



INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO E DA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL DE *MACAIREA RADULA* (BONPL.) DC. SOBRE A PERDA FOLIAR POR HERBIVORIA

Letícia Gomes¹, Mariângela Fernandes Abreu¹, Leandro Maracahipes², Simone Matias Reis¹, Eddie Lenza¹

1- Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Nova Xavantina, MT, Brasil. (leticiagomesbio@gmail.com)

2- Universidade Federal de Goiás – UFG, Lab. Ecologia e Funcionamento de Comunidades, Goiânia, GO, Brasil.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da umidade do solo e da complexidade estrutural dos indivíduos de *Macairea radula* (Bonpl.) DC. (Melastomataceae) sobre a perda por herbivoria foliar em três ambientes alterados, com diferentes níveis de umidade (alagado, úmido e seco). As variáveis preditoras de complexidade estrutural dos indivíduos foram área foliar, altura total, diâmetro a altura do solo, número de ramos, número de folhas e distância para os indivíduos mais próximos. A taxa de herbivoria foliar não diferiu entre os ambientes, além disso, a perda por herbivoria foliar não apresentou correlação com nenhuma das variáveis preditoras. Dessa forma, as hipóteses de que a abundância de herbívoros é maior em habitats com maior déficit hídrico e de que uma maior complexidade estrutural leva a uma maior perda por herbivoria foliar não foram corroboradas. Sugerimos assim que os níveis de herbivoria em *M. radula* são independentes da umidade do solo e das propriedades estruturais aqui analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: correlação, déficit hídrico, herbivoria

INFLUENCE OF SOIL HUMIDITY AND STRUCTURAL COMPLEXITY *MACAIREA RADULA* (BONPL.) DC. ON THE LEAF LOSS TO HERBIVORES

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of soil moisture and the structural complexity of individuals *Macairea radula* (Bonpl.) DC. (Melastomataceae) on leaf loss by herbivores in three disturbed habitats with different moisture levels (flooded, moist and dry). Predictors of structural complexity of individuals were leaf area, total height, trunk diameter at ground height, branches number, leaves number and distance to closest individuals. Nor leaf herbivory rate differed between the environments, nor loss by leaf herbivory was correlated with any of the predictor variables. Thus, the hypothesis that the abundance of herbivores is greater in habitats with higher water deficit and that greater structural complexity leads to greater leaf loss to herbivores were not corroborated. So we Suggest levels herbivory of *M. radula* are independent of soil moisture and structural properties analyzed here.

KEYWORDS: correlation, water stress, herbivory.

INTRODUÇÃO

O estudo das interações plantas-animais é essencial a compreensão dos processos que regulam e estruturam as comunidades (DEL CLARO, 2012). A herbivoria, ou seja, o consumo de partes vegetativas e reprodutivas das plantas por animais ou patógenos (MELLO, 2007), pode afetar as teias alimentares, a ciclagem de nutrientes e a diversidade da comunidade (COLEY & BARONE, 1996), e ainda alterar o crescimento, a reprodução e a sobrevivência do hospedeiro (SARGERS & COLEY, 1995).

Diferentes traços funcionais de plantas hospedeiras podem influenciar o desempenho, a distribuição e abundância de insetos herbívoros (DEL CLARO, 2012). Esses traços podem ser as defesas físicas (presença de espinhos e tricomas), químicas (presença de alcaloides e/ou taninos) e bióticas (associação com espécies protetoras) (COLEY & BARONE, 1996; DEL CLARO, 2012). Fatores como: sazonalidade (COLEY & BARONE, 1996), luminosidade (DIMARCO *et al.*, 2004; ROSSATTO & KOLB, 2010), idade da folha (COLEY & BARONE, 1996; EUTRÓPIO & SILVA, 2009; KROHLING *et al.*, 2010), sexo da planta (HOFFMAN & ALLIENDE, 1984), solo (FINE *et al.*, 2004) e gradiente de umidade ou precipitação (COLEY & BARONE, 1996; WANG *et al.*, 2007) também podem afetar a herbivoria.

