

Influência de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) e *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) sobre o padrão de ocorrência espacial em sete espécies lenhosas no cerrado

FLÁVIA M. D. MARQUITTI¹, LARISSA S. PEREIRA², LUCAS A. KAMINSKI¹, PAULA M. OMENA¹ e RODOLFO C. R. DE ABREU³

F. M. D. MARQUITTI *et al.*: Co-ocorrência espacial em plantas no cerrado

¹ PPG-Ecologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP.

² PPG-Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP.

³ PPG-Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 13566-590, São Carlos, SP.

Autor para correspondência: flamarquitti@gmail.com

RESUMO – (Influência de *Pouteria ramiflora* e *Qualea grandiflora* sobre o padrão de ocorrência espacial em sete espécies lenhosas no cerrado). A disponibilidade de nutrientes é um dos fatores que limitam e regulam a distribuição das populações. Uma das estratégias defensivas das plantas contra a competição com outros indivíduos pelo uso de recurso é a alelopatia. Neste trabalho, investigamos o possível efeito alelopático de duas plantas, *Pouteria ramiflora* e *Qualea grandiflora*, sobre o padrão de distribuição espacial de sete espécies abundantes no cerrado. Ainda, investigamos se a distribuição das espécies de plantas poderia ser explicada devido à qualidade do solo. Fizemos teste de Mantel e parcial de Mantel para correlacionar o volume das espécies nas subparcelas amostradas e também para composição do solo e o volume de algumas espécies. Não houve correlação negativa entre as espécies alelopáticas e não alelopáticas. Encontramos correlação positiva entre *P. ramiflora* e três espécies dentre as sete estudadas. Não houve correlação entre composição do solo e distribuição dessas espécies. *Pouteria ramiflora* e *Q. grandiflora* não afetaram a distribuição das populações estudadas, possivelmente porque espécies que coexistem num mesmo local selecionam ao longo de sua história evolutiva mecanismos que minimizam o efeito alelopático de plantas competidoras. A ausência de correlação entre solo e distribuição das espécies pode ser resultante de uma homogeneidade na distribuição nutrientes no solo. A co-ocorrência entre as três espécies e *P. ramiflora* pode ser explicada devido a: (1) exploração diferencial de nichos, (2) ausência de nutrientes limitantes (3) existência de interações facilitadoras entre as espécies. Sugerimos experimentos que possam detectar os processos que geram os padrões de distribuição das espécies de cerrado.

Palavras-chave – cerrado, distribuição espacial, espécies alelopáticas, interações intra-específicas.

Introdução

Os padrões de distribuição das plantas no espaço dependem da história evolutiva das espécies e da interação entre fatores abióticos e bióticos, tais como, disponibilidade de recursos, condições ambientais e interações inter e intra-específicas (Begon *et al.* 2006). Dentre os fatores abióticos, a disponibilidade de nutrientes e a composição química do solo são dois dos principais fatores que limitam e regulam a distribuição das populações. Teorias de competição e coexistência prevêm aumento das populações até que elas sejam limitadas por baixa disponibilidade de recursos (Silvertown & Charlesworth 2005). Desta maneira, a composição dos solos atua sobre as estratégias de utilização, alocação e competição por recursos pelas espécies. Uma das estratégias defensivas mais bem conhecidas contra a competição com outras plantas pelo uso de recurso é a alelopatia (Rice 1984, Willis 2007).

Alelopatia é um tipo de interação planta-planta que consiste no efeito negativo de uma planta sobre outra devido à liberação de compostos químicos no ambiente (Ingrouille & Eddie 2006). Geralmente, compostos do metabolismo secundário estão envolvidos, tais como alcalóides, terpenos ou fenóis que ao serem liberados no solo inibem a germinação de outras plantas (Damgaard 2005). Diversos estudos têm mostrado que a alelopatia pode ter uma efeito importante na estruturação de comunidades vegetais (ver Rice 1984). Para o cerrado, inexistem estudos que investiguem o papel da alelopatia no padrão de distribuição espacial das plantas. Os poucos trabalhos sobre alelopatia testam em laboratório o potencial efeito de plantas sobre a germinação de uma semente modelo (*e.g.* Oliveira *et al.* 2004, Silva *et al.* 2006, Hernández-Terrones *et al.* 2007).

