



DESLOCAMENTO EM ALTURA POR INDIVÍDUOS DE *MONSTERA ADANSONII* (ARACEAE)

Barbara Henning

INTRODUÇÃO

Em florestas tropicais, que apresentam dossel muito fechado, a incidência da radiação solar é atenuada gradualmente à medida que é absorvida pelos diversos estratos de folhas desde o dossel até atingir o solo (Lüttge, 1997). Assim, as plantas que vivem nos estratos próximos ao solo recebem menor intensidade de luz do que as plantas que alcançam o dossel e apresentam diferentes estratégias morfológicas, fisiológicas ou de crescimento para captar a energia luminosa que necessitam (Larcher, 1986). Uma das estratégias comumente observada é o desenvolvimento de folhas de tamanhos diferentes em um mesmo indivíduo como uma resposta ao gradiente de radiação luminosa (Shaw, 2005). Algumas espécies podem aliar esta estratégia de modificação da morfologia de folhas ao epifitismo, crescendo sobre outras plantas (Krebs, 1994), denominadas forófitos (Lüttge, 1997) e alcançando assim alturas onde há maior luminosidade. Nessas florestas, a umidade do ar decresce em direção ao dossel, sendo um outro fator para a estratificação do sub-bosque (Lüttge, 1997). Portanto, ao mesmo tempo que atingem melhores condições de luminosidade, essas plantas podem ter seu crescimento limitado pela menor umidade do ar no estrato mais próximo ao dossel (Larcher, 1986).

Em geral, as folhas de uma espécie apresentam áreas foliares maiores onde há menor luminosidade o que maximiza a quantidade de luz captada, condição importante em ambientes onde a luz é mais escassa (Valladares & Percy, 1998, Harper, 1990). Porém, algumas espécies, quando crescem em ambiente sombreado, apresentam folhas menores com maior concentração de cloroplastos por área foliar e crescem rapidamente até atingir um ambiente propício para o desenvolvimento de folhas maiores (Begon *et al.*, 2007). Quando atingem este ambiente com maior intensidade luminosa passam a desenvolver folhas expandidas, que maximizam a captação de luz (Begon *et al.*, 2007). *Monstera adansonii* Schott (Araceae), espécie comum na Mata Atlântica, é uma hemi-epífita

secundária que apresenta este padrão de folhas menores na sombra e maiores em condições de maior luminosidade. Hemi-epífitas secundárias são plantas que germinam no solo e apresentam estratégias de crescimento para maximizar a captação de luz (Lüttge, 1997).

O ciclo de vida de *M. adansonii* consiste em três fases, jovem, subadulto e adulto e ao longo de seu desenvolvimento *M. adansonii* ocupa diferentes microhabitats (Andrade & Mayo, 1998). Após germinar no solo o indivíduo cresce em direção ao forófito que usa como escora (Ingrouille & Eddie, 2006) e então cresce monopodialmente, de modo que as folhas mais próximas do solo são mais velhas e as mais distantes do solo são as mais novas (Mayo *et al.*, 1997). A partir de uma determinada altura na qual hajam as condições necessárias de luminosidade e umidade do ar, os indivíduos de *M. adansonii* produzem folhas mais largas e fenestradas, sendo a quantidade e o tamanho das fenestras variáveis entre as folhas de um mesmo indivíduo (Mayo *et al.*, 1997). Quando o estágio adulto está bem estabelecido, as raízes de *M. adansonii* degeneram e a planta perde o contato com o solo (Lüttge, 1997).

As folhas pequenas de *M. adansonii* captam luz onde a disponibilidade e qualidade deste recurso é baixa, investindo a energia obtida no crescimento vertical da planta, ao passo que as folhas grandes, captam luz onde a disponibilidade e qualidade deste recurso é alta, investindo a energia obtida para a manutenção e reprodução da planta (Fitter, 1989). Os indivíduos de *M. adansonii* tem uma desvantagem ao expandirem as folhas, pois o aumento da área foliar gera um maior sombreamento nas folhas do mesmo indivíduo que estão nos estratos inferiores (Cerezini, 2009). Mesmo assim, essa nova morfologia é necessária para sustentar o alto gasto energético demandado pela reprodução, quando a espécie precisa aquecer suas flores para volatilizar os compostos que atraem seus polinizadores (Ingrouille & Eddie, 2006). Cerezini (2009) sugeriu que as fenestras tem a

função de equilibrar a necessidade de maior área foliar e a necessidade de diminuir o sombreamento das folhas de alturas inferiores, possibilitando a passagem de luz .

