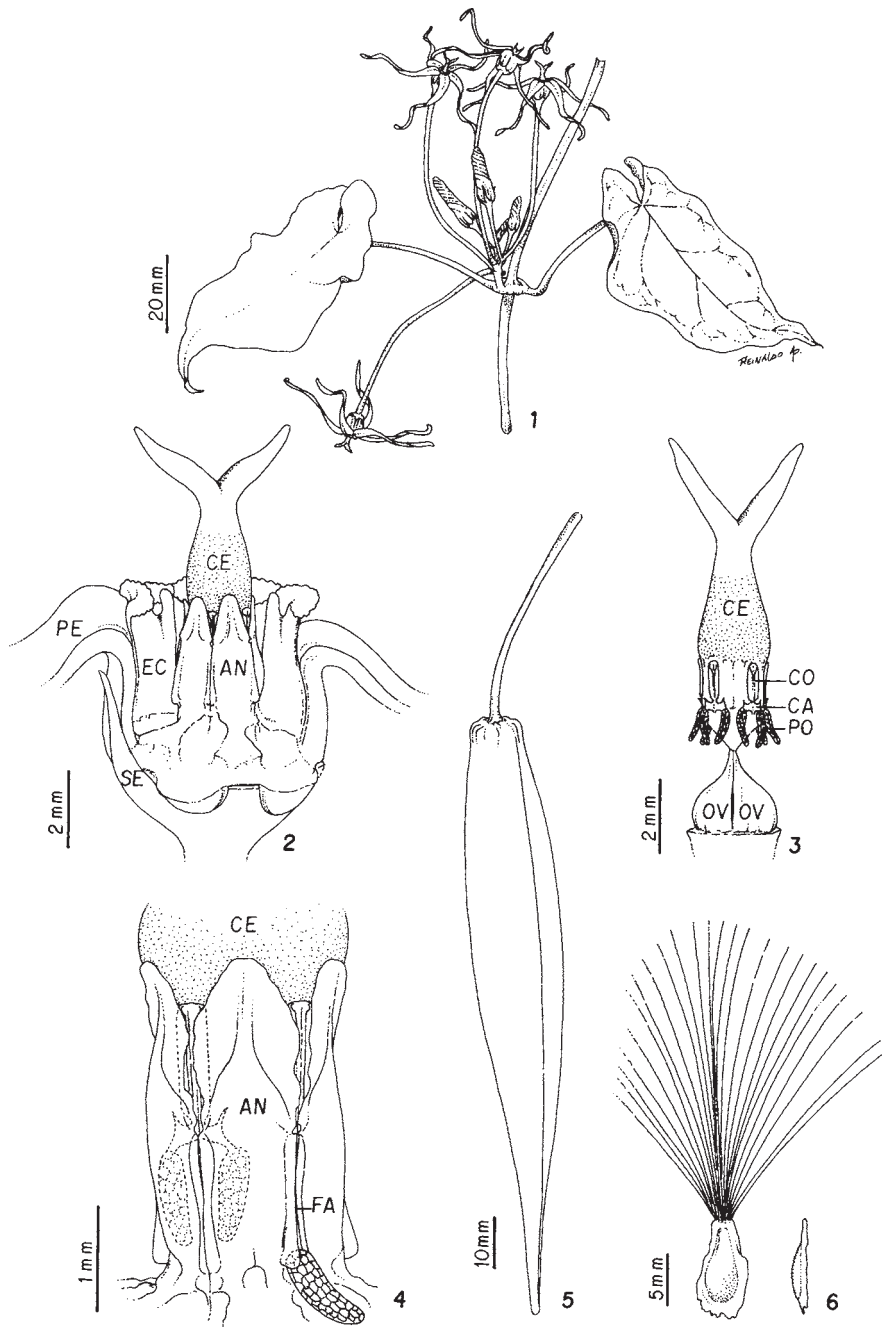
por apresentar área de distribuição restrita e populações pequenas. Aliado à sua raridade, poucos dados sobre sua ecologia reprodutiva estão disponíveis. *O. mexiae* é trepadeira, floresce ao longo do ano, apresenta, em média, 7,4 flores por inflorescência (Fig. 1) e as flores (Fig. 2, 3 e 4) duram, em média, 25 dias (Vieira 1998). Apesar de longevas, as flores raramente são polinizadas (Vieira & Shepherd 1999a; 2002b). Sua morfologia floral, a relação espacial entre os dois ovários e as cinco câmaras estigmatíferas e o percurso dos tubos polínicos foram descritos por Vieira & Shepherd (2002a). Os frutos são do tipo folículo (Fig. 5) e as sementes (Fig. 6) são comosas (Barroso *et al.* 1999), caracterizando-as como anemocóricas (van der Pijl 1982).

