



PLASTICIDADE FENOTÍPICA EM *MAPROUNEA GUIANENSIS* AUBL. 1775 (EUPHORBIACEAE) EM DUAS FITOFISIONOMIAS DE CERRADO NO PARQUE ESTADUAL SERRA DE CALDAS NOVAS

Renata Leal Marques¹²

Liliane Martins de Oliveira¹³; Carlos Henrique Nunes¹³

¹Mestrandos do Programa de Pós - graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, UFU, ²Bolsista Capes, ³Bolsista Fapemig, E - mail: renatabiufu@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

1 - Introdução

Variações fenotípicas podem ser geradas diretamente pelas características genéticas ou pela interferência do ambiente sobre o genótipo. Plasticidade fenotípica é definida como uma variação na expressão fenotípica de um genótipo, que ocorre em resposta a condições ambientais particulares e que melhora a capacidade do indivíduo sobreviver e reproduzir naquelas condições (Sultan, 1987). É a habilidade de um organismo alterar sua morfologia, fisiologia e/ou desenvolvimento em decorrência de sua interação com o ambiente, sem que ocorram mudanças genéticas (Schlichting, 1986; Stearns, 1989; Scheiner, 1993).

Em ambientes heterogêneos, a plasticidade fenotípica pode ser considerada como o mecanismo de adaptação mais importante para espécies vegetais. Isso porque, as plantas são destituídas dos mecanismos de movimentação e comportamentos peculiares dos animais, sendo obrigadas a suportarem as condições locais e as flutuações climáticas que ocorrem ao longo do tempo (Bradshaw, 1965). O Cerrado brasileiro apresenta grande variedade de fisionomias e de solos (Goodland e Pollard, 1973), e pode favorecer a expressão de variações fenotípicas em resposta à sua heterogeneidade ambiental (Saiki *et al.*, 008).

Espécies com ampla distribuição geográfica quase sempre desenvolvem populações, chamadas ecótipos, adaptadas morfológica e fisiologicamente às condições locais e que apresentam limites de tolerância ajustados a essas condições (Allaby, 1994). Vários fatores podem propiciar a formação de ecótipos, dentre eles fatores climáticos e edáficos (Helgadottir e Snaydon, 1986) e fatores bióticos, como por exemplo, a exposição à patógenos (Dardick - Christopher *et al.*, 000). A formação de ecótipos no bioma do Cerrado pode ser bastante favorecida por apresentar ambientes heterogêneos e de transição (Fuzeto e Lomônaco, 2000). A plasticidade fenotípica pode, então, ter importância evolutiva, uma vez que respostas plásticas adaptativas a fatores do meio podem ser tão acentuadas a ponto de gerar, por

seleção disruptiva, novas subespécies (Via e Lande, 1985).

O estudo da plasticidade fenotípica pode ter grande importância no manejo de ecossistemas, uma vez que a caracterização de ecótipos ou verificação de potencialidades para sua formação gera importantes subsídios para maximizar a preservação da variabilidade genética, quando a delimitação de áreas de conservação ou projetos de manejo sustentado da flora silvestre estiverem sendo efetuados (Lortie e Aarssen, 1996). Além disso, pode ser importante na compreensão da estrutura de comunidades vegetais, na elucidação de teorias evolutivas que buscam explicar a origem da variabilidade dos organismos, como também pode ser utilizada como ferramenta nos processos de melhoramento genético de plantas, onde variedades de plantas com maior potencial plástico podem ser selecionadas para que possam ser cultivadas em áreas com diferentes perfis climáticos e edáficos (Walker e Noy - Meir, 1982; Donohue, 2003).

A espécie vegetal *Maprounea guianensis* Aubl. 1775 pertence a família Euphorbiaceae, que possui 290 gêneros e 7500 espécies distribuídas nas regiões tropicais e temperadas do globo, principalmente na África e América tropical (David *et al.*, 004). Ocorre em quase todo o país, indo do Amazonas até o Paraná. Tem de 4 a 12 metros de altura e copa globosa e densa. Em algumas regiões do Cerrado se apresenta como arbusto ou arvoreta. Possui folhas alternas, simples, brilhantes na parte superior e glabras (Lorenzi, 1998).

