



# VARIAÇÃO TEMPORAL E ONTOGENÉTICA NAS TAXAS DE HERBIVORIA DE *TABEBUIA SPONGIOSA* (BIGNONIACEAE) EM UMA FLORESTA TROPICAL SECA.

S.F.M. Silva

M.B. Fonseca<sup>1</sup>; H.S. Souza<sup>1</sup>; W.B. Bandeira<sup>1</sup>; K.N. Oliveira<sup>1</sup>; M.M. Espírito - Santo<sup>1</sup>; G.A. Melo<sup>2</sup>.

1 Laboratório de Ecologia Evolutiva; 2 Laboratório de Botânica; Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes Campus Professor Darcy Ribeiro, Av. Dr. Ruy Braga, s/n, Vila Mauricéia, 39.401 - 089, Montes Claros - MG. sarahfreitas-bio@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Mudanças nas condições abióticas e bióticas que afetam a qualidade e quantidade de recursos oferecidos pela planta hospedeira são determinantes na interação das plantas com seus insetos herbívoros associados (White, 1969; Coley *et al.*, 1985). Um dos fatores que pode mudar a qualidade e disponibilidade de recursos oferecidos pela planta hospedeira é o seu processo de desenvolvimento, atualmente referido como sucessão ontogenética (Fonseca & Benson, 2003; Boege & Marquis, 2006). Durante o desenvolvimento das plantas, a alocação de recursos para diferentes funções, como crescimento e reprodução, muda o balanço carbono/nutrientes e a capacidade de reserva de nutrientes da planta (Poething, 1990). Além disso, esse processo pode promover mudanças na proporção de energia utilizada para produção de compostos químicos de defesa contra herbívoros (Boege & Marquis, 2005), podendo explicar o padrão diferencial de herbivoria encontrado entre diferentes estágios ontogenéticos (Boege, 2005). A idade foliar também pode afetar a qualidade e disponibilidade de recursos para os herbívoros, já que folhas de diferentes idades apresentam variações nos atributos químicos e nutricionais (Ernest, 1989; Coley & Barone, 1996).

Outro fator que afeta a qualidade da planta para herbívoros e que muda ao longo do desenvolvimento ontogenético é a esclerofilia. Plantas esclerófilas podem ser encontradas em diversos ambientes e a função desta característica ainda parece ser indefinida (Read & Sanson, 2003). É possível que a esclerofilia esteja envolvida no mecanismo de resistência ao déficit hídrico, ou seja uma resposta à diminuição dos nutrientes do solo, além de uma estratégia de proteção contra herbívoros (Coley, 1983; Turner 1994).

As florestas tropicais secas, também chamadas de florestas estacionais decíduas (FEDs), são vegetações tipicamente decíduas (com pelo menos 50% de deciduidade arborea na estação seca do ano), presentes em ambientes com temperatura anual média acima de 25°C e precipitação anual média entre 700 e 2000 mm, com pelo menos três ou mais meses

secos (precipitação = 100 mm/mês) por ano (Sanchez - Azoifeifa *et al.*, 2005). Devido a essa deciduidade das plantas, a folivoria é concentrada apenas na estação chuvosa, mas suas taxas podem variar bastante no decorrer deste período (Janzen, 1981).

## OBJETIVOS

Avaliar a taxa de herbivoria e esclerofilia ao longo da estação chuvosa em adultos e jovens de *Tabebuia spongiosa* em uma floresta tropical seca.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no Parque Estadual da Mata Seca (PEMS), localizado no Vale do Médio São Francisco, entre as coordenadas 14°97'02" S - 43°97'02" W e 14°53'08" S - 44°00'05" W, no município de Manga, norte de Minas Gerais. O clima predominante na região é o Aw, segundo a classificação de Köppen, e é caracterizado pela existência de uma estação seca marcada pela perda de quase 100% das folhas, que se estende de maio a outubro (IEF, 2006). A temperatura média é de 24°C e precipitação anual média de 871 mm (Antunes, 1994). Aproximadamente 1.525 ha do PEMS são cobertos por pastagens abandonadas em diferentes estágios de regeneração, havendo um mosaico de áreas de florestas primárias e secundárias (IEF, 2000).

### Caracterização da Espécie Estudada

A espécie *Tabebuia spongiosa* (Bignoniaceae), conhecida como pau - de - sete - cascas, cascudo ou ipê - amarelo, é uma espécie arborea, com cerca de 8 m de altura e 20 cm de diâmetro, sendo encontrada principalmente em áreas de Caatinga. No Parque Estadual da Mata Seca, possui um curto período de floração (2 a 5 dias), geralmente no mês de outubro, e após esse período ocorre a produção de novas folhas, no início da estação chuvosa.