Os objetivos deste trabalho foram analisar o sistema reprodutivo de *Oxypetalum mexiae*; comparar a frutificação obtida em indivíduos de população natural, após polinização aberta (flores expostas aos polinizadores), com a obtida em indivíduos cultivados, após polinizações manuais; e verificar se essa espécie apresenta limitação reprodutiva no seu hábitat.

## Material e métodos

O município de Viçosa (20°45'S e 42°51'W) apresenta altitude de cerca de 650m e caracteriza-se climaticamente por apresentar temperatura média anual de 19°C, precipitação anual de 1.300 a 1.400mm, ocorrendo maior precipitação no período de outubro a março, e umidade relativa do ar de 80 a 85%. Sua vegetação original faz parte da unidade fitogeográfica de Floresta Atlântica (Rizzini 1963) e foi derrubada em grande parte para o cultivo de café, em meados do século XIX (Souto-Mayor 1965). Atualmente, a cobertura vegetal dominante é de pastagens e de fragmentos de matas secundárias. Nesse município foram registradas sete espécies de *Oxypetalum* (Vieira 1998).

Atualmente, *O. mexiae* parece ter sua



Figuras 1-6. *Oxypetalum mexiae* Malme. 1. ramo com inflorescência extra-axilar; 2. flor mostrando sépala (SE), pétala (PE), elemento de coroa (EC), antera (AN) e cabeça dos estiletos (CE) bifurcada no ápice (parte das sépalas e pétalas e um elemento de coroa foram removidos); 3. gineceu representado por dois ovários (OV), dois estiletos e a cabeça dos estiletos (CE) sustentando quatro (dois de frente e dois de perfil) dos cinco polinários (cada um possui corpúsculo (CO), duas caudículas (CA) e duas polínias (PO) pendentes); 4. detalhe de anteras (AN, uma de frente e duas de perfil), de um polinário sob anteras adjacentes (exceto parte do corpúsculo), de duas fendas anterais (FA, formadas por alas laterais de duas anteras adjacentes) e de uma polínia parcialmente inserida na câmara estigmatífera (localizada sob a fenda anteral); 5. fruto do tipo foliculo, ainda fechado; 6. semente comosa, à esquerda, e semente de perfil, à direita.

distribuição restrita à Reserva Florestal Mata do Paraíso (RFMP), área de preservação ambiental vinculada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Essa reserva ocupa cerca de 195ha e já foi utilizada para pastagem e plantio de café. De acordo com Castro (1980), a mata, um dos estádios sucessionais encontrados na reserva, é de regeneração secundária e, desde 1963, segundo Leal-Filho (1992), não há registros de incêndio ou extração de madeiras. Os indivíduos de *O. mexiae* foram observados numa área de cerca de 500m<sup>2</sup>, crescendo em solo úmido acompanhando curso d'água e apoiando-se sobre a vegetação de beira da mata. Nesses indivíduos não foi observada propagação vegetativa. Material testemunho de *O. mexiae* foi depositado no Herbário VIC do Departamento de Biologia Vegetal da UFV (M. F. Vieira-842).

No período de agosto/1999 a junho/2000, foram etiquetadas inflorescências de quatro indivíduos da RFMP e suas flores permaneceram expostas aos visitantes florais (polinização aberta). Foram feitas visitas semanais para o monitoramento dessas inflorescências. O cálculo da frutificação foi feito considerando o número médio de flores por inflorescência.

