



VARIABILIDADE MORFOLÓGICA E ANATÔMICA DE *MICONIA ALBICANS* (SW.) TRIANA (MELASTOMATACEAE) AO LONGO DE UM GRADIENTE AMBIENTAL NO CERRADO.

Cibele Bedetti¹

Débora Brum¹; Maria Zabele D. Moura¹; Carolina Januzzi¹; Fernando A. O. Silveira^{1,2}; Luciana C. N. Melo¹

1 Centro Universitário UNA, Faculdade de Ciências Biológicas, Campus Guajajaras, Belo Horizonte, Minas Gerais 2 Ecologia Evolutiva e Biodiversidade/DBG, ICB/Universidade Federal de Minas Gerais, Av Antônio Carlos 6627, CP 486, 30161 - 970 Belo Horizonte, MG, Brasil. faosilveira@terra.com.br

INTRODUÇÃO

A plasticidade fenotípica pode ser definida como a produção de vários fenótipos a partir de um mesmo genótipo. Indivíduos da mesma espécie de planta cultivados sobre diferentes pressões ambientais mostram significativas variações em sua morfologia, anatomia e fisiologia. Sabe-se que as variações em fatores abióticos como intensidade de luz e fertilidade do solo podem causar grandes mudanças no desenvolvimento vegetal (Sultan, 2000). O componente genético e as variações ambientais, como incidência luminosa, temperatura e o balanço de água podem exercer efeito sobre a distribuição (Scarano *et al.*, 2001; Scarano, 2002), morfologia e produção de recursos tróficos nas plantas (Faegri & van der Pijl, 1979), refletindo a plasticidade fenotípica das espécies vegetais.

A heterogeneidade ambiental do Cerrado oferece um modelo para se estudar a plasticidade fenotípica. As fisionomias vão desde o campo limpo (ausência do estrato arbustivo - arbóreo), passando pelas formações savânicas (árvores baixas e arbustos esparsamente distribuídos na matriz herbácea), até o cerradão, uma formação florestal com uma cobertura de 80% do dossel e árvores atingindo 15 metros de altura (Ratter *et al.*, 1997). No entanto, estudos de plasticidade fenotípica em plantas de Cerrado são raros. A realização deste estudo se justifica principalmente por que avalia a variabilidade morfológica e anatômica ao longo de um gradiente ambiental (com três condições contrastantes). *Miconia albicans* (SW.) Triana, a espécie selecionada para este estudo, apresenta-se como modelo de estudo devido à sua ampla distribuição geográfica e diversidade de ambientes em que ocorre.

O gênero *Miconia* é considerado o mais representativo da família Melastomataceae e possui cerca de mil espécies, distribuídas por toda América Tropical e Andes (Goldenberg *et al.*, 2008). A capacidade para a adaptação em ambientes tão diversificados sugere que trata-se de um gênero com um grande potencial para recuperar zonas que tenham sofrido

perturbações (Ely *et al.*, 2005).

OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram verificar se existem diferenças nos padrões anatômicos e morfológicos das folhas de *Miconia albicans* ao longo de um gradiente ambiental. Foram avaliados: 1) o potencial plástico da anatomia e morfologia foliar, 2) alterações na área foliar específica, densidade de estômatos, no índice estomático, na espessura do mesofilo e dos parênquimas; e 3) alterações anatômicas nas estações seca e chuvosa.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e espécie estudada

O presente estudo foi executado na Estação Ecológica de Pirapitinga (18°21'34" S e 45°19'51" W, 587m a.n.m.) em Três Marias, Minas Gerais, sudeste do Brasil. O clima é caracterizado por uma marcante sazonalidade, com uma estação chuvosa e quente (de outubro a abril) e uma estação seca e fria (de maio a setembro). A temperatura média varia entre 20,9°C e 25,1°C com pluviosidade média de 1222 mm/ano. Sua vegetação é composta principalmente por Cerrado.

Miconia albicans é um arbusto de 1,5 a 4m de altura. É uma espécie pioneira amplamente distribuída ocorrendo desde o México até o Paraná (Goldenberg, 2004) ocorrendo ao longo de estradas, áreas abertas e ocupa diferentes ambientes. Na área de estudo *M. albicans* ocorre nas fisionomias de campo sujo (CS), cerrado sensu stricto (CE) e cerradão (CD).

Área foliar específica

Em cada fisionomia 15 indivíduos foram aleatoriamente escolhidos e marcados e 10 folhas por indivíduo foram coletadas em julho e dezembro de 2007. A área foliar foi determinada pela digitalização das folhas e o cálculo da

área obtido com o auxílio do software ImageTool. Posteriormente, as folhas foram secas em estufa a 70°C por 48h para obtenção do peso de massa seca. Para o cálculo da área foliar específica (AFE), a área foliar foi dividida pelo peso seco da folha.