O objetivo do nosso trabalho foi investigar em campo o potencial efeito alelopático de *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) e *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) (Silva *et al.* 2006) sobre o padrão de distribuição espacial de sete espécies abundantes no cerrado: *Anadenanthera falcata*, *Bauhinia rufa* e *Dalbergia miscolobium* (Fabaceae), *Miconia albicans* (Melastomataceae), *Roupala montana* (Proteaceae), *Vochysia tucanorum* (Vochysiaceae) e *Xylopia aromatica* (Annonaceae). Se o potencial efeito alelopático de *P. ramiflora* e *Q. grandiflora* ocorrer em campo, esperaríamos

encontrar uma correlação negativa entre a presença destas duas espécies e a das demais espécies testadas. Adicionalmente, se encontrarmos correlação positiva entre a presença de *P. ramiflora* e *Q. grandiflora* testaremos se a co-ocorrência das espécies pode ser explicada por preferências a características do solo.

Material e métodos

Área de Estudo – Realizamos o trabalho em um fragmento representante da vegetação savânica do domínio Cerrado (Coutinho 2006). O fragmento é denominado Valério (22°15' S; 47°51' O) e está inserido na Unidade de Conservação de Proteção Integral de Itirapina (EEI) cuja vegetação do Cerrado *sensu stricto* é o Cerrado Denso (Ribeiro & Walter 1998). O Cerrado Denso é o subtipo que apresenta vegetação mais densa e alta, caracterizada principalmente por vegetação arbórea, preponderante sobre o estrato arbustivo e herbáceo. O clima da região é do tipo Cwa (Köppen 1948) mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso (Prado 1997). Geomorfologicamente a região insere-se na “Província de Cuestas Basálticas” no Planalto de São Carlos em localidade próxima aos limites das escarpas da depressão periférica (Ponçano *et al.* 1981).

Coleta de Dados – Para coleta dos dados, utilizamos uma parcela permanente de 40 x 40 m composta por 64 subparcelas de 5 x 5 m, totalizando uma área de 0,16 ha. As coletas foram realizadas em fevereiro de 2010. Coletamos os valores de diâmetro e altura de todos os indivíduos das espécies *Anadenanthera falcata*, *Bauhinia rufa*, *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans*, *Roupala montana*, *Vochysia tucanorum*, *Xylopia aromatica*. Para *P. ramiflora* e *Q. grandiflora*, coletamos as mesmas informações para os indivíduos com perímetro acima do solo maior igual a 9 cm ($PAS \geq 9$ cm).

Análises – Selecionamos as espécies *P. ramiflora* e *Q. grandiflora* como espécies alelopáticas (Silva *et al.* 2006). Verificamos a influência dessas plantas sobre populações de *A. falcata*, *B. rufa*, *D. miscolobium*, *M. albicans*, *R. montana*, *V. tucanorum* e *X. aromatica*. Para cada espécie, fizemos uma matriz de volume cilíndrico em pé por subparcela. Utilizamos o teste de Mantel para comparar

as matrizes de distâncias euclidianas dos volumes das espécies alelopáticas e não alelopáticas por subparcela. Adicionalmente, fizemos o teste parcial de Mantel para o mesmo conjunto de dados, mantendo a matriz de distâncias das coordenadas geográficas constante. Para as espécies que obtivemos correlações positivas com as espécies alelopáticas, fizemos um novo teste de Mantel e parcial de Mantel, considerando a preferência de *P. ramiflora* e *Q. grandiflora* por solos com maior concentração de alumínio (ver Furley & Ratter 1988). Os dados de solo se referem a coletas realizadas em 2003 (Fernando R. Martins, dados não publicados), e escolhemos as concentrações de alumínio e hidrogênio ($\text{mmol}\cdot\text{dm}^{-3}$) para representar a qualidade de solo a que *P. ramiflora* e *Q. grandiflora* estão associadas em cada subparcela amostrada.

Resultados

Não observamos nenhuma correlação negativa entre as sete espécies estudadas com as espécies alelopáticas (tabela 1). As espécies *Bauhinia rufa* (correlação de Mantel = 0,382; $p = 0,025$; correlação parcial de Mantel = 0,390; $p = 0,022$), *Dalbergia miscolobium* (correlação de Mantel = 0,338; $p = 0,009$; correlação parcial de Mantel = 0,338; $p = 0,007$) e *Vochysia tucanorum* (correlação de Mantel = 0,035; $p = 0,011$; correlação parcial de Mantel = 0,297; $p = 0,028$) estiveram positivamente correlacionadas com *P. ramiflora*. No entanto, nenhuma dessas três espécies possui correlação com o tipo de solo (Al + H) da sub-parcela assim como *P. ramiflora* e *Q. grandiflora* (valores de correlação de Mantel variando de -0,012 até -0,100; com valores de p não significativos; tabela 2).