Dois indivíduos, originados da RFMP e com dois pares de folhas definitivas, foram cultivados, no Horto Botânico da UFV, em brejos artificiais com 4,0m<sup>2</sup> e 0,5m de profundidade, em julho de 1999. Esses indivíduos foram conduzidos, cada um, inicialmente, em estaca de bambu. Posteriormente, os ramos em desenvolvimento foram conduzidos em fios de náilon, com cerca de 1,2m de altura e 2,5m de comprimento. As plantas floresceram ao longo dos fios e algumas de suas flores foram autopolinizadas (com polínia da própria flor) e outras receberam polínias trazidas de indivíduos da RFMP (polinização cruzada). Essas flores, uma por inflorescência, foram isoladas na pré-antese, com sacos de tecido do tipo organza, e etiquetadas. No terceiro dia após a antese, pela

manhã, foram polinizadas (cada flor com uma polínia), com auxílio de agulha e estereomicroscópio, após a remoção de uma pétala e um elemento da coroa, por flor. A polínia foi inserida com a sua superfície convexa oposta ao eixo floral (Fig. 4). A opção de se utilizar apenas uma flor por inflorescência foi consequência de observações prévias da frutificação natural em indivíduos de *O. mexiae*; neles apenas uma flor por inflorescência resulta em fruto (em 100% dos frutos observados; Vieira 1998). Não houve sobreposição de tratamentos (autopolinização e polinização cruzada) num mesmo indivíduo.

Os frutos resultantes da autopolinização e polinização cruzada foram ensacados até a deiscência. Nessa ocasião, foram coletadas e contadas as sementes. Cem sementes, de cada tratamento, divididas em quatro lotes de 25 sementes de quatro frutos, foram testadas quanto à percentagem de germinação, logo após sua coleta. Para tanto, as sementes ficaram embebidas em água por 48 horas e, após esse período, cada uma teve parte do seu tegumento, próximo à radícula, removido, utilizando-se pinça de relojoeiro. Em seguida, foram colocadas para germinar em caixas plásticas (gerbox), em temperatura ambiente, apoiando cada semente sobre perfuração feita em placa de isopor e essa placa ficou apoiada sobre camada de água. As sementes consideradas viáveis foram as que apresentaram todas as estruturas (radícula, hipocótilo e plúmulas) normais, de acordo com as "Regras para análise de sementes" (Brasil 1992).

## Resultados e discussão

A polinização de espécies de Asclepiadaceae, inclusive de *O. mexiae*, caracteriza-se pela remoção de polinário e inserção de polínia na câmara estigmatífera, localizada internamente à fenda anterolateral (Fig. 4); as fendas anterais, formadas pelas alas de anteras adjacentes (Fig. 4), são responsáveis pela captura de parte do corpo do polinizador,

que resultará na remoção ou inserção de polínias (Bookman 1981; Kunze 1991; Vieira & Shepherd 1999a; 2002b). Cada polinização manual, em *O. mexiae*, durou cerca de 15 minutos, devido à complexa morfologia de suas flores, que dificultava a inserção da polínia. A queda de sete flores autopolinizadas e de cinco flores de polinização cruzada (Tab. 1) podem estar relacionadas aos danos provocados pelo manuseio prolongado, durante o difícil processo de polinização. Além disso, algumas flores, após a queda, foram analisadas e não apresentavam características de flores polinizadas (isto é, um dos ovários mais desenvolvido e o ápice do estilete correspondente enegrecido), indicando que, nelas, a polínia não deve ter sido corretamente inserida.

A frutificação resultante da polinização cruzada foi de 40% e da autopolinização manual foi de 50% (Tab. 1), demonstrando que *O. mexiae* é autocompatível. Autocompatibilidade tem sido registrada em espécies raras (Stebbins 1957; Bernardello *et al.* 1999; Kaye 1999) e, nesse caso, pode ser o resultado de seleção natural durante repetidos períodos em que a polinização cruzada se torna difícil devido às rarefações populacionais (“population bottlenecks”) ou à ausência de polinizadores (Kaye 1999). *O. mexiae*, entretanto, não apresenta autopolinização espontânea, devido a sua morfologia e, por isso, esta espécie depende de polinizadores para reproduzir-se.