Várias hipóteses são propostas para explicar os padrões descritos em relação ao ataque de insetos herbívoros em várias escalas ecológicas (veja revisão FLECK & FONSECA, 2007). Uma delas é a hipótese de que a abundância de herbívoros é maior em habitats com maior déficit nutricional e hidrológico (FERNANDES & PRICE, 1988), pois os indivíduos em ambientes estressantes produzem folhas com maior conteúdo de nitrogênio solúvel e menores concentrações de defesas químicas (WHITE, 1984), tal hipótese tem sido corroborada por GONÇALVES-ALVIM *et al.* (1999) e WHITE (1984).

Outra hipótese é de que a complexidade estrutural (LAWTON, 1983), que prediz que uma maior complexidade arquitetônica das plantas, permite uma maior colonização de herbívoros devido à maior riqueza de micro-habitats e maior disponibilidade de recursos, tal hipótese tem sido corroborada por STRONG *et al.*, (1984) e WOODCOCK *et al.* (2007).

Espécies da família Melastomataceae possuem capacidade de adaptação a alterações nas condições ambientais (GARDONI *et al.*, 2007; BOEGER *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2010). *Macairea radula* DC. (Melastomataceae) é uma espécie arbustiva de até 2 m de altura, muito ramificada, sempre verde, perene, encontrada associada ou não ao curso d'água (GONÇALVES-ALVIM *et al.*, 1999; BECKER & ADAMSKI, 2008; SOMAVILLA, 2011). Além disso, apresenta associações com galhas endógenas nas axilas de suas folhas jovens (BECKER & ADAMSKI, 2008; LARA *et al.*, 2008; SOMAVILLA, 2011).

GONÇALVES-ALVIM *et al.* (1999) avaliaram a herbivoria nesta espécie apenas com relação à insetos galhadores, assim, até o momento não há estudos avaliando a perda de área foliar por herbivoria em *M. radula*. Desta forma, estudos locais são de grande importância para verificar os efeitos abiótico e bióticos sobre os padrões específicos de herbivoria e que comparados a outros estudos com espécies filogeneticamente não relacionadas, e em distintos ambientes, permitem entender esses processos em escala regional.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da umidade do solo e da complexidade estrutural dos indivíduos de *Macairea radula* (Bonpl.) DC. (Melastomataceae) sobre a perda por herbivoria foliar em áreas alteradas, testando

as seguintes hipóteses: (i) quanto maior o déficit hídrico do ambiente maior a perda por herbivoria foliar; (ii) quanto maior a complexidade estrutural da planta hospedeira maior a perda por herbivoria foliar.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado, no período chuvoso (novembro de 2011), em três áreas alteradas da Fazenda Destino, Ribeirão Cascalheira-MT (12°51'S, 052°05'W), com diferentes níveis de umidade do solo: alagado (margem de um lago), úmido (campo úmido) e seco (pastagem). Em cada ambiente foi demarcada uma transecção de 30 m, na qual foram amostrados os primeiros 15 indivíduos de *Macairea radula*, totalizando assim 45 indivíduos.

Foram tomadas, para todos os indivíduos, as medidas de diâmetro do caule ao nível do solo (DAS), altura total e a distância interespecífica e intraespecífica dos quatro vizinhos mais próximos em um raio de 1 metro. As medições de altura da planta e distância para a planta mais próxima foram feitas por meio de uma fita métrica e o DAS por meio de um paquímetro. Foram contados o número de ramos primários e o número total de folhas de cada indivíduo.

Em laboratório, foram sorteadas aleatoriamente 10 folhas de cada indivíduo, totalizando 450 folhas, que foram digitalizadas para cálculos da área foliar total (cm²) e a área herbivorada (cm²), com o auxílio do programa Image J. Usando as imagens digitalizadas, foi calculada a taxa de herbivoria foliar por indivíduo (N=15), para cada ambiente, aplicando a fórmula: perda por herbivoria = área perdida / área total * 100. Neste caso, foram consideradas como herbivoradas as folhas que apresentaram perdas visíveis produzidas por insetos mastigadores, ressaltando que marcas realizadas por insetos minadores e raspadores não foram consideradas.