OBJETIVOS

2 - Objetivo

Este trabalho objetivou verificar a ocorrência de variações fenotípicas em *Maprounea guianensis* em uma área de cerrado sentido restrito e uma área de cerradão, no Parque Estadual Serra de Caldas Novas (PESCAN), em Caldas Novas, GO.

MATERIAL E MÉTODOS

3 - Material e Métodos

3.1 - Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de cerrado sentido restrito e uma área de cerradão no Parque Estadual Serra de Caldas Novas (PESCAN). O parque está localizado a 5 Km da cidade de Caldas Novas no estado de Goiás e possui uma área de 12.315,36 ha. O clima é do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e 22°C, respectivamente (Nimer e Brandão, 1989). A área de cerrado sentido restrito pesquisada está localizada em um platô à aproximadamente 1000 metros de altitude (entre os pontos 17°47'297"S, 48°40'268"O e 17°46'972"S, 48°40'095"O). Possui sub - bosque denso com baixa densidade arbórea e, portanto, alta luminosidade. O Cerradão está a 750 metros de altitude (entre os pontos 17°46'160"S, 48°39'540"O e 17°46'247"S, 48°39'466"O) e possui sub - bosque ralo com alta densidade arbórea, e conseqüentemente, baixa luminosidade.

3.2 - Procedimentos

A coleta foi realizada em novembro de 2008. Foram selecionados ao acaso 16 indivíduos de *Maprounea guianensis* por fitofisionomia para amostragem de 10 folhas/indivíduo. Desta forma, foram utilizadas 160 folhas por fitofisionomia, totalizando 320 folhas. Foram coletadas folhas completamente expandidas e sem alterações nas suas dimensões. Os caracteres medidos foram: comprimento e largura do limbo, comprimento do pecíolo e altura do indivíduo. A altura foi medida com fita métrica ou estimada com o auxílio de uma vara graduada de 4,5 metros. As medidas foliares foram feitas com auxílio de paquímetro (precisão de 0,05 mm). Além disso, foi realizada a contagem da área foliar, que foi estimada com auxílio de uma transparência com grades de 0,25 cm², onde os pontos preenchidos pelo limbo eram contados e multiplicados por 0,25 para obtenção da área foliar (Faleiro, 2006). Foi realizada também, a contagem de nectários extraflorais do ápice e da base foliar.

3.3 - Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Componentes Principais (PCA). Com essa análise, os dados originais são simplificados, caso estejam correlacionados entre si, e extraem - se índices multivariados de tamanho. Tais índices correspondem aos coeficientes do primeiro componente principal e os demais componentes principais denotam distorções na forma dos organismos analisados (Manly, 1994). Na primeira análise realizada, foram utilizadas as variáveis que envolviam as medidas de comprimento e largura do limbo, comprimento do pecíolo e altura do indivíduo, obtendo - se o índice de tamanho. No segundo PCA foram utilizadas as variáveis que envolviam contagens de área foliar e de nectários extraflorais do ápice e da base foliar, obtendo - se o que foi denominado de índice ecológico. Esse índice ecológico foi realizado apenas para simplificar os dados referentes à morfologia, mas não se refere ao tamanho. Foi realizado o teste de Lilliefors - Kolmogorov Smirnov para testar a normalidade das médias dos índices de tamanho e ecológico. Foi possível, então, optar por um teste paramétrico. A largura do limbo e os índices de

tamanho e ecológico foram submetidos ao teste t para verificar se havia diferença entre as fitofisionomias em estudo (Zar, 1999). Para todas as análises foi usado o software Systat 10.2 (Systat, 2002).

RESULTADOS

4 - Resultados e Discussão

Como as variáveis originais estavam significativamente correlacionadas, a análise de componentes principais foi considerada adequada para a obtenção do índice multivariado de tamanho. Cerca de 72,3% das variações morfológicas foram devidas às diferenças de tamanho entre os indivíduos e apenas 27,7% foram causadas por divergências na forma; assim, o primeiro componente principal da matriz de correlação demonstra ser um bom índice multivariado de tamanho. Os sinais dos coeficientes do primeiro vetor foram todos positivos, mas a altura obteve sinal negativo no segundo componente principal, o que demonstra a ocorrência de alometria. Isto significa não haver proporcionalidade linear entre o índice de tamanho e a altura dos indivíduos de *Maprounea guianensis*.

