



SÍNDROMES DE DEFESAS ESTRUTURAIS CONTRA HERBIVORIA EM COMUNIDADE DE CERRADO.

Danilo Muniz da Silva

Marco Antônio Batalha

Departamento de Botânica, Universidade Federal de São Carlos. danilomunizasilva@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Os traços de defesa contra herbivoria podem ocorrer complementarmente nas plantas, aumentando a eficiência da defesa, por exemplo, defesas químicas atuam melhor quando acompanhadas de defesas físicas (Berembaum 1991). De modo que devem ocorrer conjuntos de traços e não traços apenas um traço. As defesas estruturais são traços morfológicos ou anatômicos que conferem vantagem à planta ao impedir que os herbívoros se alimentem dela, indo desde protuberâncias até endurecimento de paredes celulares (Craine *et al.*, 2003; Hanley *et al.*, 2007). A herbivoria é mais custosa para espécies ocorrendo sobre solos pobres, como os do cerrado, devido a dificuldade de reposição da biomassa perdida (Fine *et al.*, 2006; Haridasan 2000).

Conjuntos de traços de defesas contra tipos diversos de herbívoros tendem a ser favorecidos, pois reduzem o custo da defesa, de modo que, respostas mais gerais devem estar presentes em toda a comunidade (Núñez - Farfán *et al.*, 2007). Por outro lado, defesas para herbívoros específicos são mais custosas e podem reduzir a resistência a outros herbívoros e patógenos, assim tendem a ser induzidas apenas na presença destes herbívoros (Núñez - Farfán *et al.*, 2007, Thaler *et al.*, 1999, Fordyce & Malcom 2000). A presença de um determinado traço de defesa nas espécies pode covariar com a presença de outros traços, formando conjuntos de traços que se podem definir como “síndromes de defesa” (Agrawal & Fishbein 2006). Como a pressão de seleção da comunidade de herbívoros está sendo exercida sobre toda a comunidade vegetal, as mesmas síndromes de defesas devem ocorrer em várias espécies.

Por um lado a proximidade filogenética de duas espécies permite que elas respondam de modo similar a processos ambientais, devido a características herdadas dos ancestrais, por outro lado forte pressão de seleção pode levar duas espécies menos aparentadas a responder de modos similares, devido à convergência adaptativa (Agrawal & Fishbein 2006; Núñez - Farfán *et al.*, 2007, Webb *et al.*, 2002).

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é testar a correlação entre as síndromes de defesa e a filogenia das plantas do componente arbustivo - arbóreo de um fragmento de cerrado. Para tanto, procuraremos responder às seguintes perguntas: i) As espécies de plantas do cerrado apresentam conjuntos de traços similares que caracterizam síndromes de defesa? Se sim, quais são estas síndromes? ii) As espécies que compartilham a mesma síndrome de defesa são mais aparentadas filogeneticamente do que o esperado pelo acaso?

MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolvemos nosso estudo em uma área de cerrado no estado de São Paulo (22°00' - 30'S, 47°30' - 48°00'W). Em uma grade de 50 m x 50 m, lançamos 100 parcelas contíguas de 5 m por 5 m, nas quais amostramos todos os indivíduos do componente arbustivo - arbóreo, isto é, os indivíduos lenhosos com mais de 3 cm de diâmetro no nível do solo (SMA 1997). Sorteamos dez indivíduos de cada espécie dos quais coletamos folhas expandidas e com o menor dano possível. Acondicionamos as folhas em uma caixa isolante para evitar perdas de água ou deteiorização, levamos - las rapidamente para o laboratório e medimos os seguintes traços: área foliar específica (AFE), quantidade de água na folha, quantidade de látex, número de tricomas e dureza (Agrawal & Fishbein 2006).

Construímos um gráfico de dispersão par a par entre todos os traços, em seguida calculamos o coeficiente de correlação de Spearman para cada par de traços. Construímos uma matriz de distância entre as espécies, baseada nos traços de defesa. A partir dessa matriz realizamos um agrupamento hierárquico pelo algoritmo da média das distâncias (Legendre & Legendre 1998). Testamos a significância dos grupos por meio de aleatorizações, seguindo as recomendações de Hunter & McCoy (2004). As análises foram feitas no ambiente computacional R (Oksanen *et al.* 2009).

Construímos uma matriz de distâncias filogenéticas entre as espécies com o programa Phylocom (Webb *et al.*, 2008).

Calculamos a correlação entre a matriz de distâncias euclidianas das espécies baseada nos traços de defesa e a matriz de distâncias filogenéticas. Então aplicamos o teste de Mantel com 1000 aleatorizações para testar se a correlação entre elas é diferente daquela esperada pelo acaso (Manly 2000). As análises foram feitas no ambiente computacional R (Ok-sanen et. al. 2009).

RESULTADOS

Encontramos coeficientes de correlação baixos entre os pares de traços, com os maiores valores em torno de 0,7. Houve correlações negativas entre AFE e conteúdo de água e entre AFE e dureza, e correlações positivas entre dureza e conteúdo de água. Obtivemos o agrupamento das espécies em relação aos traços de defesa. Encontramos um grupo grande contendo a maioria das espécies e com muitos subgrupos significativos, um grupo com duas espécies e três espécies que não pertenciam a nenhum grupo. Dentre as espécies isoladas, *Miconia albicans* apresentou elevado número de tricomas, *Kielmeyera coriacea* e *Kielmeyera grandiflora* apresentaram látex, enquanto que o grupo contendo *Annona coriacea* e *Ouatea spectabilis* apresentou maiores valores de dureza. O subgrupo contendo *Phyllanthus acuminatus*, *Xylopia frutescens*, *Davilla rugosa*, *Lacistema* sp, *Erythroxylum cuneifolium*, *Lippia velutina* está relacionado com maiores valores de área foliar específica, o subgrupo com as espécies restantes parece não estar relacionado fortemente com nenhum traço.