Para testar se houve diferença na taxa de herbivoria individual entre os três ambientes (alagado, úmido e seco) foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis*, devido a ausência de normalidade e homocedasticidade dos dados, e o teste *post-hoc* de *Dunn* para verificar as diferenças entre os ambientes. Os mesmos testes foram utilizados para testar possíveis diferenças entre todos os parâmetros analisados entre os ambientes. O teste de *Correlação de Spearman* foi utilizado para verificação da existência de correlações entre a variável resposta (herbivoria foliar (%)) e as variáveis preditoras (área foliar, altura total, diâmetro, número ramos, número de folhas, distância interespecífica e intraespecífica) (ZAR, 2010). Todas as análises foram realizadas a partir do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três ambientes diferiram para a maioria das variáveis preditoras da complexidade estrutural de *M. radula*, com exceção do número de ramos e distância interespecífica (Tabela 1). Plantas de ambientes mais secos apresentaram maiores alturas e diâmetros, produziram um maior número de folhas, porém com folhas de menor área. Essa variação de características é esperada, pois populações que ocupam ambientes heterogêneos apresentam elevada plasticidade fenotípica com relação a suas características morfológicas (FUZETO & LOMÔNACO, 2000). Diferentes níveis de umidade no solo contribuem para essa plasticidade, onde carência hídrica influencia a uma adaptação morfológica que limita a área foliar da planta (BAMBI, 2007).

TABELA 1. Diferenças na complexidade estrutural dos indivíduos de *Macairea radula* (Bonpl.) DC. entre os ambientes estudados (alagado, úmido e seco) da Fazenda Destino, Ribeirão Cascalheira-MT.

Variáveis	Mediana			Kruskal-Wallis gl.= 2; N=45
	Alagado	Úmido	Seco	
Altura (cm)	62 ^A	97 ^B	110 ^B	21,46; $p < 0,001^*$
Diâmetro (cm)	0,09 ^A	0,09 ^{A, B}	0,12 ^B	7,75; $p = 0,02^*$
Número de ramos	3 ^A	3 ^A	3 ^A	0,56; $p = 0,75$
Número de folhas	30 ^A	46 ^{A, B}	98 ^B	13,32; $p < 0,001^*$
Área foliar (cm ²)	40,99 ^A	41,78 ^A	31,28 ^B	13,24; $p < 0,001^*$
Distância intraespecífica (cm)	16,08 ^A	52 ^B	63,33 ^B	15,27; $p < 0,001^*$
Distância interespecífica (cm)	65 ^A	35,75 ^A	44,5 ^A	2,78; $p = 0,25$

Letras iguais sobrescritas representam similaridade entre as áreas (teste post-hoc de Dunn: $p > 0,05$) e * representa diferença significativa (Kruskal-Wallis: $p < 0,05$).

Apesar das diferenças estruturais entre os indivíduos de *M. radula*, a taxa de herbivoria foliar não diferiu entre os ambientes estudados ($\chi^2 = 4,45$; gl. 2; $p = 0,11$), não indicando assim relações dos níveis de herbivoria com a umidade do solo. Segundo WHITE (1984) em ambientes com maior disponibilidade de água no solo as plantas produzem folhas com maior conteúdo de nitrogênio solúvel e menor concentração de defesas químicas favorecendo assim a ação dos herbívoros. Esta relação entre nível de umidade e herbivoria parece ser corroborada apenas com relação à abundância e riqueza de insetos galhadores como foi observado por FERNANDES & PRICE (1988) e GONÇALVES-ALVIM et al. (1999).

A taxa de herbivoria foliar não apresentou correlação com nenhuma das variáveis preditoras, tanto para os ambientes considerados separadamente quanto em conjunto (Tabela 2). Esta falta de correlação também foi encontrada para insetos galhadores em outras espécies hospedeiras em relação a altura (PRICE et al., 1998) e área foliar (EUTRÓPIO & SILVA, 2009; KROHLING et al., 2010). Analisando abundância de insetos galhadores em *M. radula*, GONÇALVES-ALVIM et al. (1999) também não encontraram relação entre a área foliar, diâmetro e biomassa com a taxa de herbivoria. Essa ausência de correlação pode estar relacionada com a hipótese “*ideal free distribution*” de que ocorre distribuição geográfica uniforme de herbívoros para que seja otimizada a utilização dos recursos (WILLIAMS et al., 2001). Segundo STRONG et al. (1984) a agregação de herbívoros em manchas de recurso eleva a competição local, favorecendo assim o deslocamento em busca de outras manchas que apresentem menor competição.

TABELA 2. Correlação entre os parâmetros de complexidade estrutural e a taxa de herbivoria (%) de *Macairea radula* (Bonpl.) DC. dos ambientes estudados (alagado, úmido e seco) da Fazenda Destino, Ribeirão Cascalheira-MT.