O índice de tamanho diferiu significativamente entre as fitofisionomias estudadas ($t = 6,211$; $g_l = 30$; $p < 0,001$), sendo maior no cerradão. Provavelmente as diferenças morfológicas significativas apresentadas por *Maprounea guianensis* entre as áreas se deve à disparidade na competição por luz. Em ambientes sombreados, as espécies tendem a investir em crescimento vertical, a fim de maximizar a captação de luz (Franco, 2004). Assim, uma vez que no cerradão há um maior sombreamento, as espécies apresentaram uma altura média (\pm desvio padrão) de 5,14 ($\pm 2,46$) metros, enquanto que no cerrado sentido restrito, não há essa limitação e a altura média foi menor com 1,33 ($\pm 1,07$) metros. O mesmo padrão foi observado para o comprimento do limbo e do pecíolo, ou seja, ambos foram maiores no cerradão em relação ao cerrado sentido restrito, com médias de 7,24 $\pm 0,84$ cm e 6,11 $\pm 0,87$ cm para o comprimento do limbo e 1,80 $\pm 0,33$ cm e 1,15 $\pm 0,30$ cm para o comprimento do pecíolo, respectivamente. Pecíolos podem, adaptativamente, ajustar seu comprimento para aumentar a exposição do limbo à luz, evitando a superposição (King e Maindonald, 1999). Além disso, a tendência para o alongamento do limbo foliar na área mais sombreada poderia estar relacionada com a maximização do aproveitamento da energia luminosa, possivelmente diminuindo a sobreposição das folhas de um mesmo ramo (Reis, 2003).

Na segunda análise de componentes principais, utilizada apenas para simplificar os dados em um índice denominado de ecológico, a porcentagem total de variância explicada pelo primeiro componente principal, no qual todas variáveis contadas de *Maprounea guianensis* estão envolvidas foi de 38,9%. Os coeficientes do primeiro vetor possuem sinais positivos, com diferentes magnitudes, mas os nectários extraflorais do ápice obtiveram sinal negativo no segundo componente principal, o que demonstra que variações nos nectários extraflorais do ápice não são linearmente acompanhadas por variações na área foliar e nos nectários extraflorais da base.

O índice ecológico diferiu significativamente entre as fitofisionomias pesquisadas ($t = -6,446$; $gl = 30$; $p < 0,001$), sendo maior no cerrado sentido restrito. Os nectários extraflorais em folhas, geralmente possuem função protetora, uma vez que atraem formigas que se alimentam dessa fonte de alimento e em contrapartida defendem a planta contra predadores. Estes benefícios podem variar entre microhabitats, com a agressividade da espécie de formiga, com as estratégias defensivas apresentadas pelos insetos herbívoros, bem como com a espécie de planta (Santos e Del - Claro, 2001). Assim, a presença em maior número de nectários extraflorais em folhas do cerrado sentido restrito (com médias de $4,41 \pm 1,59$ nectários extraflorais na base foliar e $2,48 \pm 0,97$ no ápice) em relação ao cerradão ($1,97 \pm 0,88$ nectários na base e $2,03 \pm 1,22$ no ápice), pode ser devido à provável presença de espécies de formigas e herbívoros diferenciais entre as áreas estudadas.

