

P

PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM *MICONIA FALLAX* DC. (MELASTOMATACEAE) E *MATAYBA GUIANENSIS* AUBL. (SAPINDACEAE) EM DUAS ÁREAS DE CERRADO NO TRIÂNGULO MINEIRO

CECÍLIA LOMÔNACO

Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Instituto de Biologia, Caixa Postal 593, CEP 38400-902 Uberlândia-MG

NILSON SANTOS DOS REIS

Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Instituto de Biologia, Caixa Postal 593, CEP 38400-902 Uberlândia-MG, E-mail: lomonaco@ufu.br

RESUMO: Este trabalho compara alguns caracteres reprodutivos de *Miconia fallax* e *Matayba guianensis* de uma área de Cerrado *sensu stricto* com outra de Cerradão. Os caracteres analisados foram: peso dos frutos, número de sementes por fruto, peso das sementes e peso do arilo (este último somente para *M. guianensis*). Na área de Cerradão, *M. fallax* apresentou frutos com maior biomassa, contendo sementes maiores e em menor número do que os da área de Cerrado. *M. guianensis* apresentou arilos mais pesados no Cerrado, enquanto os demais caracteres não diferiram entre os dois ambientes. A maior biomassa dos arilos das sementes de *M. guianensis* que se desenvolveram na área de Cerrado pode estar associada ao aumento da atratividade de aves dispersoras, uma vez que arilos são ricos em nutrientes e constituem elementos importantes para a dieta desses animais. Em *M. fallax* percebeu-se a ocorrência de troca ecológica entre tamanho e número de sementes. A produção de sementes com maior biomassa de *M. fallax* no Cerradão pode constituir adaptação para maximizar o sucesso da germinação e do crescimento de plântulas em ambiente mais sombreado.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, estratégias reprodutivas, *Matayba guianensis*, *Miconia fallax*, trocas ecológicas.

ABSTRACT: This study compares the reproductive strategy of *Miconia fallax* and *Matayba guianensis* in an area of Cerrado *sensu stricto* and another of Cerradão. The characters analyzed were: fruit weight, number of seeds per fruit, seed and aril weight (the latter registered only for *M. guianensis*). In the Cerradão area, *M. fallax* presented heavier fruits with larger seeds but in a lower number when compared to the plants of the Cerrado area. *M. guianensis* from the Cerrado area presented arils significantly heavier than those from the Cerradão area, while the other features did not differ significantly between areas. The greater aril biomass of the Cerrado plants is probably associated to competition of seed dispersal birds, since arils are generally rich in nutrients and important elements in the diet of these animals. The occurrence of a trade-off between seed size and seed number was registered for *M. fallax*. The investment of *M. fallax* in heavier seeds in the Cerradão area may be an adaptation to maximize seed germination and growth in this shady environment.

KEY WORDS: Cerrado, reproductive strategy, *Matayba guianensis*, *Miconia fallax*, trade-offs.

INTRODUÇÃO

Plantas são organismos fixos, sendo, então, obrigadas a suportar as condições locais e as flutuações climáticas que ocorrem ao longo do tempo (Bradshaw, 1965). Conseqüentemente, seu potencial plástico torna-se

uma ferramenta adaptativa importante para a sobrevivência em ambientes distintos (Scheiner & Callahan, 1999).

Além disso, muitas variáveis ambientais podem agir sobre as plantas e interferir

em sua capacidade reprodutiva, tais como o nível de nutrientes no solo (Aarsen & Burton, 1990; Sills & Nienhuis, 1995), a temperatura (Alexander & Wulff, 1985; Wulff, 1986), o estresse hídrico (Meckel et al., 1984; Sawhney & Naylor, 1982), o fotoperíodo (Cook, 1975) e a herbivoria (Crawley & Nachapong, 1985). Esses fatores podem influenciar o tamanho das sementes, o seu número ou ambos (Sills & Nienhuis, 1995). De modo geral, plantas que crescem em solos mais ricos em nutrientes ou em condições mais adequadas produzem progênie com sementes maiores, as quais geralmente apresentam maior taxa de germinação e crescimento e maior habilidade competitiva (Geritz et al., 1999; Sills & Nienhuis, 1995).