Portanto, supondo que há uma altura na qual as condições de luminosidade são mínimas para o estabelecimento da fase adulta com folhas fenestradas de *M. adansonii*, e considerando o fato de que o estabelecimento de mais de um indivíduo em um mesmo forófito é comumente observado, surge a pergunta: há deslocamento de indivíduos de *M. adansonii* escorados em um mesmo forófito pela altura ótima de luminosidade e umidade? Para responder a esta pergunta proponho a seguinte hipótese: a presença de um indivíduo estabelecido no forófito deslocaria um segundo indivíduo que alcança o forófito para se estabelecer a uma altura superior à do primeiro, sendo este deslocamento necessário para acessar a luminosidade demandada para a produção de folhas fenestradas. Havendo deslocamento, decorre uma segunda hipótese de que o indivíduo estabelecido posteriormente no forófito apresentará menor área foliar, por estar a uma altura onde há maior incidência luminosa e também apresentará maior área de fenestras para permitir maior passagem de luz para suas folhas inferiores.

MATERIAL & MÉTODOS

Coleta de dados

Realizei a coleta na porção de mata de encosta da floresta ombrófila densa localizada no Núcleo Arpoador (24°17'- 35'S; 47°00'- 30'O) da Estação Ecológica da Juréia-Itatins, município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Amostrei 30 indivíduos de *M. adansonii* ao longo das trilhas da Mangueira e do Fundão, além de pontos de coleta localizados fora das trilhas. Segui um padrão de busca ativa por pontos de coletas que contivessem os seguintes requisitos: a) cada ponto de coleta deveria conter um forófito com dois indivíduos de *M. adansonii*, sendo possível identificar qual indivíduo havia alcançado o forófito mais recentemente; b) que a no máximo 5 m de distância fosse encontrado outro forófito com apenas um indivíduo de *M. adansonii*, sendo este indivíduo utilizado como controle; c) os três indivíduos deveriam ter folhas no estágio adulto (fenestradas); d) os dois forófitos de um mesmo ponto de coleta deveriam estar sob condições semelhantes de cobertura de dossel.

Em cada ponto de coleta identifiquei qual indivíduo de *M. adansonii* havia se estabelecido mais recentemente como aquele que mantinha folhas

características de estágio juvenil, enquanto que o indivíduo que havia se estabelecido primeiro não apresentava mais folhas deste estágio. Registrei qual destes indivíduos se encontrava em altura superior, medi a altura do ponto de mudança (altura em que o indivíduo passa a produzir folhas maiores e fenestradas) de cada indivíduo e coletei as três folhas mais altas de cada indivíduo de *M. adansonii*. Slecionei o indivíduo de *M. adansonii* controle, considerando sua condição de luz como a ótima para fenestrar as folhas, e também coletei as três folhas mais altas deste indivíduo. Portanto, ao comparar cada um dos indivíduos de *M. adansonii* estabelecidos juntos em um mesmo forófito com o indivíduo controle eu poderia observar se havia alguma alteração da morfologia de algum dos competidores. Fotografei cada folha para medir a área foliar total e a área fenestrada, com auxílio do programa *Image J* (Rasband, 2009).

Esperava que o competidor estabelecido mais recentemente se encontraria em uma posição mais alta do forófito do que o controle por estar deslocado da faixa ótima de estabelecimento em direção à obtenção da condição mínima de luminosidade. Além disso, esperava que como o competidor mais recente se encontraria em condição de maior luminosidade, apresentaria modificação na morfologia de suas folhas apresentando menor área foliar e maior área fenestrada do que o indivíduo controle. Quanto ao competidor que se estabeleceu primeiro, esperava que ao ser sombreado pelo novo competidor apresentasse maior área foliar e menor área fenestrada, quando comparado com o controle. Considerei cada conjunto de três folhas de um indivíduo como um grupo, classificando em alta (indivíduo de *M. adansonii* estabelecido posteriormente), baixa (indivíduo de *M. adansonii* estabelecido primeiro) e controle (indivíduo de *M. adansonii* sozinho no forófito).

Análise de dados

Para testar a primeira hipótese, comparei a altura dos 10 indivíduos de *M. adansonii* do grupo alta com a altura dos respectivos 10 indivíduos controles. Utilizei a média das diferenças entre as alturas em um teste pareado de permutação como estatística de interesse. Para construir a distribuição nula permutei 5.000 vezes os valores de alturas dentro de cada par de indivíduos alto e controle e a cada permutação calculei a média das diferenças. Para fazer estas permutações utilizei a função "sample" do pacote estatístico R (R Development Core Team. 2010). Calculei a significância da estatística de interesse dividindo o número de valores iguais ou superiores ao valor observado gerados na distribuição nula pelo número

de permutações, considerando um alfa de 0,05. Realizei o mesmo procedimento para comparar a altura dos 10 indivíduos de *M. adansonii* do grupo alta com a altura dos respectivos 10 indivíduos do grupo baixa no mesmo forófito.

