

VARIAÇÃO DAS TAXAS DE HERBIVORIA FOLIAR EM RELAÇÃO A INCIDÊNCIA SOLAR

Gabriela Fernandes Cardoso¹
Jéssica Dantas Alves²
Iorana Raiane Costa Batista³
Maysa do Nascimento Fidelis⁴
Sérgio de Faria Lopes⁵

INTRODUÇÃO

A herbivoria é definida como o consumo de toda a planta viva ou parte dela, principalmente por animais ou patógenos (GUREVITCH et al., 2009). As interações entre as plantas e seus predadores influenciam de modo significativo os processos evolutivos dos mesmos (BASSET, 1994). A herbivoria foliar interfere nas taxas de fotossíntese da planta comprometendo o crescimento individual e a distribuição espacial das plantas consumidas (CRAWLEY, 1997). Sendo uma das interações ecológicas mais importantes em ecossistemas tropicais, a herbivoria foliar favorece o fluxo de energia e nutrientes do ecossistema (SANKARAN & McNAUGHTON, 2005). Ela permite a diversidade de espécies vegetais nos habitats devido à presença de espécies animais, como os insetos herbívoros (COLEY & BARONE, 1996). Nesse sentido, a herbivoria torna-se importante, pois atua como ferramenta indispensável para o entendimento de interações inseto-planta.

As plantas exibem uma variedade de estratégias e modificações a fim de reduzir a perda de tecido fotossintético pelos herbívoros (MELO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C., 2002; ALMEIDA CORTEZ, J. 2005). Um delas é que algumas espécies vegetais não comprometem recursos para a acumulação de compostos de defesa, mas procuram minimizar os danos por herbívoros pelo rápido crescimento, desenvolvimento, dispersão, ou escolha de habitat (GATEHOUSE, 2002).

De acordo com Coley (1983) e Stiling (1999), a herbivoria pode apresentar-se de forma elevada em comunidades naturais, o que pode reduzir o crescimento e a reprodução das plantas, bem como influenciar o resultado da competição e da diversidade na composição da

¹ Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, gabycardoso281@gmail.com;

² Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, ballajessica@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, yorrana5h@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB maysafidelis08@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutor em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Uberlândia, MG, defarialopes@gmail.com.

comunidade.

Nesse contexto, alguns fatores são necessários e sugeridos como possíveis causas para resistir a herbivoria de plantas. Um dos fatores para a resistência aos herbívoros é a luminosidade (DIMARCO et al., 2004; ROSSATTO & KOLB, 2010). As folhas expostas à luminosidade apresentam caracteres escleromórficos que são bastante funcionais (FAHN & CUTLER, 1992) e contribuem para eficiência no controle da herbivoria pelo aumento da densidade e dureza das folhas.

Por outro lado, plantas que se encontram em locais sombreados investem maior proporção de fotoassimilados no aumento da área foliar e, dessa forma, controla a captação da luz presente (ALMEIDA *et al.* 2015). Normalmente, as folhas são delgadas, com maior área foliar específica (AFE) e com menor densidade de massa (LAMBERS et al., 1998). Assim, as modificações que ocorrem na anatomia das folhas, que se desenvolvem em ambientes de baixa luminosidade, revelam um fator indispensável na adaptação da planta às condições ambientais. Nesse contexto, os vegetais adotam mecanismos físicos e estruturais foliares (MELLO; SILVA-FILHO, 2002; HARBONE, 1988) e, desse modo, garante a sua sobrevivência.

O objetivo do presente projeto foi quantificar o grau de herbivoria de três espécies lenhosas da Caatinga em dois ambientes distintos, sendo um com maior exposição ao sol e outro sombreado. Nossa hipótese é que ambientes fortemente iluminados apresentem uma menor taxa de herbivoria quando comparados a de ambientes sombreados.

METODOLOGIA

Área estudo - Os estudos de campo foram conduzidos na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Foram selecionadas três espécies lenhosas, nos meses de abril a maio de 2019 em duas áreas da universidade: Reitoria/Biblioteca Central (7°12'34''S 35°55'00''W) e Complexo Três Marias (7°12'40.4''S 35°54'50.5''W). Segundo a classificação climática de Köppen, o município de Campina Grande possui clima do tipo Aw'i, sendo considerado como seco sub-úmido (JÚNIOR, 2006).