Uma vez que sementes e outras estruturas reprodutivas estão claramente ligadas à aptidão (Perfectti & Camacho, 1999), espera-se que o investimento em número ou em biomassa de sementes de uma mesma espécie de planta em dois ambientes distintos possa diferir em decorrência de fatores edáficos, tais como fertilidade, umidade, profundidade e outras características ambientais, como a luminosidade e a competição.

Pouco se sabe sobre trocas ecológicas (*trade-offs*) quanto às estratégias reprodutivas (*K* e *r*) na produção de sementes nas savanas neotropicais (Perez & Santiago, 2001). O Cerrado, que ainda ocupa boa parte do Planalto Central brasileiro, é um complexo vegetacional com grande variedade de fisionomias, englobando formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter, 1998). Esse bioma é caracterizado por clima pouco variável, marcado por estação seca bem definida (Nimer & Brandão, 1989) e por apresentar grande variação edáfica quanto a textura, fertilidade e composição mineral, o que influencia o aspecto geral da vegetação, marcando as diferenças fitofisionômicas. De modo geral, solos de Cerradão são mais férteis, profundos, úmidos e com maior teor de matéria orgânica que os demais tipos vegetacionais (Furley & Ratter, 1988; Goodland & Pollard, 1973; Lopes & Cox, 1977).

Este trabalho teve como objetivo determinar se existem diferenças entre o número e o peso de sementes e o peso de frutos de duas espécies de plantas, *Matayba guianensis* Aubl.

(Sapindaceae) e *Miconia fallax* DC. (Melastomataceae), coletadas em áreas de Cerrado sentido restrito e de Cerradão. Considerando-se as diferenças edáficas e fitofisionômicas entre as áreas estudadas, esperava-se a ocorrência de trocas ecológicas no investimento reprodutivo dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS DE ESTUDO

Os estudos foram realizados em duas áreas.

A área 1 constitui-se de vegetação de Cerrado sentido restrito, sobre terreno plano, em latossolo vermelho distrófico típico de textura muito argilosa (Resende et al., 1997), estando cerca de 35 km do perímetro urbano de Araguari-MG (18°38' S e 48°11' O - 927 m de altitude), à margem da Rodovia Estadual MG 223, que liga os municípios de Araguari e Tupaciguara. Segundo Nimer & Brandão (1989), a região é caracterizada por clima muito úmido, com grande excedente hídrico de novembro a abril (787 mm) e precipitação média anual de cerca de 1610 mm. Apesar da estação de deficiência de chuvas ser de cinco meses (maio a setembro), a redução da evapotranspiração potencial nessa época não resulta em grandes déficits de água nos solos, que permanecem com razoável umidade armazenada, até mesmo na estação de chuvas escassas. A temperatura média anual na região é de 20,3°C (Nimer & Brandão, 1989).

A área 2 constitui-se de vegetação de Cerradão, sobre terreno plano, em latossolo vermelho distrófico típico de textura média, profundo e bem drenado. Situa-se na Estação Ecológica do Panga (19°10' S e 48°23' O - 800 m de altitude), localizada a cerca de 30 km ao sul da sede do município de Uberlândia-MG. O clima da região é do tipo Aw (segundo a classificação de Köppen), com verão quente e úmido e inverno frio e seco (Schivani & Araújo, 1989). Segundo Nimer & Brandão (1989), a precipitação pluviométrica é insuficiente de abril a setembro, começando a chover com maior frequência somente em outubro, quando, então, a necessidade das plantas é suprida sem haver excedente hídrico. Abril é normalmente

caracterizado por grande declínio de precipitação, porém, como os solos estão plenos de umidade estocada durante a estação chuvosa, não há carência de água para as plantas. O balanço hídrico torna-se marcadamente negativo somente em agosto e setembro, quando o déficit de água para cada mês é de aproximadamente 50 mm. De dezembro a março há grande excedente hídrico (418 mm em média) e a precipitação média anual é mantida em cerca de 1438 mm. A temperatura média anual é de 22,9°C (Nimer & Brandão, 1989).

A distância entre os dois locais de coleta é de aproximadamente 90 km.

ESPÉCIES ESTUDADAS

Miconia fallax DC. (Melastomataceae) é uma espécie de porte arbustivo (0,8 m a 1,5 m de altura), sem nome popular. As flores são pentâmeras e o hipanto tem cerca de 3 mm. O fruto é do tipo baga, apresentando coloração púrpura escura a enegrecida quando maduro. A floração e a frutificação acontecem principalmente entre os meses de setembro e novembro (Romero, 1996).