### Desenho amostral

Para relacionar a herbivoria com o estágio ontogenético das plantas, foram selecionados 40 indivíduos de *T. spongiosa*, distantes no mínimo 10 m entre si, sendo 20 indivíduos adultos e 20 indivíduos jovens. Todos os indivíduos adultos foram marcados após o evento reprodutivo dessa espécie, em outubro de 2008. No início da estação chuvosa (dezembro), quando as folhas estão se expandindo, foram marcadas 20 folhas por indivíduo para garantir que, ao longo do estudo, todas as folhas amostradas tivessem a mesma idade. Foram coletadas cinco folhas de cada indivíduo no início (dezembro de 2008), meio e fim (fevereiro e abril de 2009) da estação chuvosa para a quantificação da herbivoria e esclerofilia.

Para quantificar a herbivoria (área foliar perdida), as folhas foram colocadas sobre uma superfície de papel e fotografadas. Posteriormente, a área foliar total e perdida das mesmas foi calculada com o auxílio do software ImageJ (Rasband 2006). Para avaliar a esclerofilia foliar, as folhas foram colocadas em estufa sob a temperatura de 45°C durante 72 horas e, em seguida pesadas em balança de precisão. A esclerofilia foliar foi estimada pela razão entre o peso seco da folha e a área foliar da mesma, através do cálculo da Massa Foliar Específica (MFE= peso seco/área foliar) (Madeira *et al.*, . 1998; Gonçalves - Alvim *et al.*, . 2006).

### Análises estatísticas

Para avaliar as mudanças ontogenéticas e temporais na herbivoria de *Tabebuia spongiosa*, foram utilizados modelos lineares de efeitos mistos (LME) (Crawley, 2002). Os dados foram coletados de forma repetida nas mesmas plantas ao longo da amostragem e a autocorrelação temporal das amostragens em datas subsequentes viola o pressuposto da independência das amostras. Os modelos tiveram como variáveis - resposta as taxas de herbivoria e a MFE, e como variáveis explicativas o estágio ontogenético, a data de coleta e a interação entre eles, sendo que a MFE foi utilizada também como variável explicativa para o modelo da herbivoria. Os modelos foram comparados com o modelo nulo, sendo que o modelo mínimo foi ajustado com a omissão dos termos não significativos e, posteriormente, junção de termos qualitativos não - significativos através de análises de contraste, a partir do modelo completo. Todas as análises foram realizadas através do software R 2.6.2 (R Development Core Team, 2008).

## RESULTADOS

No início da estação chuvosa, não houve diferença na proporção média de herbivoria entre indivíduos adultos e jovens ( $F=1.62$ ;  $p=0.21$ ). Entretanto, indivíduos jovens apresentaram maior porcentagem média de herbivoria que indivíduos adultos no meio (jovens:  $9,8 \pm 1,3\%$ ; adultos:  $8,7 \pm 1,8$ ), e fim da estação chuvosa (jovens:  $20,2 \pm 1,8$ ; adultos:  $13,4 \pm 2,0$ ) ( $F=3.8$ ;  $p < 0,05$ ). Independentemente da estação, a esclerofilia foi maior em indivíduos adultos ( $0,529 \text{ mg/cm}^2 \pm 0,016$ ) que em indivíduos jovens ( $0,509 \text{ mg/cm}^2 \pm 0,047$ ) ( $F= 4.70$ ;  $p < 0.05$ ). Não houve diferença na taxa média de herbivoria entre jovens e adultos no início da estação, provavelmente devido às menores taxas de herbivoria encontradas nesse período. De uma forma geral,

indivíduos adultos apresentaram maior esclerofilia e menor taxa média de herbivoria, sugerindo que a esclerofilia foliar pode atuar na proteção da planta contra herbívoros.

Além da esclerofilia, as defesas químicas podem estar relacionadas ao menor ataque sofrido por indivíduos adultos. Vários estudos com espécies de plantas lenhosas têm demonstrado uma maior concentração de compostos de defesa em estágios maduros do que em estágios mais jovens (Del - Val & Dirzo, 2003; Fuchs & Bowers, 2004; Boege & Marquis, 2005). Plantas mais jovens possuem menos compostos secundários, provavelmente devido a uma demanda conflitante entre crescimento e defesa (Herms & Mattson, 1992) e, conseqüentemente, podem ser mais atacadas por insetos herbívoros que plantas maduras (Fenner *et al.*, ., 1999; Del - Val & Dirzo, 2003; Boege, 2005).