Espécies estudadas – As três espécies estudadas neste trabalho foram: i) *Ziziphus joazeiro* Mart. pertencente à família Rhamnaceae (NADIA et al., 2007), tem maior ocorrência

na Caatinga, no Sertão e no Agreste, e apresenta uma grande importância econômica e biológica, devido, principalmente, às suas propriedades medicinais (DANTAS, 2014); ii) *Psidium guajava* Linn. pertencente à família Myrtaceae, presente em regiões tropicais e predominante na região do Nordeste, se destaca pela alta quantidade de vitamina C, possuindo grandes quantidades de açúcar, entre outras vitaminas (SILVA et al., 2014); e iii) o *Anacardium occidentale* Linn. pertencente à família Anacardiaceae, ocorre no Nordeste e a Caatinga *stricto sensu* é um dos tipos de vegetação, apresenta propriedades biológicas como a anti inflamatória e cicatrizante e economicamente é usada para produção de produtos fitoterápicos em todo o mundo (FREITAS et al., 2016).

Desenho amostral - Em cada espécie foram escolhidos três indivíduos em uma área exposta ao sol e três indivíduos em uma área sombreada, e retiradas folhas da parte inferior direita da copa da árvore dentro de uma parcela de 60 cm por 60 cm em cada indivíduo, sendo o total de 10 folhas por indivíduo, totalizando 180 amostras.

A herbivoria foi avaliada em 180 folhas e as folhas coletadas foram avaliadas utilizando-se o índice de Dirzo & Dominguez (1995). Para isso, a área foliar consumida (AFC) de cada folha foi classificada entre seis categorias: 0 (AFC = 0%); 1 (0% < AFC ≤ 6%); 2 (6% < AFC ≤ 12%); 3 (12% < AFC ≤ 25%); 4 (25% < AFC ≤ 50%); 5 (50% < AFC ≤ 100%). (Dirzo & Dominguez 1995).

Para determinar a área foliar e a área danificada foi utilizado o programa Image J v.1. As folhas foram digitalizadas juntamente com uma escala métrica com variação de 10 mm, e calculadas no Image J v.1 para subseqüentes análises da área foliar (AF) (PÉREZ-HARGUINDEGUT *et al.*, 2013). Nas imagens digitais foram determinadas a área foliar total e a área removida pelo herbívoro. As taxas de herbivoria foram expressas pela porcentagem da área foliar perdida (García-Robledo 2005), estimada segundo a fórmula:

$$\% \text{ herbivoria} = \frac{\text{área perdida} \times 100}{\text{Área total}}$$

Análises de dados-Foi aplicado o teste t de Student para avaliar em cada espécie as diferenças nas taxas de herbivoria entre uma área com incidência solar e outra sombreada. Utilizou-se a ANOVA para avaliar diferenças entre as espécies. Os índices de herbivoria obtidos foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizando o programa Past3. Além disso, para análise da estatística descritiva, utilizou-se boxplot, que representa a variação de dados observados de uma variável numérica por meio de quartis.

DESENVOLVIMENTO

A herbivoria é uma ferramenta indispensável para o entendimento de interações inseto-plantas (COLEY & BARONE, 1996). Essa interação pode apresentar-se de forma elevada em comunidades naturais, o que pode reduzir o crescimento e a reprodução das plantas e influenciar o resultado da competição e da diversidade na composição da comunidade (COLEY, 1983; STILING, 1999). As agressões provocadas nos vegetais pela herbivoria permitem que eles adquiram estratégias de sobrevivência e mecanismos de resposta a estes danos (PINHEIRO et al. 1999).

As folhas expostas à luminosidade apresentam caracteres escleromórficos (FAHN & CUTLER, 1992) que contribuem para eficiência no controle da herbivoria pelo aumento da densidade e dureza das folhas. Por outro lado, plantas que se encontram em locais sombreados investem maior proporção de fotoassimilados no aumento da área foliar e, dessa forma, controla a captação da luz presente (ALMEIDA *et al.* 2015). Normalmente, as folhas são delgadas, com maior área foliar específica (AFE) e com menor densidade de massa (LAMBERS et al., 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do teste t mostrou que houve diferença significativa na taxa de herbivoria entre a espécie *Ziziphus joazeiro* no sol e na sombra ($p=0,037$). Não houve diferença significativa entre as áreas sombreadas e iluminadas para *Psidium guajava* ($p=0,051$) e para *Anacardium occidentale* ($p=0,065$).

Em relação a taxa de herbivoria, *A. occidentale* apresentou maior taxa no sol do que na sombra quando comparado a *P. guajava* e *Z. juazeiro*, se enquadrando na categoria 3 ($14,565\% < AFC \leq 25\%$). A taxa de herbivoria de *P. guajava* mostrou ser maior na sombra ($39,226\% < AFC \leq 50\%$), com a categoria 4, do que no sol ($9,055\% < AFC \leq 12\%$), na categoria 2. E, na espécie *Z. juazeiro*, a taxa de herbivoria foi maior na sombra, classificada na categoria 3 ($12,273\% < AFC \leq 25\%$), do que no sol, classificada na categoria 1 ($5,639\% < AFC \leq 6\%$).