Matayba guianensis Aubl. (Sapindaceae) é uma espécie de porte arbustivo ou arbóreo (6 m a 10 m de altura), sendo popularmente conhecida como camboatá, camboatã, camboatá-branco, mataíba, bataíba, cuvantã, jatuá-uba, jatuá-iba, atou-aou, tou-aou ou pau-da-digestão. As inflorescências se apresentam em panículas axilares, com flores de 2 mm a 4 mm de comprimento. Os seus frutos são cápsulas trigono-subglobosas, um pouco verrugosas, glabras externamente e tomentosas internamente, apresentando até 2 cm de comprimento e suas sementes possuem arilo (Reitz, 1980). Essa espécie floresce no período de agosto a dezembro e frutifica até o mês de maio (Guarin Neto, 1994).

Essas duas espécies foram escolhidas por sua alta frequência nas duas áreas estudadas e pela abundante frutificação no período de coleta (Schiavini & Araújo, 1989; Resende et al., 1997).

PERÍODO DE COLETA

Os frutos de *Miconia fallax* foram coletados no mês de dezembro de 2001 e os de *Matayba guianensis* nos meses de janeiro e fevereiro de 2002.

VARIÁVEIS ANALISADAS

Os caracteres utilizados para comparação entre as duas áreas de estudo foram: peso fresco dos frutos, número de sementes por fruto, peso fresco das sementes e peso fresco do arilo (este último somente para *M. guianensis*). Em cada comunidade vegetal foram amostrados aleatoriamente 100 frutos de cada uma das duas espécies, sendo coletados 10 frutos, não parasitados e plenamente maduros, em cada um de 10 indivíduos diferentes. Para padronizar o grau de maturação foram utilizados frutos de *M. fallax* que já haviam adquirido coloração enegrecida e frutos recém-abertos de *M. guianensis*, caracterizados por estar com a casca hidratada e ainda não retraída. Após a coleta, os frutos foram acondicionados em pequenos sacos plásticos e transportados para laboratório, onde todas as pesagens foram feitas utilizando-se balança analítica (precisão de 0,0001 g). Em seguida, os frutos foram abertos e tiveram suas sementes também pesadas e contadas. Em *M. guianensis* foi também obtido o peso individual de cada arilo, subtraindo-se o peso da semente sem seu arilo do peso da semente com o arilo ainda aderido a ela. Uma vez que as sementes de *M. fallax* eram muito pequenas, optou-se pela pesagem por lotes, sendo calculado, posteriormente, o peso médio das sementes por fruto. Foram desconsideradas para a estimativa de biomassa as sementes que não se desenvolveram normalmente.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As diferenças de peso dos frutos, número de sementes e peso médio das sementes entre as áreas estudadas foram avaliadas por meio do teste de Mann-Whitney (Zar, 1984). As correlações fenotípicas entre as variáveis reprodutivas por área de coleta foram obtidas

por teste de correlação de Spearman. Os coeficientes de correlação, quando significativos, foram comparados entre as áreas, aos pares, por teste Z (Zar, 1984) para verificar se havia divergências na associação entre os caracteres em cada ambiente. A análise comparativa da correlação de caracteres entre ambientes indica não somente o grau de associação entre tais caracteres (i.e. pleiotropia), mas também se influências ambientais e respostas plásticas estão afetando a expressão dessas características (Cheverud, 1988; Falconer, 1989). Os testes estatísticos foram conduzidos usando o programa SYSTAT® para Windows® versão 9.00 (Wilkinson, 1999).

RESULTADOS

Em *Miconia fallax* houve diferença significativa em peso dos frutos ($U = 3361,5$; $n = 200$; $p < 0,001$), número de sementes ($U = 8254,0$; $n = 200$; $p < 0,001$) e peso médio das sementes ($U = 2364,0$; $n = 200$; $p < 0,001$) quando foram comparadas as duas áreas de crescimento. Na área de Cerradão foram observados frutos com maior biomassa e contendo sementes também com maior biomassa, porém em menor número, em comparação com os da área de Cerrado sentido restrito (Tabela 1). Houve correlação significativa entre peso do fruto e

peso médio das sementes no Cerrado sentido restrito, mas esta relação não foi verificada no ambiente de Cerradão. Em ambas as áreas, o peso do fruto também se correlacionou com o número de sementes (Tabela 2) e os índices de correlação obtidos não diferiram entre as áreas ($Z = 0,132$; $p > 0,05$). Não foram significativas as correlações obtidas em cada área entre peso de sementes e número de sementes (Tabela 2).

