



A hipótese do estresse vegetal não explica a herbivoria em plantas de restinga

Catalina Sánchez Quirós, José Cristiano Delabio, Marina Xavier da Silva & Renato Chaves de Macedo Rego

RESUMO: Segundo a hipótese do estresse vegetal, indivíduos submetidos a estresse concentram mais nitrogênio nas folhas, aumentando sua atratividade para herbívoros. Plantas crescendo próximo ao oceano estão sujeitas a condições estressantes, como maior intensidade de vento e salinidade. Neste estudo, testou-se se há diferença na herbivoria foliar de acordo com o grau de exposição das folhas ao mar em uma área de restinga. Em cada indivíduo, foram coletadas pareadamente 15 folhas localizadas na parte voltada para o mar (exposta) e 15 folhas na parte voltada para o continente (protegida). Folhas expostas e protegidas não se diferenciaram com relação ao índice de herbivoria (IH), com 13 dos 29 indivíduos apresentando maior IH nas folhas protegidas e 15 apresentando maior IH no lado exposto. Lados expostos e protegidos de plantas da restinga podem estar submetidos a níveis semelhantes de estresse ou podem não apresentar diferenças na concentração de nitrogênio.

INTRODUÇÃO

Na maior parte do tempo, as plantas possuem pouco nitrogênio disponível nos seus tecidos, o que as torna inadequadas para herbívoros (White, 1984). Alterações metabólicas promovidas por mudanças ambientais, no entanto, podem ocasionar um aumento na concentração de nitrogênio nos tecidos vegetais (White, 1984). Esse aumento na concentração de nitrogênio torna os tecidos vegetais mais nutritivos para os herbívoros, pois o nitrogênio é um dos mais importantes nutrientes assimilados (Strauss & Zangerl, 2002). Segundo a teoria do estresse, plantas sob estresse intenso ou freqüente são mais vulneráveis ao ataque de herbívoros porque são mais ricas em nitrogênio e menos protegidas por defesas químicas (White, 1984).

Plantas de restinga, crescendo próximas ao mar, estão sujeitas a condições ambientais mais restritivas e estressantes do que plantas crescendo no interior da floresta (Scarano *et al.*, 2001). Em ambientes de restinga, plantas estão sujeitas ao depósito permanente de sal proveniente do mar, à alta temperatura e luminosidade, a eventos esporádicos de alagamento durante ressacas e ao vento intenso que, juntamente com a areia, pode causar danos mecânicos nas folhas (Ulian *et al.*, 2012). Além disso, plantas de restinga estão em solos arenosos, pobres em nutrientes e permeáveis à água (Souza & Capellari Jr, 2004).

Neste estudo, testamos a hipótese do estresse usando plantas de restinga como organismos

modelos. Mais especificamente, testamos se folhas crescendo do lado exposto ao mar teriam mais herbivoria do que folhas do mesmo indivíduo crescendo do lado não exposto ao mar. Dado que plantas são majoritariamente organismos modulares (Begon *et al.*, 2006) é possível que o estresse promovido pelo vento, abrasão pelos grãos de areia e borrifo salino influenciem apenas as folhas do lado exposto. Portanto, as folhas do lado exposto teriam maior concentração de nitrogênio e seriam mais consumidas por herbívoros.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na praia do Guarauzinho, localizada no Núcleo Arpoador da Estação Ecológica de Juréia-Itatins (24°17'-24°35'S; 47°00'-47°30'O), no município de Peruíbe, estado de São Paulo. A coleta de dados foi feita em uma faixa estreita de restinga que contorna a praia e tem aproximadamente 1.000 m de extensão. A comunidade vegetal da área amostrada caracteriza-se pela dominância de espécies como *Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae), *Rapanea parvifolia* (Myrcinaceae) e *Myrcia ilheosensis* (Myrtaceae).