Anatomia foliar

As coletas foram realizadas em setembro de 2007 durante a estação seca. Folhas maduras (n=5) de cinco indivíduos de cada fisionomia foram coletadas e fixadas em FAA50 por 48 horas e conservadas em álcool etílico a 70% (Johansen, 1940). Seções transversais foram obtidas à mão livre e as epidermes foram dissociadas em solução de hipoclorito de sódio a 50%. O material foi corado com azul de astra e fucsina básica ou azul de toluidina. As lâminas montadas em gelatina glicerina de Kaiser e analisadas em microscópio óptico, sendo todas as medições tomadas em um campo estabelecido por ocular de 10x e objetiva de 20x. Testes histológicos foram realizados em seções transversais feitas à mão livre utilizando os seguintes reagentes: Lugol (Jensen, 1962), Sudam III (Jensen, 1962), cloreto férrico 3% (Johansen, 1940) e DMACA (Feucht, 1986), para identificar amido, lipídeos, polifenóis e flavonóides, respectivamente. Para a análise da epiderme foliar contaram-se o número de estômatos e de células epidérmicas de cada fragmento, em um campo pré-estabelecido (ocular de 10x e objetiva de 40x) acoplado à câmara clara. O índice estomático foi calculado e para comparar o número de estômatos entre as fisionomias.

Análises estatísticas

Quando os dados apresentavam os pressupostos das análises paramétricas, foram realizadas análises de variância (ANOVA) seguidas do teste de Tukey ($\alpha < 0,05$) para verificar diferenças entre as fisionomias. Quando os pressupostos não apresentavam normalidade e/ou homocedasticidade, foi realizado o teste de Kruskal - Wallis seguido do teste de Conover.

RESULTADOS

Miconia albicans é uma espécie típica do cerrado (Goldenberg 2004) e apresenta adaptações propícias para ambientes secos tais como: cutícula espessa, células epidérmicas com paredes anticliniais retas, organização do mesofilo dorsiventral, estômatos projetados restritos à face abaxial e tricomas mais abundantes na face abaxial. Tais características já foram citadas para os membros de Melastomataceae (Metcalf & Chalk 1950).

A epiderme possui tricomas glandulares curtos na face adaxial e tectores ramificados na face abaxial que forma uma densa cobertura sobre essa face foliar. A presença dessas estruturas é importante na adaptação a ambientes xéricos, pois mantém uma atmosfera saturada em vapor de água em torno da folha, evitando a perda excessiva de água. Além disso, podem proteger contra o calor extremo através da reflexão da radiação ultravioleta (Larcher, 2000), servir como barreira mecânica contra patógenos e herbívoros. Já os tricomas glandulares estão envolvidos com a proteção química, através de liberação de substâncias lipofílicas (Valkama *et al.*, 2003).

As folhas são hipoestomáticas com estômatos do tipo anomocítico levemente projetados em relação às demais células epidérmicas. Os poucos espaços intercelulares no mesofilo conferem uma vantagem adaptativa, pois maximiza a capacidade fotossintética da folha, já que uma maior superfície interna livre acarreta em trocas gasosas mais rápidas e eficientes, possibilitando intensa fotossíntese nos períodos em que a água se encontra disponível (Fahn, 1978). No mesofilo, logo abaixo da epiderme, foi observada a presença de idioblastos cristalíferos contendo drusas. Os cristais de oxalato de cálcio apresentam propriedades reflexivas, que podem servir como uma adaptação que reflete uniformemente a radiação solar entre as células do mesofilo (Larcher, 2000). Além disso, esse conjunto de cristais pode também proteger a planta contra ataque de herbívoros e fornecer apoio mecânico para os tecidos (Metcalf & Chalk, 1988). O sistema de revestimento apresentou células epidérmicas com contorno poligonal, sendo que, na face adaxial as paredes anticliniais são retas e na face abaxial são levemente sinuosas. A menor sinuosidade da parede celular pode estar relacionada às características adaptativas contra a perda excessiva de água explicando (Medri & Lleras, 1980) a menor sinuosidade na epiderme da face adaxial desta espécie, que se encontra mais exposta à radiação solar.