Com relação a *Matayba guianensis*, o número de sementes por fruto, o peso dos frutos e o peso das sementes não diferiram significativamente entre os dois ambientes, mas o peso do arilo foi maior na área de Cerrado sentido restrito (Tabela 3). Os índices de correlação entre peso do fruto e número de sementes diferiram significativamente entre as áreas estudadas ($Z = 2,084$; $p < 0,05$). Entretanto, não houve diferenças significativas entre as áreas nos índices de correlação obtidos entre o peso das sementes e o peso dos arilos ($Z = 0,655$; $p > 0,05$). Correlações significativas entre peso de frutos e arilos não foram encontradas em nenhuma das duas áreas estudadas. O peso dos frutos correlacionou-se significativamente com o peso de sementes somente no ambiente de Cerradão e o número de sementes foi significativamente correlacionado com o peso de sementes e com o peso de arilos somente na área de Cerrado (Tabela 4).

Tabela 1 - Comparação das variáveis reprodutivas analisadas em *Miconia fallax* na área de Cerrado (sentido restrito) e de Cerradão. Diferenças significativas obtidas pelo emprego do teste de Mann-Whitney ($n = 200$).

Variável	Cerrado	Cerradão	U	p
	Mediana (Amplitude)	Mediana (Amplitude)		
Peso de frutos (g)	0,3130 (0,35)	0,3748 (0,54)	3361,5	<0,001
Sementes (n°)	67,69 (9,21)	56,18 (9,05)	8254,0	<0,001
Peso de sementes (g)	0,0005 (0,0004)	0,0006 (0,0010)	2364,0	<0,001

Tabela 2 - Correlações de Spearman (r_s) entre características reprodutivas de *Miconia fallax* nas duas áreas amostradas, (n = 200).

Variável	Cerrado		Cerradão	
	r_s	p	r_s	p
Peso de frutos x número de sementes	0,322	<0,002	0,304	<0,005
Peso de frutos x peso de sementes	0,253	<0,02	0,059	>0,05
Peso de sementes x número de sementes	-0,069	>0,05	-0,144	>0,05

Tabela 3 - Comparação das variáveis reprodutivas analisadas em *Matayba guianensis* na área de Cerrado sentido restrito e de Cerradão. Diferenças significativas obtidas pelo emprego do teste de Mann-Whitney (n = 200).

Variável	Cerrado	Cerradão	U	p
	Mediana (Amplitude)	Mediana (Amplitude)		
Peso de frutos (g)	1,43 (2,30)	1,34 (2,13)	5480	0,240
Sementes (n°)	2,00 (2,00)	2,00 (2,00)	5330	0,388
Peso de sementes (g)	0,19 (0,29)	0,19 (0,32)	16754	0,301
Peso de arilos (g)	0,10 (0,12)	0,09 (0,13)	21297	0,001

Tabela 4 - Correlações de Spearman (r_s) entre variáveis reprodutivas de *Matayba guianensis* em duas áreas amostradas (n = 200).

Variável	Cerrado		Cerradão	
	r_s	p	r_s	p
Peso de frutos x número de sementes	0,757	<0,001	0,598	<0,001
Peso de frutos x peso sementes	-0,004	>0,05	0,236	<0,02
Peso de frutos x peso de arilos	0,193	>0,05	0,140	>0,05
Peso de sementes x número de sementes	-0,541	<0,001	-0,123	>0,05
Peso de arilos x número de sementes	-0,284	<0,005	0,085	>0,05
Peso de sementes x peso de arilos	0,589	<0,001	0,524	<0,001

DISCUSSÃO

As duas espécies apresentaram diferentes estratégias de investimento nos caracteres reprodutivos em cada ambiente estudado, respondendo também de modo distinto às condições do meio. Em *M. fallax* foi observada a ocorrência de troca ecológica (*trade-off*) no tamanho e no número de sementes entre Cerrado e Cerradão.

