



RELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO DE ÁREA FOLIAR CONTÍNUA E A RIQUEZA DE FOLÍVOROS EM PTERIDÓFITAS

Bruno T. Pinotti, Denise de A. Alves, Luiz E. C. de Oliveira, Marcia Pannuti

INTRODUÇÃO

A riqueza de espécies de herbívoros associados a uma planta pode estar relacionada a diversos fatores. Espécies de plantas mais distribuídas têm mais espécies de insetos associadas que plantas raras (Lawton & Schröder 1977), e espécies de plantas maiores e com arquitetura mais complexa também suportam maior riqueza de insetos que aquelas menores ou menos complexas (Lawton & Price 1979). Outros estudos mostram que folhas muito pequenas e divididas suportam significativamente menos espécies de herbívoros que folhas grandes e não-divididas (ver Lawton & Price 1979; Jones & Lawton 1991).

Folhas muito pequenas e divididas podem dificultar o reconhecimento e seleção das plantas pelos herbívoros, diminuir a eficiência destes em explorar as folhas e atuar como barreiras físicas à herbivoria, podendo, portanto, diminuir a abundância e o número de espécies de herbívoros que atacam as plantas. A grande variedade de tamanhos e formas das folhas está em grande parte relacionada a ajustes evolutivos e ecológicos quanto a regimes de luz, temperatura, umidade, velocidade dos ventos e disponibilidade de água e nutrientes (Brown & Lawton 1991). Por outro lado, a herbivoria é apontada como um importante fator adicional atuando na seleção dessas características foliares (Lawton & Price 1979).

De acordo com a teoria do forrageamento ótimo, os indivíduos buscam seletivamente seus recursos alimentares de modo a maximizar o ganho energético por unidade de tempo (Kamil *et al.* 1987). Portanto, espera-se que folívoros utilizem a forma mais rápida de alcançar a maior área foliar possível. Pensando em espaço do limbo foliar disponível para oviposição, também espera-se que maiores áreas foliares contínuas apresentem maior superfície para tal finalidade.

Este trabalho visou investigar se há uma relação entre a área foliar contínua e a riqueza de folívoros. A hipótese é de que espécies de pteridófitas com maior diâmetro de área foliar contínua são consumidas por mais espécies de folívoros. Se isso for verdade, quanto maior o diâmetro de área foliar contínua, maior será a riqueza de folívoros.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (25°03'S, 48°05'W), município de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo. A Ilha do Cardoso, com aproximadamente 151 Km² de área, apresenta uma pequena porção da maioria das formações vegetais que ocorrem na costa brasileira (Sampaio *et al.* 2005). Entre elas, destacam-se campos de altitude, florestas de encosta e florestas de restinga, os quais abrigam grande número de espécies de pteridófitas.

A amostragem de danos foliares em pteridófitas foi realizada em uma área de restinga, a estrada Trans-Cardoso, a estrada de acesso ao Píer e a estrada "QG". Foram considerados os danos foliares provocados por invertebrados endófagos (galhadores e minadores) e exófagos (mastigadores, raspadores e sugadores). Dentro de cada categoria, danos que apresentassem padrões diferentes foram considerados como sendo provocados por espécies diferentes de herbívoros. Sempre que algum dano foi observado em uma folha de pteridófitas, ela foi coletada e as medidas de comprimento e largura foram tomadas para estimar a área foliar total. Nessa folha, o maior diâmetro de área contínua foi medido (Fig. 1), já que, por ser mais compacta, ou seja, apresentar a mesma distância de todos seus pontos ao centro, a circunferência é a forma geométrica que melhor traduz a maior área foliar contínua.

Estimou-se a abundância de todas as espécies de pteridófitas visualizadas dentro da área. Assim, criou-se categorias de abundância para cada espécie baseadas em uma escala log₃. Em seguida, a média dos pontos centrais de cada categoria foi multiplicada pelo número de ambientes em que a espécie foi encontrada, os dados foram transformados em logaritmo e esses valores utilizados como índices de abundância.

A relação entre riqueza de herbívoros e as variáveis diâmetro foliar, área foliar total e abundância das plantas foram analisadas através de regressões lineares simples. Para avaliar se a abundância e o

diâmetro foliar exerciam juntos efeito sobre a riqueza de herbívoros, utilizou-se uma regressão linear múltipla.

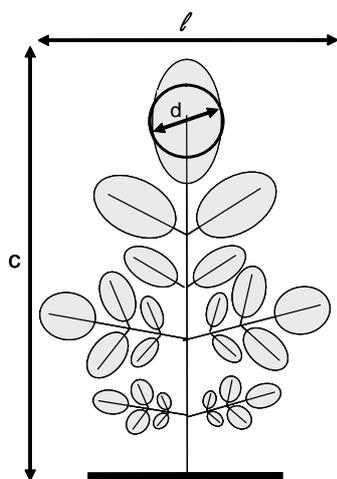


Figura 1. Esquema de uma folha de pteridófito e das medidas realizadas: c= comprimento foliar; l= largura foliar; d= maior diâmetro de área foliar contínua.