A organização anatômica das folhas dessa espécie não variou entre as três fisionomias estudadas. No entanto, ocorreu variação entre as medidas biométricas da folha. A espessura da cutícula seguiu o gradiente ambiental com maiores valores no CS ($10,27 \pm 1,17 \mu\text{m}$), seguido do CE ($7,27 \pm 0,99 \mu\text{m}$) e menores valores no CD ($5,87 \pm 1,33 \mu\text{m}$; $F=38,711$; $p < 0,001$). A cutícula da face adaxial mais espessa forma uma barreira eficiente na prevenção contra a perda de água (Hlwatika & Bhat, 2002) e a reflexão da luz incidente para minimizar o excesso de irradiação solar sobre os tecidos foliares (Fahn & Cutler, 1992).

Conforme esperado, a espessura do parênquima paliçádico foi maior no CS ($74,82 \pm 5,6 \mu\text{m}$) do que nas outras fisionomias ($45,790$; $p < 0,001$). A maior espessura do parênquima paliçádico nessa fisionomia, provavelmente, facilita o trajeto da luz canalizada no interior da folha, permitindo taxas mais uniformes de fotossíntese (Vogelmann *et al.*, 1996). Este dado sugere que as folhas do CS estão mais adaptadas a um ambiente mais exposto a luz e mais seco. Coerentemente, a espessura do mesofilo foi maior no campo sujo do que nas outras fisionomias com ausência dos tricomas ($H=19,51$; $p < 0,001$). A razão entre lacunoso/paliçádico foi menor no campo sujo do que nas outras fisionomias ($H=16,818$; $p < 0,001$).

As folhas do CE apresentaram maior espessura do parênquima esponjoso que o cerrado ($H=6,263$; $p < 0,044$), ocupando cerca de 40% da área transversal do mesofilo. O resultado foi conforme o esperado, pois em ambiente mais fechados ocorre luz difusa, que é mais bem distribuída no parênquima esponjoso devido à trajetória aleatória da luz dentro deste tecido (Vogelmann *et al.*, 1996, Smith *et al.*, 1997) o que torna - se um vantajoso mecanismo de otimização de captura de luz (Vogelmann *et al.*, 1996).

Foi detectada a presença de polifenóis em todas as fisionomias, como o descrito para outras espécies do gênero *Mi-*

conia (Souza & Marquete 2000). Os taninos interferem nos processos de digestão dos herbívoros bloqueando a ação das enzimas digestivas e tornando os tecidos vegetais indigeríveis (Howe & Westley, 1990). A sua presença em todas as fisionomias pode refletir uma alta pressão de herbivoria em todos os ambientes.

A AFE foi maior no CD, seguida do CD e do CS tanto na estação seca ($F=30,24$; $p=0.0001$). Estes resultados corroboram com dados obtidos por Thompson (1992) que observou que a variação na AFE ocorre em função da maior ou menor intensidade luminosa, que por sua vez, relaciona-se com o aumento ou diminuição do peso da massa seca. Portanto, devido ao fato de o CE apresentar maior sombreamento (Gomes *et al.*, 2004), pode ser induzido um aumento na área foliar como maneira de compensar a baixa intensidade luminosa e maximizar a captação de luz (Hlwatika & Bhat, 2002). O valor do peso de massa seca das folhas no CE foi menor em relação as outras fisionomias ($F=33,58$; $p=0.0001$), resultado que corrobora com os estudos realizados por Grime (1982) que relata que as plantas em resposta a pouca luminosidade, produzem menos matéria seca, apresentando folhas maiores e mais delgadas. No CS, os indivíduos apresentaram menores valores de área foliar e maiores valores de peso de massa seca em relação as outras fisionomias. Tal fato indica que as variações nos níveis de intensidade luminosa são suficientes para manifestação de plasticidade fenotípica foliar (Santiago *et al.*, 2001).

As folhas de *M. albicans* não seguiram o padrão esperado em relação ao índice estomático ao longo das fisionomias ($F=1,041$; $p=0,367$). Eram esperados maiores valores de índice estomático em folhas no CS e menores no CD, devido a diferenças na disponibilidade de água permitindo, que os estômatos permanecessem abertos por mais tempo (Fahn & Cutler, 1992, Dickison, 2000). Assim, a plasticidade fenotípica da espécie não foi refletida na análise de índice estomático e número de células epidérmicas.

CONCLUSÃO

Observou-se grande plasticidade foliar em *M. albicans*. Esta variabilidade morfológica e anatômica ao longo do gradiente ambiental ocorreu de acordo com as diferentes pressões ambientais exercidas pelo meio. Portanto, a plasticidade fenotípica deve permitir que esta espécie se adapte a locais com grande heterogeneidade ambiental, ressaltando sua capacidade de recuperar áreas degradadas.