Sortearam-se 29 pontos de amostragem ao longo de toda a praia. Em cada ponto, uma planta foi selecionada e dela foram coletados pareadamente ramos do lado exposto ao mar e do lado protegido. Os ramos foram coletados a 1 m de altura, selecionando-se somente os ramos maduros. Em cada ramo, 15 folhas foram selecionadas ao acaso,

descartando-se aquelas doentes ou com galhas. Dado que *D. ecastophyllum* possui grande abundância, estipulou-se um máximo de 10 amostras referentes a indivíduos desta espécie, de modo a abranger uma maior representação taxonômica da comunidade e não somente uma das espécies.

As folhas de cada indivíduo amostrado foram categorizadas em cinco classes para a quantificação do índice de herbivoria (Dirzo & Dominguez, 1995): 0 (0%), 1 (1-6%), 2 (7-12%), 3 (13-25%), 4 (26-50%) e 5 (> 51%). A categorização de cada folha foi feita sem o conhecimento de sua respectiva procedência, o que previne um possível viés do observador. O índice de herbivoria (IH) foi calculado pela fórmula: $IH = \sum (C \cdot FO) / n$ na qual, C corresponde às classes de herbivoria, FO representa a frequência de ocorrência da classe de herbivoria e n representa o número total de folhas. O IH foi calculado para as folhas do lado protegido e do lado exposto. A média das diferenças de IH para folhas de cada lado foi utilizada como estatística de interesse. Nossa previsão é que folhas localizadas no lado exposto ao mar, sujeitas a um maior estresse, têm maior herbivoria. Portanto, quanto mais distantes de zero estiverem os valores encontrados, maior será a diferença entre os IHS dos dois lados. Valores negativos indicam maior herbivoria no lado exposto e valores positivos indicam maior herbivoria no lado protegido.

Para simular um cenário nulo no qual a herbivoria ocorre independentemente nas folhas do lado protegido e exposto de cada indivíduo, foram feitas 10.000 aleatorizações dos valores de IH. Em seguida, o valor da estatística de interesse foi comparado com os valores gerados pelo cenário nulo para estimar a probabilidade do valor observado em campo ter sido gerado ao acaso.

RESULTADOS

Os 29 indivíduos amostrados pertenciam a oito espécies de plantas eudicotiledôneas. Desses, 13 indivíduos apresentaram maior IH nas folhas do lado protegido e 15 apresentaram maior IH no lado exposto (Figura 1). Em um indivíduo, o IH foi idêntico em ambos os lados. A média das diferenças dos IHS de cada indivíduo foi de -0,113 e este valor foi comumente encontrado no cenário nulo ($p = 0,237$; Figura 1a).

O padrão de herbivoria, considerando apenas

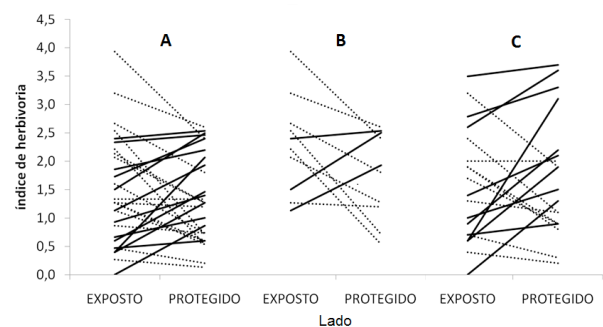


Figura 1. Índices de herbivoria nas folhas do lado voltado para o mar (exposto) e do lado voltado para o continente (protegido). O gráfico (A) mostra todos os indivíduos amostrados, o (B) mostra apenas os indivíduos de *Dalbergia ecastophyllum* e o (C) mostra os dados excluindo *D. ecastophyllum*. Nos três casos, as linhas tracejadas representam indivíduos em que o índice de herbivoria foi maior nas folhas expostas e as linhas contínuas representam indivíduos em que o índice

DISCUSSÃO

Folhas crescendo no lado exposto ao mar não apresentaram um índice de herbivoria maior do que folhas crescendo no lado protegido, incluindo-se ou excluindo-se os dados referentes a *D. ecastophyllum*, a espécie mais abundante no local. Os resultados obtidos pelo presente trabalho provêm uma evidência contra a teoria do estresse vegetal. Embora plantas sejam consideradas organismos modulares e somente um dos lados de cada indivíduo amostrado estivesse exposto ao mar, o padrão esperado para os índices de herbivoria não foi encontrado. Eventualmente, graus distintos de exposição ao mar, em um mesmo indivíduo, não resultam em alocação diferencial de nitrogênio entre ramos. Neste caso, todas as folhas teriam conteúdo de nitrogênio similar e, portanto, nenhuma diferença nos índices de herbivoria entre folhas expostas ou protegidas deveria ser encontrada.