Para testar a segunda hipótese, calculei a média da área foliar e a média da área fenestrada de cada grupo. Calculei a média geral da área foliar e a média da área fenestrada de todas as folhas coletadas e subtraí cada média obtida para cada um dos três grupos da média geral. Considerei a soma dos quadrados destas diferenças como estatística de interesse. Considerei o conjunto dos três grupos de um mesmo ponto de coleta como um bloco e para construir a distribuição nula permutei 10.000 vezes os valores de área foliar total dentro de cada bloco. Fiz o mesmo com os valores de área fenestrada. Para fazer estas permutações utilizei a função “boot” do pacote estatístico R (R Development Core Team, 2010). Calculei a significância da estatística de interesse dividindo o número de valores iguais ou superiores ao valor observado gerados na distribuição nula pelo número de permutações, considerando um alfa de 0,05.

RESULTADOS

Corroborarei a primeira hipótese de que o indivíduo cujo estabelecimento no forófito é mais recente estaria sempre a uma altura maior do que o indivíduo controle, sendo a diferença de altura média observada de 0,98 m ($p = 0,005$). Observei que os indivíduos de *M. adansonii* do grupo alta apresentavam seu ponto de mudança a uma altura média de 1,3 m ($p = 0,001$) acima do ponto de mudança dos indivíduos que se estabeleceram primeiro. Não observei diferenças de área foliar ($p = 0,369$) ou de área fenestrada ($p = 0,367$) entre os grupos alta, baixa e controle.

DISCUSSÃO

Encontrei o padrão esperado para o posicionamento dos indivíduos no forófito, estando o indivíduo que se estabelece posteriormente sempre a uma altura maior do que o indivíduo que se estabeleceu primeiro. Porém, não encontrei alteração da morfologia foliar de indivíduos de *M. adansonii* que se estabelecem em um mesmo forófito sugerindo que o aumento da área foliar ou da área fenestrada não são estratégias relacionadas ao deslocamento por condições mínimas de luminosidade e umidade do ar para o estabelecimento da fase adulta. Um indivíduo de *M. adansonii* que terá seu ponto de mudança deslocado para uma altura maior devido

à presença de um outro indivíduo que se estabeleceu primeiro à altura mínima de luminosidade, devendo investir mais energia em crescimento para alcançar a altura que lhe permite obter a luminosidade mínima necessária para o estabelecimento de sua fase adulta.

Em ambientes com estratificação de luminosidade e umidade do ar, indivíduos de uma mesma espécie podem apresentar diferentes expressões fenotípicas como resposta à variação dos estímulos que cada estrato oferece (Lüttge, 1997), porém este padrão não foi observado quando indivíduos de *M. adansonii* estavam deslocados para uma altura com condições diferentes para seu estabelecimento. Possivelmente a variação de luminosidade e umidade do ar entre a altura do primeiro e do segundo competidor não seja suficiente para estimular a alteração morfológica destes indivíduos. Isso pode ser indício de que o custo desta competição está relacionado ao maior investimento em crescimento e não à exploração dos recursos em diferentes alturas. Porém, estudos devem ser feitos para verificar se com o estabelecimento de mais de dois indivíduos em um mesmo forófito ocorra a ocupação de ambientes com condições mais distintas e que assim estimulem mudanças morfológicas dos competidores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Paula, Stefania e Thiago pela ajuda em campo. A Rach e ao Mathias pelas idéias. Ao Baby pela orientação e revisões. Ao Ernesto pela revisão final e todo corpo docente pela organização do curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, I.M. & S.J. Mayo. 1998. Dynamic shoots morphology in *Monstera adansonii* Schott var. *klotzschiana* (Schott) Madison (Araceae). *Kew Bulletin*, 53: 399-417.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Cerezini, M.T. 2009. Janelas abertas: o papel das janelas na incidência de luz em folhas de *Monstera adansonii* (Araceae). Em: *Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica”* (G. Machado, P.I.K. Prado & A.A. Oliveira, eds). USP, São Paulo.
- Fitter, A.H. 1989. Acquisition and utilization of resources, pp. 375-406. Em: *Plant ecology* (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Publishing, Oxford.

- Harper, J.L. 1990. *Population biology of plants*. Academic Press, San Diego.
- Ingrouille, M. & B. Eddie. 2006. *Plants diversity and evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Krebs, C.J. 1994. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Benjamin Cummings, Massachusetts.
- Larcher, W. 2006. *Ecofisiologia vegetal*. Editora Rima, São Carlos.
- Lüttge, U. 1997. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Mayo, S.J.; J. Bogner & P.C. Boyce. 1997. *The genera of Araceae*. Continental Printig, London.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL [h t t p : / / www.R-project.org](http://www.R-project.org).
- Rasband, W.S. 2009. Image J. US National Institutions of Health, Bethesda, Maryland, USA. URL: <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.
- Shaw, D. 2005. Vertical organization of canopy biota, pp.73-101. Em: *Forest canopies* (M.D. Lowman & N.M. Nadkarni eds.). Academic Press, San Diego.
- Valladares, V.F. & R.W Pearcy. 1998. The functional ecology of shoot architecture in sun and shade plants of *Heteromeles arbutifolia* M. Roem. a California chaparral shrub. *Oecologia*, 114:1- 10.