Discussão

O potencial alelopático detectado em laboratório por outros estudos (EREFREFREF) para *Pouteria ramiflora* e *Qualea grandiflora* parece não influenciar o padrão de distribuição espacial das populações das espécies estudadas. Uma explicação para esse resultado pode ser a longa história evolutiva de coexistência das plantas estudadas, uma vez que o cerrado é reconhecido como

uma das formações savânicas mais antigas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Como consequência, seria esperado que espécies coexistindo num mesmo local tivessem selecionado ao longo de sua história evolutiva mecanismos para minimizar o efeito alelopático de plantas competidoras. Assim, acreditamos que efeitos alelopáticos detectados para sementes modelo em laboratório fornecem pouco suporte para o estudo de comunidades naturais. Do ponto de vista ecológico-evolutivo da comunidade seria mais interessante estudar efeitos alelopáticos em plantas do cerrado sobre plantas que possuam uma história evolutiva em comum. Apesar de não haver dúvidas de que substâncias alelopáticas podem ser extraídas de plantas, ainda é difícil estabelecer um papel para elas na natureza (Begon 2006).

A ausência de correlação entre os teores de Al + H no solo com a distribuição espacial das espécies que apresentaram correlação positiva com *P. ramiflora* (i.e., *B. rufa*, *D. miscolobium*, *V. tucanorum*) sugere que tais nutrientes não estão diretamente relacionados com os padrões de distribuição espacial encontrados. Esse resultado pode ser interpretado de pelo menos três formas diferentes: (1) a variação espacial dos atributos do solo avaliados podem não variar num nível que limite e/ou determine o padrão de distribuição das espécies estudadas, ou seja, os nutrientes avaliados não são um fator limitante que gera competição entre as espécies; (2) as espécies podem co-ocorrer por exploração de nichos diferentes relaxando a competição; (3) os nutrientes estudados podem não ser os responsáveis pelo padrão encontrado, ou seja, outras características do solo ou fatores abióticos como água ou luz estariam envolvidos.

Uma hipótese alternativa à competição para explicar os nossos resultados de correlação positiva entre a ocorrência de espécies independente de características do solo é a presença de algum tipo de interação facilitadora entre as espécies. Uma vez que analisamos apenas uma pequena fração das plantas existentes na área, é possível que a correlação positiva encontrada esteja refletindo uma maior tolerância das espécies, que ao serem tolerantes obtém indiretamente um espaço livre com menor competição (Levine 1976). Historicamente, as interações negativas como competição ou alelopátia tem sido centrais nos estudos de interações planta-planta. No entanto, indivíduos vizinhos

numa comunidade podem interagir de várias formas. Por exemplo, interações positivas entre plantas (facilitação) podem ocorrer quando uma planta afeta positivamente o crescimento, sobrevivência e/ou reprodução da planta vizinha (Callaway 2007). Nesse sentido, sugerimos experimentos que possam detectar os processos que geram os padrões de distribuição das espécies de cerrado.

Referências Bibliográficas

- BEGON, M., HARPER J.L. & C. R. TOWNSEND. 2006. Ecology: individuals, populations and communities. Oxford, Blackwell Publishing.
- CALLAWAY, R.M. 2007 Positive interactions and interdependence in plant communities. Dordrecht, Springer.
- CHRISTIAN, D. 2005. Evolutionary ecology of plant-plant interactions: an empirical modelling approach. Langelandsgade, Aarhus University Press.
- COUTINHO, L.M. 2006. O conceito bioma. Acta Botanica Brasilica 20: 1-11.
- DAMGAARD, C. 2005. Evolutionary ecology of plant-plant interactions: an empirical modeling approach. Langelandsgade, Aarhus University Press.
- FURLEY, P.A. & RATTER, J.A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. Journal of Biogeography 15: 97-108.
- GOTTSBERGER G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2006. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. Vol. II. Pollination and seed dispersion. Ulm, Reta Verlag.
- INGROUILLE, M. & EDDIE, B. 2006. Plants: evolution and diversity. Cambridge, Cambridge University Press.
- HERNÁNDEZ-TERRONES M.G., MORAIS, S.A.L., FERREIRA, S., SANTOS, D.Q., NASCIMENTO, E.A. & CHANG, R. 2007. Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). Planta Daninha 25: 755-762.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatologia. Fondo de Cultura Económica, México.