Estratégias de defesa mais específicas ocorreram em poucas espécies. Por exemplo, as espécies do gênero *Kielmeyera* apresentaram como principal defesa o látex, que deve ser uma defesa custosa, pois não ocorreu em outras espécies. Além disso, látex esteve relacionado com folhas com maiores conteúdos de água, maiores AFE e baixo número de tricomas, indicando um contrabalanço no investimento em defesa. Já espécies com alta dureza, como *Annona coriacea* e *Ouatea spectabilis*, apresentaram baixos valores de AFE, o que representa uma sinergia desses traços de defesa. Um grupo de espécies apresentou baixo grau de defesas físicas, estando relacionado a maiores AFE, menor número de tricomas e menor dureza. O que parece ter sido contrabalançado, em parte, pelo baixo conteúdo de água. De modo que essas espécies devem ser mais tolerantes a herbivoria.

De modo geral um grande grupo de espécies esteve relacionado com valores médios para os traços de defesa. Parte desse grupo central estava relacionada com AFE e baixo conteúdo de água, enquanto outra parte estava relacionada a tricomas e dureza da folha. Entretanto os subgrupos estiveram sobrepostos em relação aos traços. *Miconia albicans* apresentou grande número de tricomas enquanto que para outros traços esteve próximo a valores médios. Como várias espécies estavam relacionadas à tricomas, esse traço deve estar sobre forte pressão de seleção pelos herbívoros, provavelmente sendo um traço que defende bem contra diversos tipos de herbívoros. Além disso, espécies com mais tricomas apresentaram maior dureza, o que indica uma síndrome bem distribuída na comunidade. A matriz de distâncias filogenéticas não apresentou relação significativa com a matriz de distâncias euclidianas das espécies, pelo teste de Mantel

(estatística r de Mantel= 0,02178, $p=0,34$). O que indica que a pressão de herbivoria é generalizada, levando espécies menos aparentadas a convergirem para os traços de defesa.

CONCLUSÃO

A maioria das espécies apresentou resistência a herbivoria e apenas uma minoria apresentou baixos valores de defesa. Como esperado, as mesmas síndromes de defesa ocorreram em grande número das espécies (Núñez - Farfán *et al.*, 2007). Poucas espécies apresentam tipos diferentes de defesas. No entanto parece haver mais um contrabalanço entre os traços de defesa do que uma sinergia, ao contrário do que prediz a teoria das síndromes (Agrawal & Fishbein 2006).

Agradecemos à Fapesp por Auxílio à Pesquisa e por bolsa concedida. Ao CNPq por bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- Berenbaum MR, Nitao JK & Zangerl AR. (1991). Adaptive significance of furanocoumarin diversity in *Pastinaca sativa* (Apiaceae). *Journal of Chemical Ecology* 17: 207 - 215.
- Craine J, Bond W, Lee WG, Reich PB & Ollinger S. 2003. The resource economics of chemical and structural defenses across nitrogen supply gradients. *Plant Animal Interactions* 137: 547-556
- Hanley ME, Lamont BB, Fairbanks MM & Rafferty CM. 2007. Plant structural traits and their role in anti - herbivore defence. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 157 - 178
- Fine PVA., Miller ZJ, Mesones I, Irazuzta S, Appel HM, Stevens MHH, Sääksjärvi I, Schultz JC & Coley PD. 2006. The growth - defense trade - off and habitat specialization by plants in Amazonian forests. *Ecology* 87: S150 - S162.
- Haridasan M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12: 54 - 64.
- Núñez - Farfán J, Fornoni J & Valverde PL. 2007. The Evolution of Resistance and Tolerance to Herbivores. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38: 541 - 566.
- Thaler JS, Fidantsef AL, Duffey SS & Bostock RM. 1999. Trade - offs in plant defense against pathogens and herbivores: a field demonstration of chemical elicitors of induced resistance. *Journal of Chemical Ecology* 25: 1597 - 1609.
- Fordyce JA & Malcom SB. 2000. Specialist weevil, *Rhyssomatus lineaticollis*, does not spatially avoid cardenolide defenses of common milkweed by ovipositing into pith tissue *Journal of Chemical Ecology* 26: 2857 - 2874.
- Agrawal AA. & Fishbein M. 2006. Plant defense syndromes. *Ecology* 87: S132 - S149.
- Webb CO, Ackerly DD, McPeck MA & Donoghue MJ. 2002. Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 475 - 505.
- SMA. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. 1997. Cerrado: bases para conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo. SMA, São Paulo.

Legendre P & Legendre L. 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam.

Oksanen J, Kindt R, Legendre P, O'Hara B, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH & Wagner H. 2009. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.16 - 12. <http://vegan.r-forge.r-project.org/>

Hunter JC & McCoy RA. 2004. Applying randomization tests to cluster analyses. *Journal of Vegetation Science* 15:

135 - 138.

Webb CO, Ackerly DD & Kembel SW. 2008. Phylocom: Software for the Analysis of Phylogenetic Community Structure and Character Evolution, with Phylomatic. Version 4.01b URL: <http://www.phylodiversity.net/phylocom>.

Manly BFJ. 2000. Multivariate statistical methods. Chapman & Hall, New York.