A largura foliar também apresentou diferença significativa entre as fitofisionomias ($t = -9,078$, $gl = 30$, $p < 0,001$), sendo em média maior no cerrado sentido restrito. Vários fatores podem influenciar o tamanho foliar (Reis, 2003). A morfologia foliar pode refletir, por exemplo, a ação de inimigos naturais. Carneiro e colaboradores (2001) observaram que a ação de nematóides parasitas em raízes resultou em drástica redução no crescimento da planta, diminuindo também o tamanho foliar. Outros autores advertem que as condições do solo podem afetar indiretamente a aparência da folha, por meio de múltiplas interações hormonais (Pasioura, 2002). Além disso, há trabalhos que mostram que o sombreamento pode induzir aumento da área foliar como uma maneira de se compensar a baixa intensidade luminosa (Pons *et al.*, 001; Reis, 2003). Porém, Dengler (1980) observou que as folhas "de sol" de girassol (*Helianthus annuus*) são maiores do que aquelas que se desenvolvem em locais sombreados, o que se assemelha ao observado neste trabalho. Hlwatika e Bhat (2002), estudando anatomia e morfologia de onze espécies lenhosas, sugeriram que a folhagem responde primariamente às funções fotossintéticas ao invés do controle da perda de água pela transpiração. Espécies de savana tendem a ocupar locais secos, porém, elas tipicamente não exibem estresse substancial de água durante a prolongada estação seca, devido às altas taxas de transpiração e elevados potenciais hídricos (Meinzer *et al.*, 999). Assim, a maior área e largura foliar no cerrado sentido restrito em relação ao cerradão (com médias de $29,85 \pm 6,05$ cm² e $5,36 \pm 0,51$ cm; $21,44 \pm 4,59$ cm² e $3,77 \pm 0,48$ cm, respectivamente) poderia estar relacionada à maximização das funções fotossintéticas, uma vez que a maior luminosidade no primeiro possibilita uma maior taxa fotossintética.

CONCLUSÃO

5 - Conclusão

As variações fenotípicas observadas nos caracteres vegetativos em *Maprounea guianensis* devem estar ocorrendo como um meio de aumentar a captação de luz. Deste modo, esta plasticidade nos caracteres analisados pode ser considerada adaptativa, por estar contribuindo para a estabilidade funcional da planta (Reis, 2003). Se as diferenças entre os ecótipos se intensificarem e se manterem ao longo do tempo,

pode haver formação de subespécies de *Maprounea guianensis*, como já sugerido por Saiki, (2006) e corroborado por novas variáveis e análises utilizadas nesse trabalho.

Agradecimentos

À professora Dra. Cecília Lomônaco pelos conhecimentos adquiridos com a disciplina de Análises multivariadas e pelo empréstimo de referências bibliográficas e ao Prof. Dr. Paulo Eugênio Oliveira pela ajuda na seleção e identificação da espécie vegetal estudada. À Capes e Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

Referências Bibliográficas

- Allaby, M. The concise Oxford dictionary of ecology. Oxford University Press, New York. 1994.
- Bradshaw, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. In Advances in Genetics (E. M. Caspari e J. M. Thoday, eds.). Academic Press, New York. p.115 - 155. 1965.
- Carneiro, R. M. D. G., Moreira, W. A., Almeida, M. R. A. e Gomes, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. Nematologia Brasileira. 25(2): 223 - 228. 2001.
- Dardick - Christopher, D.; Sheetal, G. e Culver - James, N. Susceptibility and Symptom Development in *Arabidopsis thaliana* to Tobacco mosaic virus Is Influenced by Virus Cell - to - Cell Movement. Molecular plant Microbe Interactions. 13: 1139 - 1144. 2000.
- David, J. P.; Meira, M.; David, J. M. e Guedes, M. L. S. Triterpenos e ferulatos de alquila de *Maprounea guianensis*. Quím. Nova, São Paulo, 27(1): 62 - 65. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000100013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 Nov. 2008.
- Dengler, N. G. Comparative histological basis of sun and shade leaf dimorphism in *Helianthus annuus*. Canadian Journal of Botany, 58: 717 - 730. 1980.
- Donohue, K. Setting the stage: phenotypic plasticity as habitat selection. International Journal of plant Science. 164: 9 - 92. 2003.
- Faleiro, W. Morfologia foliar em plantas de cinco fisionomias de cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. Unimontes Científica. Montes Claros, 8(1): 107 - 116. 2006.
- Franco, A. C. Estratégias funcionais de plantas lenhosas das savanas do Brasil Central: Relação ao déficit hídrico e ao regime luminoso. In Fisiologia Ecológica em Plantas: Mecanismos y Respuestas a Estrés em los Ecosistemas (H. M. Cabrera, ed.). EUV, Valparaíso - Chile. 2004.
- Fuzeto, A. P. e Lomônaco, C. Potencial plástico de *Cabralea cajerana* e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda, Uberlândia, MG: Revista Brasileira de Botânica 23: 169 - 176. 2000.
- Goodland, R. J. e Pollard, R. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. Journal of Ecology 61: 219 - 224. 1973.
- Helgadottir A. e Snaydon R. W. Patterns of genetic variation among populations of *Poa pratensis* and *Agrostis*