- LEVINE, S.H. 1976. Competitive interactions in ecosystems. *American Naturalist* 110: 903-910.
- OLIVEIRA, S.C., FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. 2004. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. *Acta Botanica Brasílica* 18: 401-406.
- PONÇANO, W.L., CARNEIRO, C.D.R., BRITICHI, C.A., ALMEIDA, F.F.M. & PRANDINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. v.1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.
- PRADO, H. 1997. Os solos do Estado de São Paulo: mapas pedológicos. Editora Hélio do Prado, Piracicaba.
- RIBEIRO, JF. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. *In* Cerrado: ambiente e flora (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa/CPAC, Brasília. p. 89-166.
- RICE, E.L. 1984. Allelopathy. 2.ed. New York, Academic Press.
- SILVA, G.B., MARTIM, L., SILVA, C. L., YOUNG, M.C.M. & LADEIRA, A.M. 2006. Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado. *Hoehnea* 33: 331-338.
- SILVERTOWN, J. & CHARLESWORTH, D. 2005. Introduction to plant population biology. Blackwell, Oxford.
- WILLIS, R.J. 2007. The history of allelopathy. Dordrecht, Springer.

Tabela 1. Resultados do teste de Correlação de Mantel (M) e parcial de Mantel (P) entre o padrão de distribuição espacial de *Pouteria ramiflora* e *Qualea grandiflora* (matriz 1) em relação a sete espécies (matriz 2) de uma comunidade lenhosa de cerrado em Itirapina, São Paulo, Brasil. Asterisco indica significância ($\alpha < 0,05$).

Matriz 1	Matriz 2	Teste	Correlação	p
<i>Pouteria ramiflora</i>	<i>Anadenanthera falcata</i>	M	-0,044	0,356
		P	-0,041	0,337
	<i>Bauhinia rufa</i>	M	0,382	0,025*
		P	0,390	0,022*
	<i>Dalbergia miscolobium</i>	M	0,338	0,009*
		P	0,338	0,007*
	<i>Miconia albicans</i>	M	-0,034	0,392
		P	-0,040	0,536
	<i>Roupala montana</i>	M	-0,013	0,208
		P	-0,011	0,205
	<i>Vochysia tucanorum</i>	M	0,292	0,011*
		P	0,297	0,028*
	<i>Xylopia aromatica</i>	M	0,035	0,286
		P	0,025	0,306
<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Anadenanthera falcata</i>	M	-0,079	0,783
		P	-0,078	0,793
	<i>Bauhinia rufa</i>	M	-0,069	0,702
		P	-0,066	0,688
	<i>Dalbergia miscolobium</i>	M	-0,078	0,795
		P	-0,079	0,832
	<i>Miconia albicans</i>	M	-0,070	0,776
		P	-0,073	0,789
	<i>Roupala montana</i>	M	-0,075	0,761
		P	-0,074	0,752
	<i>Vochysia tucanorum</i>	M	-0,041	0,552
		P	-0,039	0,552
	<i>Xylopia aromatica</i>	M	0,125	0,071
		P	0,121	0,075

Tabela 2. Resultados do teste de Correlação de Mantel (M) e parcial de Mantel (P) entre o solo (Al + H) e o padrão de distribuição espacial das quatro espécies que co-ocorrem em uma comunidade lenhosa de cerrado em Itirapina, São Paulo, Brasil.

Matriz 1	Matriz 2	Teste	Correlação	<i>p</i>
Solo (Al + H)	<i>Pouteria ramiflora</i>	M	-0,093	0,981
		P	-0,100	0,985
	<i>Bauhinia rufa</i>	M	-0,035	0,614
		P	-0,030	0,582
	<i>Dalbergia miscolobium</i>	M	-0,090	0,932
		P	-0,092	0,923
	<i>Vochysia tucanorum</i>	M	-0,087	0,903
		P	-0,085	0,912