RESULTADOS

Foram encontradas 20 espécies de pteridófitas com indícios de herbivoria. Marcas provocadas por folívoros exófagos foram mais frequentes do que as provocadas por endófagos (Tabela 1). Nenhuma relação entre a riqueza de folívoros e a área foliar total foi encontrada ($R^2=0,002$, $p>0,05$; Fig. 2A). Entretanto, entre o índice de abundância das espécies de plantas e a riqueza de herbívoros houve relação positiva ($R^2=0,310$, $p=0,006$; Fig. 2B). O diâmetro de área foliar contínua e riqueza de folívoros apresentaram relação positiva, porém não significativa ($R^2=0,113$, $p=0,113$; Fig. 2C). Quando o esforço amostral foi levado em consideração através do índice de abundância na análise múltipla, o diâmetro de área foliar contínua apresentou um efeito positivo sobre a riqueza de folívoros ($F_{2,20} = 8,52$, $R^2=0,41$, $p=0,024$; Tabela 2).

Tabela 1. Abundância das espécies de pteridófitas encontradas com marcas de folivoria provocadas por invertebrados endófagos e exófagos na Ilha do Cardoso. Os números nas classes minadores (min.), galhadores (gal.), mastigadores (mast.), raspadores (rasp.) e sugadores (sug.) representam a riqueza de folívoros inferida através dos diferentes tipos de danos causados por eles. Abundância média: média dos pontos centrais de cada categoria multiplicada pelo número de ambientes em que a espécie foi encontrada.

Família	Espécie	Abundância média	Endófagos		Exófagos		
			Min.	Gal.	Mast.	Rasp.	Sug.
Aspleniaceae	<i>Asplenium clausenii</i>	31			3		1
Blechnaceae	<i>Blechnum brasiliense</i>	29		1	2	2	
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.1	200			2		
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.2	7			1		
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.3	2000			3	1	
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.1	26			2	1	
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.2	20			1	1	
Davalliaceae	<i>Nephrolepis</i> sp.	65			2	1	1
Dryopteridaceae	<i>Rumohra</i> sp.	650			2		
Gleicheniaceae	<i>Gleichenia</i> sp. 2	7			1		
Gleicheniaceae	<i>Salpichlaena pichla</i>	2			3		
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum</i> sp.2	7			1	2	
Polypodiaceae	<i>Microgramma</i> sp.	65	2	2	1	1	
Polypodiaceae	<i>Pecluma</i> sp.	6500			5		
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.1	2000	1		5	1	
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.2	136			4	2	
Schizaeaceae	<i>Anemia</i> sp.	65				1	
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris oposita</i>	200			1		
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.1	2					1
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.2	7			1	1	

Tabela 2. Regressão linear múltipla entre a riqueza de folívoros e o índice de abundância das espécies de pteridófitas e o diâmetro de área foliar contínua. $F_{2,20}=8,52$; $R^2=0,41$; $p=0,002$.

Variáveis independentes	b	T	P
Índice de abundância	1,07	3,59	0,002
Diâmetro de área foliar contínua	0,581	2,37	0,028