Além de *O. mexiae*, outras duas espécies estudadas de *Oxypetalum* (*O. appendiculatum*

e *O. banksii* subsp. *banksii*), na região de Viçosa, também são autocompatíveis e inclusive há compatibilidade entre elas, pois cruzamentos interespecíficos resultaram em híbridos  $F_1$  férteis (Vieira & Shepherd 1999b). Estudos com *Asclepias* têm demonstrado que essas plantas apresentam duas categorias de sistemas de compatibilidade (auto-incompatibilidade e autocompatibilidade; Wyatt & Broyles 1994), inclusive num mesmo grupo taxonômico (Wyatt *et al.* 1998). De acordo com esses autores, a ocorrência de ambos os sistemas em espécies relacionadas pode refletir em problemas na delimitação taxonômica de subgrupos dentro do gênero e a autocompatibilidade tem, provavelmente, surgido numerosas vezes e independentemente. Em *Oxypetalum*, o desconhecimento sobre o sistema reprodutivo de 98% de suas espécies impossibilita comentários semelhantes aos de Wyatt *et al.* (1998); mais estudos nessa área poderiam trazer importantes contribuições para a taxonomia desse gênero (Vieira & Shepherd 1999a; b).

O aborto de frutos em desenvolvimento, observado nas polinizações manuais (Tab. 1), é característica comum entre as Asclepiadaceae e pode ser explicado pela limitação de recursos nutricionais (Queller 1985; Wyatt & Broyles 1994). Entretanto, estudos posteriores poderão esclarecer essa questão em *O. mexiae*.

A viabilidade das sementes originadas da autopolinização e da polinização cruzada é alta (Tab. 1), resultado semelhante ao observado nas sementes igualmente originadas de

Tabela 1. Resultados das polinizações manuais e da polinização aberta em flores de *Oxypetalum mexiae*.

Tratamentos	Indiv.	Infloresc.	Flores	Frutos em desenvolvimento		Frutos que amadureceram		Sementes/fruto		Germinação
	(n)	(n)	(n)	(n)	(%)	(n)	(%)	(Média)	(Variação)	(%)
Polinização cruzada	1	15	15	10	66,7	6 <sup>a</sup>	40	131	94 - 166	99
Autopolinização	2	20	20	13	65	10 <sup>b</sup>	50	156	100 - 205	100
Polinização aberta	4	83	614	3	0,5	0 <sup>c</sup>	0	-	-	-

<sup>a</sup> Quatro frutos abortaram; <sup>b</sup> Três frutos abortaram; <sup>c</sup> Os três frutos foram danificados por insetos

*O. appendiculatum* e *O. banksii* subsp. *banksii* (Vieira & Shepherd 1999b) e de *Asclepias curassavica* e *A. fruticosa* (Wyatt & Broyles 1997). Segundo esses autores, sementes germinadas de *A. fruticosa* não apresentaram sinais que indicassem depressão endogâmica, semelhante ao verificado no presente estudo.

A frutificação em flores de indivíduos de população natural (polinização aberta; Tab. 1) foi, inicialmente, de 0,5% (três frutos), que se comparada com a obtida nos tratamentos de autopolinização (65%) e polinização cruzada (66,7%), em indivíduos cultivados (Tab. 1), indica baixo nível de polinização como fator limitante da produção de frutos. Baixo nível de polinização em *O. mexiae* é corroborado pelos dados obtidos por Vieira & Shepherd (1999a; 2002b), que verificaram que suas flores raramente são visitadas e que elas apresentam os menores valores de remoção e inserção de polínias por flor (respectivamente, 0,09 e 0,01), entre as Asclepiadaceae estudadas sob esse aspecto. Espécies de *Asclepias* também apresentam baixa frutificação em população natural, se comparada com a frutificação obtida após polinizações manuais (Wyatt 1981; Wyatt & Broyles 1994; Queller 1985); em *A. syriaca* a baixa frutificação é conseqüência da limitação de pólen (Morse & Fritz 1983). Vieira & Shepherd (1999b) mencionaram baixo nível de polinização como fator limitante da frutificação de *O. banksii* subsp. *banksii*; essa espécie apresentou 0,8% de frutificação, em população natural em Viçosa, contra 44-65% de frutificação após polinizações manuais, em indivíduos cultivados. Entretanto, diferentemente a *O. mexiae*, *O. banksii* subsp. *banksii* apresenta ampla distribuição (nos estados brasileiros do sul e do sudeste e na Bahia; Fontella-Pereira *et al.* 1971) e ocorre em áreas perturbadas (pastos e beira de estradas).