Variedades que produzem maior número de sementes, porém com menor biomassa, como ocorrido para *Miconia fallax* no ambien-

te de Cerrado, obtêm maior sucesso adaptativo em condições adversas, uma vez que esta estratégia aumenta as chances de estabelecimento de cada unidade reprodutiva, por lote de produção ou por evento de frutificação (Leishman, 2001). Contrariamente, o investimento em biomassa compensado pela redução do número de sementes por fruto é uma estratégia mais freqüente em ambientes favoráveis à sobrevivência e com maior grau de saturação de espécies, nos quais a competição por sítios de germinação é maior (Arntz et al., 2002; De Nobrega & Leon, 2000; Geritz et al.,

1999; Leishman & Murray, 2001). Esta análise sugere ser o Cerradão um ambiente mais competitivo que o Cerrado sentido restrito para a produção de frutos e sementes de *M. fallax*.

Trocas ecológicas em número e biomassa de sementes já foram registradas em ambientes de Cerrado, ocorrendo para *Cabrlea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn (Meliaceae) (Fuzeto & Lomônaco, 2000) e *Eugenia calycina* Camb. (Myrtaceae) (Cardoso & Lomônaco, 2003). Utilizando modelos de genética quantitativa e efetuando cruzamentos entre variedades localmente adaptadas, as autoras citadas concluíram que as diferentes estratégias de investimento no número e na biomassa de sementes originaram-se de respostas plásticas induzidas pelo ambiente. Isso sugere que a variabilidade total observada nas populações de plantas que ocupam distintas fitofisionomias do Cerrado não possui apenas componentes genéticos de variação, mas também significativas influências ambientais. Stearns (1989) e Sugiyama & Bazzaz (1997) corroboram essa afirmação, sugerindo que trocas ecológicas ocorrem em nível individual como resultado da seleção natural, representando mecanismos compensatórios de investimento energético em estruturas ou unidades reprodutivas visando maximização da capacidade reprodutiva.

A influência do ambiente na determinação fenotípica de estruturas reprodutivas em plantas, como ocorrido em *M. fallax*, já foi descrita para espécies tanto em ambientes naturais quanto em condições controladas. Baker (1972), por exemplo, relacionou redução da quantidade de sementes e aumento de seu tamanho com nível de estresse causado por disponibilidade hídrica, intensidade luminosa e competição do ambiente. Em solos mais ricos em fósforo, a espécie *Senecio vulgaris* (L.) Hayeck (Asteraceae) desenvolveu sementes maiores (Arsen & Burton, 1990). Maior quantidade de nutrientes no solo resultou em sementes e plantas maiores de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae) (Sills & Nienhuis, 1995). Em uma floresta do Panamá, Gilbert et al. (2001) verificaram influência do clima (seca provocada pelo *El Niño*) e da competição (distância do vizinho mais próximo) sobre o tamanho de sementes de *Ocotea*

whitei Wood. (Lauraceae). Assim, entre os fatores que podem ter influenciado as divergências no investimento reprodutivo de *M. fallax* entre as duas áreas estudadas encontram-se não somente os fatores edáficos e as diferenças fitofisionômicas, mas também os fatores climáticos, visto que as áreas diferem em 2°C na temperatura média e 200 mm nos índices anuais de pluviosidade.

Entretanto, apesar das influências ambientais, o tamanho e o número de sementes são primariamente determinados genotipicamente (Daehler et al., 1999), e complexas interações gênicas definem não somente o tamanho e o número de sementes, mas também seu padrão de desenvolvimento. Em *Acacia caven* (Moll.) (Fabaceae), a maturação de frutos ocorre seletivamente, priorizando aqueles considerados mais vigorosos por conterem mais sementes (Torres et al., 2002). Assim, é importante ressaltar que as diferenças encontradas neste estudo em investimento reprodutivo de *M. fallax* podem também ter componentes genéticos se for considerada a distância de um grau de latitude entre as áreas estudadas.