Uma outra explicação para os resultados encontrados é que partes diferentes de um mesmo indivíduo não estejam expostas a diferentes intensidades de estresse e, portanto, não se evidenciarão as diferenças esperadas. Em um trabalho realizado no mesmo local de estudo e que investigou os efeitos da exposição ao mar sobre a simetria de folhas, também não foram encontradas diferenças entre folhas de *D. ecastophyllum* expostas e protegidas (Ulían *et al.*, 2012). Segundo os autores, é possível que os lados das plantas amostradas se encontrem próximos ao limite superior do gradiente de estresse existente. Dado que os dois lados estariam

igualmente expostos ao estresse, não haveria porque esperar diferenças na simetria foliar ou no índice de herbivoria, como investigado no presente trabalho.

Como as espécies amostradas aqui compartilhavam o mesmo ambiente, desconsiderou-se, a princípio, a fertilidade do solo. Solos arenosos são menos férteis que solos argilosos (Chapin *et al.*, 2002) e a qualidade dos nutrientes presentes no solo influencia a quantidade de recursos que plantas investem na defesa contra herbivoria (Crawley, 1986). Coley *et al.* (1985) propuseram a hipótese da disponibilidade de recursos, segundo a qual plantas em ambientes ricos em recursos investem mais em crescimento, enquanto plantas em ambientes mais pobres investem mais em defesas contra a herbivoria. Baseando-se nessa hipótese e no local onde este estudo foi realizado, é possível que os indivíduos amostrados, por viverem em solos com poucos recursos, apresentassem muito investimento em defesa, o que impediu a percepção de diferenças na herbivoria em folhas expostas e protegidas.

REFERÊNCIAS

- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology - from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Liverpool.
- Chapin, S.F.; P.A. Matson & H.A. Mooney. 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer, New York.
- Coley, P.D. & J.A. Barone. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27:305-335.
- Crawley, M.J. 1985. Life history and environment, pp. 253-290. Em: *Plant ecology*. (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Publishing, Oxford.
- Dirzo, R. & C.A. Dominguez. 1995. Plant-herbivore interactions in a mesoamerican: tropical dry forest, pp. 305-325. In: *Seasonably dry tropical forest* (S.H. Bullock; A. Mooney & E. Medina, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Scarano, F.R.; H.M. Duarte; K.T. Ribeiro; F.J.F. Rodrigues; P. Barcellos; B.E.M. Franco; A.C. Brufelt; J. Deleens & E.U. Lüttge. 2001. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographical distribution to ecophysiological parameters. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 136: 345-364.
- Souza, C.R.G. & L. Capellari Jr. 2004. A vegetação de dunas e restingas da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp. 222-229. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Holos Editora, Ribeirão Preto.
- Strauss, Y.S. & A.R. Zangerl. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems, pp. 77-106. Em: *Plant-animal interactions: an evolutionary approach* (M.C. Herrea & O. Pellmyr, eds.). Blackwell Science, Oxford.
- Ulian, C.; H. Kondrat; T.J. Cunha & T. Mello. 2012. Assimetria de folhas de *Dalbergia ecastophyllum* (Fabaceae) expostas a estresses ambientais múltiplos na faixa costeira. Em: Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- White, T.C. 1984. The abundance of invertebrate herbivores in relation to the availability of nitrogen in stressed food plants. *Oecologia*, 63:93-105.

Orientação: Gustavo Muniz Dias & José Pedro Nepomuceno Ribeiro