Os três frutos, mencionados anteriormente, foram danificados ainda imaturos por herbívoros (Tab. 1) e este parece ter sido o fator limitante

para o seu amadurecimento. A herbivoria também é citada como um dos fatores limitantes do amadurecimento de frutos de espécies de *Asclepias* (Queller 1985; Cabin *et al.* 1991).

Os resultados da Tab. 1 demonstram que *O. mexiae*, na população natural, apresenta limitação reprodutiva, isto é, baixa produção de frutos. Por ser a RFMP de regeneração secundária (Castro 1980), os principais agentes polinizadores dessa espécie podem ter desaparecido ou sofrido drástica redução populacional durante as alterações ambientais, refletindo no seu processo de reprodução. Vieira & Shepherd (1999a) registraram, na RFMP, uma única abelha (*Ceratina* sp., Anthophoridae) carregando polinário de *O. mexiae*, numa única ocasião. A perda de hábitat é a causa primária para a perda da abundância e da riqueza de espécies de abelhas (Frankie *et al.* 1997). Muitas abelhas não somente requerem grande número de flores para prover suas necessidades de néctar e pólen, como também necessitam de flores de diferentes espécies para sustentá-las ao longo do período de atividade; a alteração do hábitat pode resultar na quebra da relação mutualista entre planta e polinizador (Kearns & Inouye 1997). Segundo esses autores, a perda de polinizadores ou a descontinuidade do sistema de polinização de uma dada espécie, condição semelhante à de *O. mexiae*, pode causar redução na produção de frutos e sementes e, por último, a sua extinção.

Em pequena população, como parece ser a de *O. mexiae*, a deriva genética e a endogamia podem resultar em mudanças na diversidade genética e na adaptabilidade dos indivíduos (Ellstrand & Elam 1993). Segundo esses autores, a deriva genética resulta em perda de heterozigosidade e de eventual fixação de alelos, além do aumento da diferenciação entre populações. Silva (2000) analisou a diversidade genética intra e interespecífica de espécies de *Oxypetalum*, dentre elas *O. mexiae*, utilizando a técnica de RAPD. De acordo com essa autora, *O. mexiae* apresentou distâncias genéticas de

4,9 a 22,9% entre os 10 indivíduos analisados, mostrando grande variação intra-específica e indicando que seus polinizadores vêm atuando para a manutenção dessa diversidade genética. Há necessidade, entretanto, de estudos que verifiquem o potencial genético de *O. mexiae*, usando amostragem com maior número de indivíduos.

Os dois indivíduos cultivados iniciaram a floração cerca de seis meses após o plantio e apresentaram crescimento vigoroso (somando-se as medidas dos seus ramos, podem alcançar cerca de 150m de extensão). Esse amplo crescimento foi associado às boas condições que lhes foram fornecidas, ou seja, água em abundância e sombreamento parcial. Num episódio reprodutivo, um dos indivíduos produziu 19 frutos (flores polinizadas por abelha, provavelmente, *Paratetrapedia* (*Lophopedia*) sp., Anthophoridae, que carregava polinário) e todos eles amadureceram (aproximadamente 3000 sementes foram dispersadas no Horto Botânico). Nesse caso, parece não ter havido limitações para a frutificação devido ao baixo nível de polinização, ao ataque de herbívoros e à escassez de recursos nutricionais, pelo menos para esses frutos, pois outras flores fecundadas podem ter sido abortadas. Entretanto, dentre as milhares de sementes dispersadas no Horto, só uma parece ter tido condições favoráveis para desenvolver-se (entre indivíduos cultivados de *Cyperus alternifolius* L.), apesar da alta viabilidade (Tab. 1). A germinação dessas sementes e o desenvolvimento de novos indivíduos parecem ter sido impedidos pela ausência da condição básica requerida por essa espécie, isto é, água abundante durante todo o seu ciclo de vida. Diante desse fato, a conservação da população natural de *O. mexiae* dependerá da manutenção do seu hábitat, que é fator limitante para a sua distribuição e abundância.