Quando comparamos a taxa de herbivoria entre as espécies na sombra e espécies no sol, verificamos que não houve diferença significativa entre as espécies no sol ($F=2,543$;

$p=0,084$) De maneira geral, os dados mostraram que os indivíduos de *Z. joazeiro* sofreram menos danos, enquanto os indivíduos de *P. guajava* apresentaram maior danos foliares.

Nossos resultados mostraram que *Z. joazeiro* apresentou menor taxa de herbivoria, o que pode estar relacionado a essa espécie conter folhas resistentes, rígidas e ser perenifólia. Segundo Dirzo & Boege (2008), a herbivoria em espécies perenes costuma ser menor quando comparada com as espécies decíduas, uma vez que esta última apresenta baixas defesas físicas e/ou químicas contra a herbivoria. Além disso, plantas perenes apresentam maior dureza foliar e espessura visto que estas apresentam maior concentração foliar de lignina (CHABOT & HICKS, 1982)

Nas plantas decíduas (*P. guajava* e *A. occidentale*), os resultados mostraram que ambas apresentaram maior taxa de herbivoria em comparação ao *Z. joazeiro*. Isso indica que por serem decíduas, essas plantas podem trocar folhas, perdendo as folhas danificadas e produzindo novas. Pode ter relação também com a dureza foliar, que em ambientes tropicais a dureza foliar de espécies decíduas é geralmente duas vezes menor do que a de espécies perenes (DIRZO & BOEGE, 2008).

Com relação às áreas iluminadas podem ocorrer alterações na anatomia foliar, resultantes do efeito do nível de luminosidade recebida, como a compactação de tecidos, (PEETERS, 2002) na forma de defesas mecânicas reduzindo a palatabilidade e dificultando a digestão foliar pelos herbívoros (WEI et al., 2000), uma vez que conferem maior dureza à folha (EDWARDS & WRATTEN 1981). Folhas de sol são menores, mais espessas, com maior número de estômatos por unidade de área (DICKISON, 2000). E, correlacionando com os nossos resultados, houve diferença significativa entre as espécies no sol, o que não foi observado entre as espécies na sombra, ou seja, no sol houve maior herbivoria, contrariando a nossa hipótese.

Nas plantas inseridas em áreas sombreadas, a taxa fotossintética é menor afetando negativamente o investimento na defesa contra herbívoros (LAMBERS et al., 1998), e segundo Coley e Barone (1996), áreas com espécies de plantas tolerantes à sombra investem em mais defesas contra herbívoros do que as espécies que estão menos sombreadas. Embora nossa hipótese tenha sido contestada, apresenta-se semelhante aos estudos de Demarco et al., (2004), os quais revelam que a taxa de herbivoria apresenta-se menor em ambientes com maior disponibilidade de luz demonstrando que a taxa de herbivoria está diretamente ligada à incidência da luminosidade, fato este observado no presente trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados mostraram que a taxa de herbivoria pode ser influenciada pelo nível de incidência solar no ambiente. Acreditava-se que espécies em áreas ensolaradas conteriam folhas com menor taxa de herbivoria quando comparada a de espécies em locais sombreados. Entretanto, estatisticamente nossa hipótese foi contestada, uma vez que ambientes iluminados mostraram herbivoria foliar alta. Deste modo, faz-se necessário estudo voltado à herbivoria, visto que são de fundamental importância para os processos ecológicos (EDWARDS; WRATTEN, 1981; MELO; SILVA-FILHO, 2002).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. et al. **Traços funcionais foliares de espécies arbustivas-arbóreas de um fragmento de caatinga no semiárido paraibano.** In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 1, 2016, Campina Grande. Anais. Campina Grande: Centro Multidisciplinar de Estudos e Pesquisas, 2016. p. 6 - 7.

ALMEIDA-CORTEZ, J.S. Herbivoria e mecanismos de defesa vegetal. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (Eds). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas.** Recife: Imprensa Universitária, 2005.p.389-396.

BASSET Y (1994) **Palatability of tree foliage to chewing insects: a comparison between a temperate and tropical site.** Acta Oecologica 15:181-191

CHABOT, B. F.; HICKS, D. J. **The ecology of leaf life spans.** Annual Review of Ecology and Systematics. 1982.

COLEY, P. D. Herbivory and defensive characteristic of tree species in a Lowland tropical forest. Ecological Monographs, 1983. v. 53, p. 209-233.

COLEY, P.D. & J.A. BARONE. **Herbivory and plant defenses in tropical forests.** Annual Rev. Ecol. Syst. 1996. 27: 305-335

CRAWLEY, M.J.; **Insect herbivores and plant population dynamics.** Annual Review of Entomology, 1989. 34: 531-564.