A proporção média de herbivoria foi menor no início da estação chuvosa ( $4,4 \pm 0,6$ ), aumentando no meio ( $9,2 \pm 1,1$ ) e fim da estação ( $16,9 \pm 1,4$ ), ( $F=35,06$ ;  $p < 0,05$ ). Entretanto, esses resultados referem - se à herbivoria acumulada ao longo da estação chuvosa. Já a taxa de incremento da herbivoria do início para o meio da estação foi de 109.1%, e de 83.7% do meio para o fim da estação, sugerindo uma maior atividade de folivoria na primeira metade da estação, período no qual as folhas são mais jovens. A esclerofilia foliar foi menor no início da estação chuvosa ( $0,443 \text{ mg/cm}^2 \pm 0,016$ ;  $F=6,33$ ;  $p < 0,05$ ), porém não difere entre meio ( $0,501 \text{ mg/cm}^2 \pm 0,02$ ) e fim da estação ( $0,616 \text{ mg/cm}^2 \pm 0,070$ ). Dessa forma, folhas mais jovens apresentaram menor esclerofilia, corroborando outros estudos (Loyola & Fernandes, 1993; Matsuki *et al.*, . 2004). Segundo Coley (1983), com a mudança do estágio de jovem para maduro, a folha se torna mais dura, devido ao acréscimo de diversos componentes, como fibras e lignina.

A porcentagem média de herbivoria foi inversamente relacionada à MFE, ( $F=10.74$ ;  $p < 0.05$ ), reforçando o papel da esclerofilia na defesa contra herbívoros. Segundo Coley & Barone (1996), folhas jovens sofrem uma maior taxa de herbivoria devido à sua melhor qualidade nutricional para os insetos. Defesas quantitativas de plantas, como taninos e flavonóides, tendem a ter um caráter cumulativo, aumentando a sua concentração à medida que avança a idade da folha (Coley & Barone, 1996; Pais, 1998, Matsuki *et al.*, ., 2004). Da mesma forma, características nutricionais como fibras podem aumentar durante o desenvolvimento foliar, enquanto o teor de água e nitrogênio diminui (Coley, 1983; Janzen & Waterman, 1984).

## CONCLUSÃO

Este é um dos poucos trabalhos conduzidos com herbivoria em florestas tropicais secas no Brasil e, talvez seja o primeiro realizado com *T. spongiosa*. Nossos resultados mostraram que as taxas de herbivoria são mais altas em indivíduos jovens e na primeira metade da estação chuvosa, provavelmente devido à menor esclerofilia foliar neste estágio da sucessão ontogenética.

(Agradecemos ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) pelo suporte logístico e ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq (processo 474508 - 07), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG (processos CRA - 2288/07

e CRA APQ - 3042 - 5.03/07) e ao Inter - American Institute for Global Change Research (IAI - CRN II - 021) pelo suporte financeiro concedido a este estudo. Agradecemos à CAPES pela bolsa de pós - graduação de Karla Nunes Oliveira e à FAPEMIG pela bolsa de produtividade em pesquisa (BIPDT) para Mário Marcos Espírito - Santo. Por fim, agradecemos à UNIMONTES, aos colegas do Laboratório de Ecologia Evolutiva e à Aline F. Murta pelo apoio).

## REFERÊNCIAS

Antunes, F.Z. Caracterização Climática-Caatinga do Estado de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, 17: 15 - 19, 1994.

Boege, K. Herbivore attack in *Casearia nitida* influenced by plant ontogenetic variation in foliage quality and plant architecture. *Oecologia*, 143:117 - 125, 2005.

Boege, K., Marquis, R.J. Facing herbivory as you grow up: The ontogeny of resistance in plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 20:441 - 448, 2005.

Boege, K., Marquis, R.J. Plant quality and predation risk mediated by plant ontogeny: consequences for herbivores and plants. *Oikos*, 115:559 - 572, 2006.

Choong, M.F., Lucas, P.W., Ong, J.S.Y., Pereira, B., Tan, H.T.W., Turner, I.M. Leaf Fracture Toughness and Sclerophylly: Their Correlations and Ecological Implications. *New Phytologist*, 121:597 - 610, 1992.

Coley, P.D. Effects of leaf age and plant life history patterns on herbivory. *Nature*, 284: 545 - 546, 1980.