Os frutos mencionados anteriormente, produzidos pelo indivíduo cultivado, são

inesperados, pois essa planta encontra-se em área totalmente alterada, embora localizada a, aproximadamente, 1km de outra reserva biológica (Mata da Biologia, com cerca de 75 ha). Cure *et al.* (1992) realizaram levantamento da fauna de abelhas silvestres da RFMP e, dentre as espécies registradas, encontra-se uma espécie não identificada de *Paratetrapedia* (*Lophopedia*). Por que indivíduos dessa abelha não foram observados visitando flores de *O. mexiae* da população natural, se considerada a hipótese de que sejam da mesma espécie da que foi capturada no Horto Botânico? Será que, na RFMP, *O. mexiae* encontra-se em condições desfavoráveis, relacionadas à atratividade de polinizadores, devido ao desequilíbrio das interações planta-animal provocado pela fragmentação do hábitat? Estudos posteriores poderão responder a essas perguntas.

### Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão de bolsas de Produtividade em Pesquisa e PIBIC, respectivamente, para o primeiro e segundo autores. Ao Dr. Jorge Pereira-Fontella, pela identificação de *Oxypetalum mexiae* e ao Dr. Fernando A. da Silveira, pela identificação da abelha *Paratetrapedia* (*Lophopedia*).

### Referências bibliográficas

- Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L. & Ichaso, C. L. F. 1999. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas**. Editora UFV, Viçosa.
- Bernardello, G.; Anderson, G. J.; Lopez-S., P.; Cleland, M. A.; Stuessy, T. F. & Crawford, D. J. 1999. Reproductive biology of *Lactoris fernandeziana* (Lactoridaceae). **American Journal of Botany** **86**: 829-840.
- Bookman, S. S. 1981. The floral morphology of *Asclepias speciosa* (Asclepiadaceae) in relation of pollination and a clarification in terminology for the genus. **American Journal of Botany** **68**: 675-679.

- Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 1992. **Regras para análise de sementes**. Brasília. Cabin, R. J.; Ramstetter, J. & Engel, R. E. 1991. Reproductive limitations of a locally rare *Asclepias*. **Rhodora** **93**: 1-10.
- Castro, P. S. 1980. **Influência de cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba.
- Chaturvedi, S. K. & Pant, D. D. 1986. Further studies in the pollination of some Indian asclepiads. **Bulletin of the Botanical Survey of India** **28**: 23-30.
- Cure, J. R.; Thiengo, M.; Silveira, F. A. & Rocha, L. B. 1992. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na "Zona da Mata" de Minas Gerais. III. Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia** **9**: 223-239.
- Ellstrand, N. C. & Elam, D. R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**: 217-242.
- Fontella-Pereira, J.; Valente, M. da C. & Alencastro, F. M. M. R. de. 1971. Contribuição ao estudo das Asclepiadaceae brasileiras, V. Estudo taxonômico e anatômico de *Oxypetalum Banksii* Roem. et Schult. **Rodriguesia** (38): 261-281.
- Frankie, G. W.; Vinson, S. B.; Rizzardi, M. A.; Griswold, T. L.; O'Keefe, S. & Snelling, R. R. 1997. Diversity and abundance of bees visiting a mass flowering tree species in disturbed seasonal dry forest, Costa Rica. **Journal of the Kansas Entomological Society** **70**: 281-296.
- Kaye, T. N. 1999. From flowering to dispersal: reproductive ecology of an endemic plant, *Astragalus australis* var. *olympicus* (Fabaceae). **American Journal of Botany** **86**: 1248-1256.
- Kearns, C. A. & Inouye, D. W. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology - much remains to be learned about pollinators and plants. **BioScience** **47**: 297-307.
- Kunze, H. 1991. Structure and function in asclepiad pollination. **Plant Systematics and Evolution** **176**: 227-253.
- Leal-Filho, N. 1992. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na Zona da Mata de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Lipow, S. R. & Wyatt, R. 1998. Reproductive biology and breeding system of *Gonolobus suberosus* (Asclepiadaceae). **Journal of the Torrey Botanical Society** **125**: 183-193.
- Lumer, C. & Yost, S. E. 1995. The reproductive biology of *Vincetoxicum nigrum* (L.) Moench (Asclepiadaceae), a Mediterranean weed in New York State. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** **122**: 15-23.
- Mendonça, M. P. & Lins, L. V. (org.). 2000. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Morse, D. H. & Fritz, R. S. 1983. Contributions of diurnal and nocturnal insects to the pollination of common milkweed (*Asclepias syriaca* L.) in a pollen-limited system. **Oecologia** **60**: 190-197.
- Occhioni, P. 1953. Notas sobre o gênero *Oxypetalum* - II (As espécies do Estado do Rio de Janeiro). **Dusenía** **4**: 251-271.
- Ollerton, J. & Liede, S. 1997. Pollination systems in the Asclepiadaceae: a survey and preliminary analysis. **Biological Journal of the Linnean Society** **62**: 593-610.
- Queller, D. C. 1985. Proximate and ultimate causes of low fruit production in *Asclepias exaltata*. **Oikos** **44**: 373-381.
- Rizzini, C. T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia** **25**: 3-64.
- Silva, K. L. F. 2000. **Análise molecular da diversidade genética de espécies de Oxypetalum (Asclepiadaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Souto-Mayor, A. S. 1965. População. In: M. R. S. Guimarães & A. C. Duarte (Org.). **Geografia do Brasil - Grande região leste**. IBGE, Rio de Janeiro.
- Stebbins, G. L. 1957. Self-fertilization and population variability in the higher plants. **American Naturalist** **91**: 337-354.
- van der Pijl, L. 1982. **Principles of dispersal in higher plants**. Springer-Verlag, New York.
- Vieira, M. F. 1998. **Biologia reprodutiva de espécies de Oxypetalum (Asclepiadaceae), na região de Viçosa, MG, sudeste brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Vieira, M. F. & Shepherd, G. J. 1999a. Pollinators of *Oxypetalum* (Asclepiadaceae) in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** **59**: 693-704.
- Vieira, M. F. & Shepherd, G. J. 1999b. Sistema reprodutivo de *Oxypetalum appendiculatum* Mart. e *Oxypetalum banksii* Roem. & Schult. subsp. *banksii* (Asclepiadaceae). **Acta Botanica Brasilica** **13**: 237-241.



- Vieira, M. F. & Shepherd, G. J. 2002a. *Oxypetalum branksii* subsp. *banksii*: a taxon of Asclepiadaceae with an extragynocclial compitum. **Plant Systematics and Evolution** **233**: 199-206.
- Vieira, M. F. & Shepherd, G. J. 2002b. Removal and insertion of pollinia in flowers of *Oxypetalum* (Asclepiadaceae) in southeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical** **50**: 37-43.
- Wyatt, R. 1981. The reproductive biology of *Asclepias tuberosa*. II. Factors determining fruit-set. **New Phytologist** **88**: 375-385.
- Wyatt, R. & Broyles, S. B. 1994. Ecology and evolution of reproduction in milkweeds. **Annual Review of Ecology and Systematics** **25**: 423-441.
- Wyatt, R. & Broyles, S. B. 1997. The weedy tropical milkweeds *Asclepias curassavica* and *A. fruticosa* are self-compatible. **Biotropica** **29**: 232-234.
- Wyatt, R.; Edwards, A. L.; Lipow, S. R. & Ivey, C. T. 1998. The rare *Asclepias texana* and its widespread sister species, *A. perennis*, are self-incompatible and interfertile. **Systematic Botany** **23**: 151-156.