Variáveis	Ambientes			Todos os ambientes
	Alagado	Úmido	Seco	
Altura (cm)	$r = -0,05; p = 0,99$	$r = -0,31; p = 0,10$	$r = -0,18; p = 0,32$	$r = -0,07; p = 0,38$
Diâmetro (cm)	$r = 0,43; p = 0,06$	$r = -0,15; p = 0,48$	$r = -0,35; p = 0,94$	$r = -0,00; p = 0,95$
Número de ramos	$r = 0,21; p = 0,44$	$r = -0,17; p = 0,65$	$r = 0,07; p = 0,10$	$r = 0,05; p = 0,43$
Número de folhas	$r = 0,14; p = 0,60$	$r = -0,13; p = 0,91$	$r = -0,25; p = 0,72$	$r = 0,06; p = 0,61$
Área foliar (cm ²)	$r = -0,42; p = 0,44$	$r = -0,34; p = 0,46$	$r = -0,11; p = 0,23$	$r = -0,40; p = 0,30$
Dist. Intra. (cm)	$r = -0,41; p = 0,43$	$r = 0,31; p = 0,69$	$r = -0,19; p = 0,08$	$r = -0,06; p = 0,54$
Dist. Inter. (cm)	$r = -0,18; p = 0,51$	$r = -0,17; p = 0,18$	$r = -0,24; p = 0,52$	$r = -0,06; p = 0,65$

Dist. Intra. = Distância intraespecífica; Dist. Inter. = Distância interespecífica

Diante dos resultados encontrados, a hipótese de que a abundância de herbívoros é maior em habitats com menor umidade não foi corroborada, uma vez que, a perda foliar por herbivoria foliar foi semelhante entre os ambientes estudados. A segunda hipótese de que uma maior complexidade estrutural leva a uma maior perda por herbivoria foliar também não foi corroborada, uma vez que, nenhum dos parâmetros de complexidade analisado apresentaram correlação com a taxa de herbivoria.

CONCLUSÕES

A herbivoria foliar de *Macairea radula* não é afetada pelos níveis de umidade do solo ou por sua complexidade estrutural, ou seja, os níveis de herbivoria da espécie em estudo são independentes da umidade do solo e das propriedades de complexidade estruturais aqui analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Programas de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UNEMAT e de Ecologia da UnB, ao PROCAD UnB/UNEMAT (Projeto N° 109/2007) e ao PELD-CNPq (Transição Cerrado-Floresta Amazônica: bases ecológicas e sócio-ambientais para a conservação/N° 558069/2009-6) pelo apoio logístico e financeiro oferecido na disciplina de Curso de Campo. Também agradecemos à administração da Fazenda Destino pela oportunidade do presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAMBI, P. **Variação sazonal do índice da área foliar e sua contribuição na composição da serapilheira e ciclagem de nutrientes na floresta de transição no norte do Mato Grosso.** 2007. 99f. Dissertação (Programa de pós-graduação em física e meio ambiente) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

BECKER, V. O.; ADAMSKI, D. Three new cecidogenous *Palaeomystella* Fletcher (Lepidoptera, Coleophoridae, Monophinae) associated with Melastomataceae in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 647-657, 2008.

BOEGER, M. R. T.; GLUZEZAK, R. M.; PIL, M. W.; GOLDENBERG, R.; MEDRI, M. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, p. 443-452, 2008.

COLEY, P. D.; BARONE, J. A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 27, p. 305-335, 1996.

DEL-CLARO, K. Origens e importâncias das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia das interações Plantas-Animais: Uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro, Technical books editor, 2012. 50p.

DIMARCO, R.; RUSSO, G.; FARJI-BRENER, A. G. Patrones de herbivoría en seis especies leñosas del bosque templado de América del Sur: evidencia preliminar a favor de la hipótesis del balance carbono-nutrientes. **Ecología Austral**, v. 14, p. 39-43, 2004.

EUTRÓPIO, F. J.; SILVA, A. G. Análise comparada de perda de área em folhas jovens e adultas de *Croton* sp. (Euphorbiaceae) na REBIO de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo, Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v.7, p. 27-30, 2009.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness: Tests of hypotheses. **Oecologia**, v. 76, p.161-167, 1988.