Coley, P.D. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological monographs*, 53:209 - 233, 1983.

Coley, P.D., Bryant, J.P., Chapin III, F.S. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*, 230: 895 - 899, 1985.

Coley, P.D., Barone, J.A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 305 - 35, 1996.

Crawley, M. Statistical computing: An introduction to data analysis using S - Plus. John Wiley & Sons Inc., Baffins Lane, 2002.

Del - Val, E., Dirzo, R. Does ontogeny cause changes in the defensive strategies of the myrmecophyte *Cecropia peltata*?. *Plant Ecology*, 169:35 - 41, 2003.

Ernest, K. A. Insect herbivory on a tropical understory tree: Effects of leaf age and habitat. *Biotropica*, 21:194 - 199, 1989.

Fenner, M., Hanley, M.E., Lawrence, R. Comparison of seedling and adult palatability in annual and perennial plants. *Functional Ecology*, 13:546 - 551, 1999.

Fonseca, C.R., Benson, W.W. Ontogenetic succession in Amazonian ant trees. *Oikos*, 102:407 - 412, 2003.

Fuchs, A., Bowers, M.D. Patterns of iridoid glycoside production and induction in *Plantago lanceolata* and the importance of plant age. *Journal of Chemical Ecology*, 30:1723 - 1741, 2004.

Gonçalves - Alvim, S.J., Korndorf, G., Fernandes, G.W. Sclerophylly in *Qualea parviflora* (Vochysiaceae): influence of herbivory, mineral nutrients, and waters status. *Plant Ecology*, 187: 153 - 162, 2006.

Hermes, D.A., Mattson, W.J. The dilemma of plants: to grow or defend. *The Quarterly Review of Biology*, 67:283 - 335, 1992.

IEF - Instituto Estadual de Florestas. Parecer técnico para a criação do Parque Estadual da Mata Seca. Relatório técnico, Belo Horizonte - MG, 2000.

IEF-Instituto Estadual de Florestas. Parques de Minas: patrimônio natural de Minas Gerais. São Paulo - SP, 2006.

Janzen, D.H. Patterns of herbivory in a tropical deciduous forest. *Biotropica*, 13: 271 - 282, 1981.

Janzen, D.H., Waterman, P.G. A seasonal census of phenolics, fibre and alkaloids in foliage of forest trees in Costa Rica: some factors influencing their distribution and relation to host selection by Spingidae and Saturniidae. *Biological Journal of the Linnean Society*, 21: 439 - 454, 1984.

Loyola, R., Fernandes, G.W. Herbivoria em *Kielmeyera coriacea* (Guttiferae): efeitos da idade da planta, desenvolvimento e aspectos qualitativos de folhas. *Revista Brasileira de Biologia*, 53:295 - 304, 1993.

Madeira, J.A., Ribeiro, K.T., Fernandes, G.W. Herbivory. Tannins and sclerophylly in *Chamaecrista linearifolia* (Fabaceae) along an altitudinal gradient. *Brazilian Journal of Ecology*, 2: 24 - 29, 1998.

Matsuki, S., Sano, Y., Koike, T. Chemical and physical defense in early and late leaves in three heterophyllous birch species native to northern Japan. *Annals of Botany*, 93: 141 - 147, 2004.

Pais, M.P. Valor nutritivo e investimento em defesa em folhas de *Didymopanax vinosum* E. March. e sua relação com herbivoria em três fisionomias do cerrado. Dissertação de mestrado apresentada no curso de Pós - graduação em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. 1998, 106p.

Poething, R.S. Phase change and the regulation of six morphospecies in plants. *Science*, 250: 923 - 930, 1990.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051 - 07 - 0, URL <http://www.R-project.org>. 2008.

Rasband, W.S. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij>. 2006.

Read, J., Sanson, D.G. Characterizing Sclerophylly: The Mechanical Properties of a Diverse Range of Leaf Types. *New Phytologist*, 160: 81 - 99, 2003.

Sanchez - Azofeifa, G.A., Quesada, M., Rodríguez, J.P., Nassar, J.M., Stoner, K.E., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E.L., Calvo - Alvarado, J.C., Kalácska, M.E.R., Fajardo, L., Gamon, J.A., Cuevas - Reyes, P. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica*, 37: 477-485, 2005.

Turner, M.I. Sclerophylly: primarily protective?. *Functional Ecology*, 8: 669 - 675, 1994.

White, T.C.R. An index to measure weather induced stress of trees associated with out - breaks of psyllids in Australia. *Ecology*, 50: 905 - 909, 1969.