- capillaris from Britain and Iceland. *J. Appl. Ecol.* 23: 703 - 719. 1986.
- Hlwatika, C. N. M. e Bhat, R. B.** An ecological interpretation of difference in leaf anatomy and its plasticity in contrasting tree species in Orange Kloof, Table Mountain, South Africa. *Annals of Botany London.* 89(1): 109 - 114. 2002.
- King, D. A. e Maindonald, J. H.** Tree architecture in relation to leaf dimensions and tree stature in temperate forest saplings. *Journal of Ecology.* 87(6): 1012 - 1024. 1999.
- Lorenzi, H.** Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, v.2.:il. 1998.
- Lortie, C. J. e Aarssen, L. W.** The specialization hypothesis for phenotypic plasticity in plants. *International Journal of Plant Science.* 157: 484 - 487. 1996.
- Manly, B. F. J.** Multivariate statistical methods. London. Chapman & Hall. 215p. 1994.
- Meinzer, F. C.; Goldstein, G.; Franco, A. C.; Bustamante, M.; Iglar, E.; Jackson, P.; Caldas L. e Rundel, P. W.** Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in Brazilian cerrado woody species. *Functional Ecology* 13: 273-282. 1999.
- Nimer, E. e Brandão, A. M. P. M.** Balanço hídrico e clima da região dos cerrados. IBGE, Rio de Janeiro, 1989.
- Passioura, J. B.** Soil conditions and Plant growth. *Plant Cell and Environment* 25(2): 311 - 318. 2002.
- Pons, T. L.; Jordi, W. e Kuiper, D.** Acclimation of plants to light gradients in leaf canopies: evidence for a possible role for cytokines transported in the transpiration stream. *Journal of Experimental Botany* 2(360): 1563 - 1579. 2001.
- Reis, N. S.** Variações fenotípicas em espécies lenhosas do Cerrado em três áreas no Triângulo Mineiro. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, UFU. Uberlândia - MG. 91p. 2003.
- Saiki, P. T. O.** Variações fenotípicas em *Maprounea guianensis* Aubl. (Euphorbiaceae) em duas áreas de Cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. Curso de Campo 2006, Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p.65 - 79. 2007.
- Saiki, P. T. O.; Silva, B. e Lomônaco, C.** Expressão de caracteres reprodutivos e vegetativos de *Senna velutina* (Vogel) H. S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae) em dois ambientes distintos de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 32(2): 363 - 369. 2008.
- Santos J. C. e Del - Claro, K.** Interação entre formigas, herbívoros e nectários extraflorais em *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlecht.) K. Schum. (Rubiaceae) na vegetação do cerrado. *Rev. bras. Zool.* 3(1): 77 - 92. 2001.
- Scheiner, S. M.** Genetics and evolution of phenotypic plasticity. *Annual Review of Ecology and Systematics.* 24: 35 - 68. 1993.
- Schlichting, C. D.** The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 667 - 693. 1986.
- Stearns, A. D.** The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *Bioscience.* 39: 436 - 445. 1989.
- Sultan, S. E.** Evolutionary Implications of Phenotypic Plasticity in Plants. *Evol. Biol.* 21: 127 - 178. 1987.
- Systat.** Systat®10.2 software. Systat products, SPSS Inc, 2002.
- Via, S. e Lande, R.** Genotype - environment interactions and the evolution of phenotypic plasticity. *Evolution.* 39: 505 - 522. 1985.
- Walker, B. H. e Noy - Meir, I.** Aspects of the stability and resilience of savanna ecosystems. In *Ecology of tropical savannas: Ecological Studies* (B. J. Huntley e B. H. Walker eds.). Springer, Berlin. p.556 - 590. 1982.
- Zar, J. H.** Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey. 1999.