Para *M. guianensis* não foram verificadas trocas ecológicas entre número e biomassa de sementes, provavelmente por esta espécie produzir apenas 1,8 sementes por fruto, em média, o que lhe conferiria menor capacidade de realizar compensações energéticas em comparação com *M. fallax*, que produz inúmeras sementes por fruto. Entretanto, em *M. guianensis* houve seleção para a produção de arilos com maior biomassa em plantas que se desenvolveram na área de Cerrado sentido restrito. Esse investimento pode estar associado à competição por aves dispersoras de sementes, considerando-se que arilos são ricos em nutrientes e, certamente, constituem elementos importantes para a dieta desses animais. Investir em arilos com maior biomassa pode ser uma estratégia para atrair dispersores de modo mais eficiente (Trainer & Will, 1984). Uma vez que o Cerradão é considerado ambiente-chave para a avifauna frugívora, em virtude de maior riqueza e oferta quantitativa de frutos, seria vantajoso para as plantas do Cerrado, de acordo com Melo (comunicação pessoal), o investimento na biomassa de arilos para atrair mais dispersores de sementes.

A distinta correlação entre peso de frutos e número de sementes de *M. guianensis* entre as áreas estudadas pode ter sido decorrente da maior variabilidade dessas características nas plantas do Cerradão, uma vez que nesse ambiente o índice de correlação entre ambas foi menor. É possível que, também nesse caso, tais variações tenham sido geradas por influências ambientais (i.e. por plasticidade fenotípica) (Sugiyama & Bazzaz, 1997). De fato, quando há influência de fatores ambientais na determinação fenotípica de um caráter, sua correlação com outros caracteres pode ser alterada de um ambiente para outro (Falconer, 1989).

Espécies que co-ocorrem em dois ambientes, como *M. fallax* e *M. guianensis*, apresentam diferentes estratégias de investimento em estruturas reprodutivas em cada ambiente. Tais variações provavelmente se relacionam com o aumento da dispersão e/ou da aptidão das sementes, contribuindo para a manutenção dessas espécies nesses habitats e para a colonização de novas áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarsen, L. W. & S. M. Burton.** 1990. Maternal effects at four levels of *Senecio vulgaris* (Asteraceae) grown on a soil nutrient gradient. *Am. J. Bot.* 77: 1231-1240.
- Alexander, H. M. & R. Wulff.** 1985. Experimental ecological genetics in *Plantago*. X. The effects of maternal temperature on seed and seedling characters in *P. lanceolata*. *J. Ecol.* 73: 271-282.
- Arntz, A. M., E. M. Vozar & L. F. Delph.** 2002. Serial adjustments in allocation to reproduction: effects of photosynthetic genotype. *Int. J. Plant Sci.* 163: 591-597.
- Baker, H. G.** 1972. Seed weight in relation to environmental conditions in California. *Ecology* 53: 997-1010.
- Bradshaw, A. D.** 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genet.* 13: 115-155.
- Cardoso, G. L. & C. Lomônaco.** 2003. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. *Rev. Bras. Bot.* 26: 131-140.
- Cheverud, J. M.** 1988. A comparison of genetic and phenotypic correlations. *Evolution* 42(5):958-968.
- Cook, R. E.** 1975. The photoinductive control of seed weight in *Chenopodium rubrum* L. *Am. J. Bot.* 62: 427-431.
- Crawley, M. J. & M. Nachapong.** 1985. The establishment of seedling from primary and regrowth seeds of ragwort (*Senecio jacobea*). *J. Ecol.* 73: 255-261.
- Daehler, C. C., M. Yorkston, W. Sun & N. Dudley.** 1999. Genetic variation in morphology and growth characters of *Acacia koa* in the Hawaiian Islands. *Int. J. Plant Sci.* 160: 767-773.
- De Nobrega, J. R. & J. A. Leon.** 2000. Efectos del costo en supervivencia de la reproducción sobre el tamaño adaptativo de las semillas. *Ecotropicos (Caracas)* 13:61-66.
- Falconer, D. S.** 1989. Introduction to quantitative genetics. Longman Science & Technology, New York, 438p.
- Furley, P. A. & J. A. Ratter.** 1988. Soil resources and plant communities of central Brazilian cerrado and their development. *J. Biogeograph.* 15: 97-108.
- Fuzeto, A. P. & C. Lomônaco.** 2000. Potencial plástico de *Cabralea cajerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. *Rev. Bras. Bot.* 23: 169-176.
- Geritz, S. A. H., M. E. Van Der & J. A. J. Metz.** 1999. Evolutionary dynamics of seed size and seedling competitive ability. *Theoret. Pop. Biol.* 55: 324-343.
- Gilbert, G. S., K. E. Harms, D. N. Hamill. & S. P. Hubbell.** 2001. Effects of seedling size, El Niño drought, seedling density, and distance to nearest conspecific adult on 6-year survival of *Ocotea whitei* seedling in Panama. *Oecologia (Berlin)* 127: 509-516.
- Goodland, R. J. & R. Pollard.** 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *J. Ecol.* 61:219-224.
- Guarin Neto, G.** 1994. Sapindaceae, p.1-61. In: J.A. Rizzo, (Ed.): Flora dos Estados de Goiás e Tocantins. Goiânia, Editora da UFG.