DANTAS, Francisca Clenilda Pereira et al. **Ziziphus joazeiro Mart.-Rhamnaceae; características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga.** Revista Principia, v. 2, n. 25, p. 51-57, 2014.

DEMARCO, 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.** Ecologia Austral. 2004. 14: 39-43.

DICKISON, W.C. Integrative plant anatomy. Academic Press, California. 2000.

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

DIRZO, R. & BOEGE, K. **Patterns of herbivory and defence in tropical dry and rain forest.** In Carson, W. P. & Schnitzer, S. A. (eds), Tropical forest community ecology. Wiley, 2008. p.6378.

DANTAS, Francisca Clenilda Pereira et al. **Ziziphus joazeiro Mart.-Rhamnaceae; características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga.** Revista Principia, 2014. v. 2, n. 25, p. 51-57.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas.** [tradução Vera Lúcia Imperatriz Fonseca]. EPU, São Paulo. 1981.

FAHN, A. & D.F. CUTLER. **Xerophytes.** Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany. 1992.

FÜRSTENBERG-HÄGG, J., ZAGROBELNY, M. & BAK, S. **Plant Defense against Insect Herbivores.** International Journal of Molecular Sciences, 2013. 14: p. 10242-10297.

FREITAS, A. V. L. et al. **Os raizeiros e a comercialização de plantas medicinais em São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil.** Revista Brasileira de Biociências. Porto Alegre, v. 10, n.2, mar./dez. 2012. Disponível em:<
<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1863/1114>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

GARCÍA-ROBLEDO, C. **Comparación de dos métodos para medir herbivoría.** Es la herbivoría en el Geotrópico mayor de lo que creemos? Revista de Biología Tropical. 2005. 53:111-114.

GIVNISH, T. J.; MONTGOMERY, R. A.; GOLDSTEIN, G. **Adaptive radiation of photosynthetic physiology in the Hawaiian lobeliads: light regimes, static light responses, and whole-plant compensation points.** American journal of botany, 2004. v. 91, n. 2, p. 228-246.

GRIME, J. P. et al. **Integrated screening validates primary axes of specialization in plants.** Oikos, 1997. v. 79, p. 259-281.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal.** São Paulo: Artmed, 2009.

HERNÁNDEZ, J. E. H.; GUERRA, F. J. F.; RONQUILLO, J. C. C.; BARROS, O. A. V. E.; OLIVERA, R. M. P. PÉREZ, F. X. P.; MARTÍNEZ, G. D. M. **Evaluación de vainas y hojas de árboles forrajeros por la técnica de producción de gas in vitro.** Zootecnia Tropical, 2010. v. 23, n. 3, p. 421-426.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology.** New York: Springer, 1998. 540p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 382 p.

MELLO, M.O.; SILVA-FILHO, M.C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazil Journal of Plant Physiology**, Rio de Janeiro, v.14, n.2, p.71-81, 2002

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. **Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de Ziziphus joazeiro Mart. (Rhamnaceae): atuação de Apis mellifera e de visitantes florais autóctones como polinizadores**. Acta Botanica Brasilica, 2007. v. 21, n. 4, p. 835-845.

OLIVEIRA, O. F. de. **Algumas árvores do Município de Mossoró**. Caatinga, Mossoró. 1976. v. 1, n. 1, p. 7-17.

PEETERS, P.J. **Correlations between leaf structural traits and the densities of herbivorous insects guilds**. Biol. J. Linn. Soc. 2002. 77: 43-65.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, et al. **New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide**. Austrália: Australian Journal of Botany, 2013. v. 61, n. 3, p. 167.

RASBAND, W.S. **ImageJ, U. S.** National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2018.

RISLEY LS, CROSSLEY JR. DA. **Herbivore-caused greenfall in the Southern Appalachians**. Ecology 69:1118-1127. 1988.

SAMPAIO, E. & RODAL, M.J. **Avaliação de identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma da Caatinga: Fitofisionomia da Caatinga**. Documento para discussão do GT de Botânica, Petrolina, 2000.

SANKARAN, M. & S.J. McNAUGHTON. Vegetation Ecology. In: van der Maarel, E. (ed.). **Terrestrial plant-herbivore interactions: integrating across multiple determinants and trophic levels**, 2005. pp. 265-285. Brazilian Journal of Botany. United Kingdom.

SILVA, W. P. da.; AIRES, J. E. de F.; CASTRO, D. S. de.; SILVA, C. M. D. P. da S. E; GOMES, J. P. **Numerical description of guava osmotic dehydration including shrinkage and variable effective mass diffusivity**. LWT - Food Science and Technology, v. 59, n. 2, p. 859-866, 2014.

SCHOONHOVEN, L.M., VAN LOON, J.J.A. & DICKE, M. **Insect Plant Biology**. Oxford: Oxford University Press. 2005. p. 440.