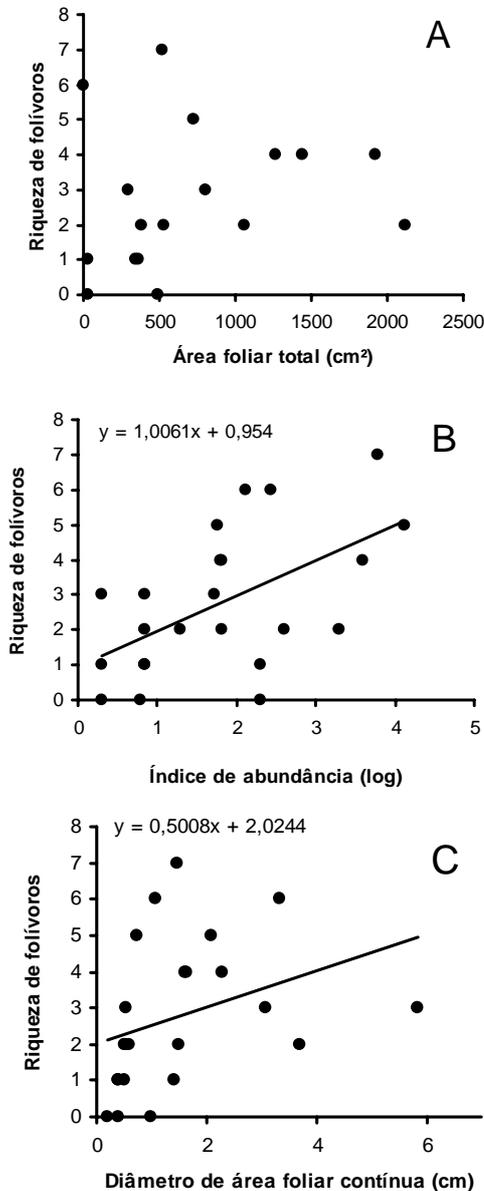


Figura 2. Relações entre riqueza de folívoros e (A) área foliar total, (B) índice de abundância e (C) diâmetro de área foliar contínua.

DISCUSSÃO

A relação encontrada entre o índice de abundância das plantas analisadas e a riqueza de folívoros mostra o efeito do esforço amostral, ou seja, quanto maior o número de indivíduos observados de uma espécie, maior a chance de um evento de herbivoria ser encontrado. A regressão entre o diâmetro de área

foliar contínua e a riqueza de folívoros mostrou uma relação positiva, porém não significativa, pois ela estava mascarada pelo efeito do esforço amostral. Isso ficou evidente quando na análise de regressão múltipla com as variáveis independentes diâmetro de área contínua e índice de abundância das espécies de pteridófitas, o coeficiente de determinação aumentou para 40%, sendo que o diâmetro de área foliar contínua contribuiu significativamente para o modelo. Visto que não foi encontrada relação entre área foliar total e riqueza de folívoros, pode-se concluir que a área foliar contínua disponível para herbivoria foi mais importante que a área foliar total na determinação da riqueza de folívoros associados às espécies de pteridófitas analisadas.

Três hipóteses poderiam ser levantadas para explicar esse resultado. Considerando que os folívoros selecionam as plantas que utilizam como recurso, essa escolha não se basearia no quanto elas são aparentes (sua área foliar total), como proposto por Feeney (1975), mas pelo quanto de área foliar contínua para forrageamento e oviposição elas apresentam, pois essa característica representa melhor a quantidade de alimento prontamente disponível para consumo do que a área foliar total (Lawton & Price 1979; Kamil *et al.* 1987). Outra possível explicação, que independe da seleção das plantas pelos folívoros, é a de que espécies com maior diâmetro de área foliar contínua poderiam sustentar maior variedade de tamanhos de folívoros, enquanto que áreas menores só poderiam sustentar folívoros pequenos, pois para um determinado tamanho de folívoro deve haver uma área foliar contínua mínima abaixo da qual o consumo dessa planta se torne ineficiente ou impossível (Brown & Lawton 1991). Uma terceira alternativa é a de que a existência de maior quantidade de nervuras nas folhas mais finamente subdivididas imporá uma barreira mecânica que restringiria a quantidade de espécies de folívoros capazes de utilizá-la como alimento (Roth-Nebelsick *et al.* 2001).

AGRADECIMENTOS

Ao Paulo Roberto Guimarães pelas discussões enriquecedoras e à equipe do Parque Estadual da Ilha do Cardoso por todo apoio logístico.

BIBLIOGRAFIA

Brown, V.K. & Lawton, J.H. 1991. Herbivory and the evolution of leaf size and shape. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 333: 265-272.

- Feeny, P.P. 1975. Biochemical coevolution between plants and then insect herbivores. Coevolution of animals and plants. Austin.
- Kamil, A.C.; Krebs, J.R. & Pulliam, H.R. 1987. Foraging behavior. Plenum Press, New York.
- Jones, C.G. & Lawton, J.H. 1991. Plant chemistry and insect species richness of British umbellifers. *Journal of Animal Ecology* 60: 767-777.
- Lawton, J.H. & Schroder, D. 1977. Effects of plant type, size of geographic range and taxonomic isolation on number of insect species associated with British plants. *Nature* 265: 137-140.
- Lawton, J.H. & Price, P.W. 1979. Species richness of parasites on hosts: agromyzid flies on the British Umbelliferae. *Journal of Animal Ecology* 48: 619-637.
- Roth-Nebelsick, A.; Uhl, D.; Mosbrugger, V. & Kerp, H. 2001. Evolution and function of leaf venation architecture: a review. *Annals of Botany* 87: 553-566.
- Sampaio, D. & Souza, V.C. 2005. A Ilha do Cardoso, p.31-33. In: *Árvores de restinga – guia de identificação* (Sampaio, D.; Souza, V.C.; Oliveira, A.A.; Paula-Souza, J. & Rodrigues, R.R. eds.). Neotrópica, São Paulo.

Orientação: Mário Almeida Neto