- Leishman, M. R.** 2001. Does the seed size/number trade-off model determine plant community structure An assessment of the model mechanisms and their generality. *Oikos* 93:294-302.
- Leishman, M. R. & B. R. Murray.** 2001. The relationship between seed size and abundance in plant communities: model predictions and observed patterns. *Oikos* 94: 151-161.
- Lopes, A. S. & F. R. Cox.** 1977. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. *Agronom. J.* 69: 828-831.
- Meckel, L., D. B. Egli, D. R. E. Phillips, D. Radcliffe & J. E. Leggert.** 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. *Agronom. J.* 76:647-650.
- Nimer, E. & A. M. P. M. Brandão.** 1989. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. IBGE, Rio de Janeiro, 128p.
- Perez, E. M. & E. T. Santiago.** 2001. Dinamica estacional del banco de semillas en una sabana en los llanos centro-orientales de Venezuela. *Biotropica* 33: 435-446.
- Perfectti, F. & J. P. M. Camacho.** 1999. Analysis of genotypic differences in developmental stability in *Annona cherimona*. *Evolution* 53: 1396-1405.
- Reitz, R.** 1980. Sapindáceas, p.133-139. In: R. Reitz (Ed.): *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Editora da UFG.
- Resende, M., N. Curi, S. B. Rezende & G. F. Correa,** 1997. *Pedologia: base para a distinção de ambientes*. NEPUT, Viçosa, 172 p.
- Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter.** 1998. Fito-fisionomias do bioma Cerrado, p.89-152. In: S.M. Sano & S.P. Almeida (Eds), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA – CPAC.
- Romero, R.** 1996. A família Melastomataceae na Estação Ecológica do Panga, Município de Uberlândia, MG. *Hoehnea* 23:147-168.
- Sawhney, R. & J. M. Naylor.** 1982. Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. 13. Influence of drought stress during seed development on duration of seed dormancy. *Canad. J. Bot.* 60:1016-1020.
- Scheiner, S. M. & H. S. Callahan.** 1999. Measuring natural selection on phenotypic plasticity. *Evolution* 53:1704-1713.
- Schiavini, I. & G. M. Araújo.** 1989. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). *Soc. & Nat.* 1:61-66.
- Sills, G. R. & J. Nienhuis.** 1995. Maternal phenotypic effects due to soil nutrient levels and sink removal in *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae). *Am. J. Bot.* 82:491-495.
- Stearns, S. C.** 1989. Trade-offs in life-history evolution. *Funct. Ecol.* 2:259-268.
- Sugiyama, S. & F. A. Bazzaz.** 1997. Plasticity of seed output in response to soil nutrients and density in *Abutilon theophrasti*: implications for maintenance of genetic variation. *Oecologia* 112:35-41.
- Torres, C., M. C. Eynard, M. A. Aizen & L. Galetto.** 2002. Selective fruit maturation and seedling performance in *Acacia caven* (Fabaceae). *Int. J. Plant Sci.* 163:809-813.
- Trainer, J. M. & T. C. Will.** 1984. Avian methods of feeding on *Bursera simaruba* (Burseraceae) fruits in Panama. *Auk*. 101:193-195.
- Wilkinson, L.** 1999. *Systat for Windows*. Chicago, SPSS Inc.
- Wulff, R. D.** 1986. Seed size variation in *Desmodium paniculatum*. I. Factors affecting seed size variability. *J. Ecol.* 74: 87-97.
- Zar, J. H.** 1984. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 718 p.

Recebido em 08.V.2006

Aceito em 10.V.2007