(Ao Instituto Chico Mendes pelo apoio à realização do estudo, a bolsa PIBIC/UNA para a primeira autora e ao laboratório de Anatomia Vegetal da UFMG pelo auxílio com as análises).

REFERÊNCIAS

Dickison, W.C. 2000. *Integrative plant anatomy*. Harcourt Academic Press, San Diego, 533 p.

Ely, F., Torres, F. & Gaviria, J. 2005. Relación entre la morfoanatomía foliar de tres especies de *Miconia* (Melastomataceae) con su hábitat y distribución altitudinal en

el parque nacional Sierra Nevada de Mérida, Venezuela. *Acta Bot. Venez.*, 28:275 - 300.

- Fahn, A. 1978. *Anatomia Vegetal*. H. Blume, Madrid.
- Fahn, A. & Cutler, D.F. 1992. *Xerophytes*. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Faegri, K. & Van Der Pijl L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press. New York.
- Feucht, W. Schmid, P.P.S., Christ, E. 1986. Distribution of flavanols in meristematic and mature tissues of *Prunus Avium* shoots. *J. Plant Physiol.*, 125: 1 - 8.
- Goldenberg, R. 2004. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no estado do Paraná. *Acta Bot. Bras.*, 18: 927 - 947.
- Goldenberg, R., Penneys, D.S., Almeda, F., Judd, W.S., Michelangeli, F.A. 2008. Phylogeny of *Miconia* (Melastomataceae): patterns of stamen diversification in a megadiverse neotropical genus. *Int. J. Plant Sci.* 169:963-979.
- Gomes, B.Z. *et al.*, 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, 27: 249 - 262
- Grime, J.P. 1982. *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlam La vegetación*. México: Limasa, 291p.
- Hlwatika, C.N.M. & Bhat, R.B. 2002. An ecological interaction. *Annals of Botany*, 89: 109 - 114.
- Howe, H.F. & Westley, L.C. 1990. *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford University Press.
- Jensen, W.A. 1962. *Botanical histochemistry: Principles and practice*. San Francisco, W.H. Freeman and co, 408p.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw - Hill Book.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. Rima, São Carlos, 531 p.
- Medri, M.E. & Lleras, E. 1980. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Acta Amazônica*, 10: 463 - 493.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, 1500 p.
- Metcalf, C. R. & Chalk, L. 1988. *Anatomy of the Dicotyledons*. 2.ed. Clarendon, Oxford.
- Ratter, J. A., Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, 8:223 - 230.
- Santiago, E.J.A., Pinto, J.E.B.P., Castro, E.M., Lameira, O.A., Oliveira da Conceição, H.E., Gavilanes, M.L. 2001. Aspectos da anatomia foliar da pimenta - longa (*Piper hispidinervium* C.DC.) sob diferentes condições de luminosidade. *Ciência e Agrotecnologia*, 25:1035 - 1042.
- Scarano, F.R., Duarte, H.M., Ribeiro, K.T., Rodrigues, P.J.F.P., Barcellos, E.M.B., Franco, A.C., Brulfert, J., Deléens, E. & Lüttge, U. 2001. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. *Botanical J. the Linnean Society*, 136:345 - 364.
- Scarano, F.R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitat marginal to the Brazilian Atlantic Forest. *Annals of Botany*, 90:517 - 524.

- Smith, W.K., Vogelmann, T.C., Delucia, E.H., Bell, D.T. & Shepherd, K.A. 1997. Leaf form and photosynthesis: do leaf structure and orientation interact to regulate internal light and carbon dioxide? *Bioscience*, 85: 56 - 63.
- Souza, R.S.O.C. & Marquete, O. 2000. *Miconia tristis* Spring e *Miconia dariana* Cogn. (Melastomataceae): anatomia do eixo vegetativo e folhas. *Rodriguesia*, 51:133 - 142.
- Sultan, S. 2000. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends in Plant Science*, 5:537 - 542.
- Thompson, W.A., Kriedemann, P.E., Craig, I. E. 1992. Photosynthetic Response to light and nutrients in sun - tolerant and shade - tolerant rainforest trees. I. growth, leaf anatomy and nutrient content. *Australian J. Plant Physiology*, 19:1 - 18.
- Valkama, E., Salminen, J. P., Koricheva, J., Pihlaja, K. 2003. Comparative analysis of leaves trichome structure and composition of epicuticular flavonoids in Finnish Birch species. *Annals of Botany*, 91: 643 - 655.
- Vogelmann, T.C., Nishio, J.N. & Smith, W.K. 1996. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. *Trends in Plant Science*, 1:65 - 70.