FINE, P. V. A.; MESONES, I.; COLEY, P. D. Herbivores promote habitat specialization by trees in Amazonian forests. **Science**, v. 305, p. 663-665, 2004.

FLECK, T.; FONSECA, C. R. Hipóteses sobre a riqueza de insetos galhadores: uma revisão considerando os níveis intra-específico, interespecífico e de comunidade. **Neotropical Biology and Conservation**, v.2, p. 36-45, 2007.

FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, p.169-176, 2000.

GARDONI, L. C.; ISAIAS, R. M. S.; VALE, F. H. A. Morfologia e anatomia foliar de três morfotipos de *Marquetia taxifolia* (A. St. Hil.) DC. (Melastomataceae) na Serra do Cipó, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 487-500. 2007.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; LANDAU, E. C.; FAGUNDES, M.; SILVA, V. G.; NUNES, Y. R. F., FERNANDES, G. W. Abundance and impact of a lepidopteran gall on *Macairea* sp. (Melastomataceae) in the Neotropics. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, v.25, p.115-125, 1999.

HOFFMANN, A. J.; ALLIENDE, M. C. A. Interactions in the patterns of vegetative growth and reproduction in woody dioecious plants. **Oecologia**, v.61, p.109-114, 1984.

KROHLING, C. A.; EUTRÓPIO, F. J.; SILVA, A. G. Interações inseto-planta em *Solanum hexandrum* Vell. (Solanaceae): polinização e herbivoria na Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo. **Natureza on line**, v.8, p. 78-85, 2010.

LAWTON, J. H. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 23-29, 1983.

LARA, D. P.; OLIVEIRA, L. A.; AZEVEDO, I. F. P.; XAVIER, M. F.; SILVEIRA, F. A. O. Relationships between host plant architecture and gall abundance and survival. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, p.78-81, 2008.

MELLO, M. A. R. Influence of herbivore attack patterns on reproductive success of the shrub *Piper hispidum* (Piperaceae). **Ecotropica**, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2007.

PRICE, P. W.; ROININEN, H.; ZINOVJEV, A. Adaptative radiation of gall-inducing sawflies in relation to architecture and geographic range of willow host plants. In CSÓKA, G.; MATTSON, W. J.; STONE, G. N.; PRICE, P. W. **Biology of gall-inducing arthropods**. St. Paul, USDA Tech., 1988. 203p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2009.

RIBEIRO, S. P.; CORRÊA, T. L.; SOUSA, H. C. Microscopic variability in mechanical defence and herbivory response in microphyllous leaves of tropical herb species from Serra do Cipó, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 2, p. 237-246, 2010.

ROSSATTO, D.R.; KOLB, R.M. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) changes in leaf structure due to differences in light and edaphic conditions. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 605-612, 2010.

SOMAVILLA, N. S. **Aspectos anatômicos, fenológicos e ecofisiológicos de Melastomataceae em vereda e cerrado sensu stricto**. 2011. 139f. Dissertação (Pós-Graduação em Botânica) - Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF.

SARGERS, C. L.; COLEY, P. D. Benefits and costs of plant defense in a neotropical shrub. **Ecology**, v.76, p.1835-1843, 1995.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, T. R. E. **Insect on plants: community patterns and mechanisms**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1984. 245p.

WANG, W.; XIAO, Y.; CHEN, L.; LIN, P. Leaf anatomical responses to periodical waterlogging in simulated semidiurnal tides in mangrove *Bruguiera gymnorhiza* seedlings. **Aquatic Botany**, v. 86, p. 223-228, 2007.

WHITE, T. C. R. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. **Oecologia**, v. 63, p. 90-105, 1984.

WILLIAMS, I. S.; JONES, T. H.; HARTLLEY, S. The role of resources and natural enemies in determining the distribution of an insect herbivore population. **Ecological Entomology**, v.26, p.204-211, 2001.

WOODCOCK, B. A.; POTTS, S. G.; WESTBURY, D. B.; RAMSAY, A. J.; LAMBERT, M. S.; HARRIS, J.; BROWN, V. K. The importance of sward architectural complexity in structuring predatory and phytophagous invertebrate assemblages. **Ecological Entomology**, v.32, p. 302-311, 2007.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, USA, Pearson, 2010. 944p.