

**ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO PREDITORES DO CRESCIMENTO DE
POPULAÇÕES DE PLANTAS EM CERRADO DENSO**

ANDRÉ RECH, ANGÉLICA ROBATINO, ANNA ABRAHÃO, CARLOS MARTINS,
CLEITON ELLER, EDSON JÚNIOR, FERNANDA RIBEIRO, GABRIEL SAENZ,
GABRIELA ATIQUE, GRAZIELLE TEODORO, JOSÉ JÚNIOR, JÚLIA CABRAL,
LUCIANA FRANCI, MARIANA REIS, PATRÍCIA BRITTO, PEDRO BERGAMO,
RAFAEL MURAYAMA, SERGIANNE FRISON, ZILDAMARA HOLSBACK,
ZULQARNAIN

Resumo: (Atributos funcionais como preditores do crescimento de populações de plantas em cerrado denso) Atributos funcionais são bons parâmetros para responder questões ecológicas de grande escala. Apesar de atributos funcionais influenciarem parâmetros demográficos como mortalidade, crescimento e sobrevivência de plantas, sua relação com alguns atributos populacionais como taxa de crescimento e variação do número de indivíduos ainda não está bem estabelecida. Diante disso, buscamos avaliar se altura total, área foliar, espessura foliar, massa foliar por área, densidade da madeira e a arquitetura radicular são bons preditores de dinâmica populacional. Amostramos sete espécies (*Anadenanthera falcata*, *Bauhinia rufa*, *Dalbergia miscolobium*, *Miconia albicans*, *Vochysia tucanorum*, *Roupala Montana* e *Xylopia aromática*) em um fragmento de Cerrado no município de Itirapina, SP. Registramos a altura total, área e espessura foliar, massa foliar por área, densidade da madeira e a arquitetura radicular. Testamos a relação ente esses quatro atributos funcionais e três atributos descritores de dinâmica de populações (taxa de crescimento da população, taxa de crescimento da população em anos de seca e variância do número de indivíduos). Não encontramos relações lineares entre nenhum atributo funcional e populacional. Houve uma relação linear inversa marginalmente significativa entre Altura máxima e variância do número de indivíduos.

Palavras chave: altura máxima, densidade da madeira, massa foliar por área e arquitetura radicular.

Introdução

Atributos funcionais são características dos organismos que desempenham papel central na interação desses com o ambiente no qual existem. De maneira geral, os atributos funcionais influenciam as taxas vitais de sobrevivência, crescimento e reprodução, tendo assim implicações diretas na aptidão dos indivíduos (Ackerly 2003). Dessa forma, avaliar como os atributos variam entre as espécies e qual a extensão dessa variação tem se revelado um dos grandes objetivos da ecologia funcional (Poorter *et al.* 2008). Conjuntos de organismos que apresentam respostas similares a determinados fatores ambientais configuram tipos funcionais (Cornelissen *et al.* 2003).

Em plantas, atributos funcionais são apontados como bons parâmetros para responder questões ecológicas em grande escala, como respostas da vegetação às mudanças ambientais, clima, uso de terra e regimes de distúrbios naturais. No entanto, a relação entre atributos funcionais e a dinâmica de populações é uma discussão muito recente na literatura (Poorter *et al.* 2008, Chave *et al.* 2009). Alguns atributos como a massa foliar por área (MFA), densidade da madeira, altura máxima da planta e arquitetura radicular são considerados bons preditores ecológicos e foram relacionados com atributos demográficos como crescimento em diâmetro e mortalidade (Westoby 1998, Weiher *et al.* 1999).

A MFA representa o custo em carbono para construção da folha, pois indica a quantidade de massa seca que a planta investe para produzir uma unidade de área foliar para captura de luz (Wright *et al.* 2004). Espécies com MFA mais alto apresentam folha mais espessa e/ou tecido mais denso. Folhas mais densas estão associadas a ambientes com menor disponibilidade de nutrientes e comumente apresentam estratégias de defesa e maior longevidade. Folhas com menor MFA apresentam maior quantidade de

nitrogênio e possuem maior capacidade fotossintética (Cornellisen *et al.* 2003, Wright *et al.* 2004).

Há uma demanda conflitante entre a alocação de recurso nos tecidos lenhosos e o investimento em crescimento e sobrevivência (Chao *et al.* 2008, Whrite *et al.* 2010). Apesar de menores densidades de madeira refletirem crescimento rápido, estas plantas são mais suscetíveis a cavitação, pois apresentam elementos de vasos com diâmetros maiores e maior condutividade hidráulica. Em contrapartida, maior densidade da madeira proporciona maior resistência a danos mecânicos ou por patógenos (Poorter *et al.* 2008). Dessa forma, plantas com uma maior densidade da madeira muitas vezes deixam de investir em compostos secundários de proteção (Chave *et al.* 2009).

Para os indivíduos mais altos, a cavitação também pode ser um problema, além do risco de sofrer distúrbios mecânicos. No entanto, a altura potencial de uma espécie pode ser fundamental para o acesso à luz (Westoby *et al.* 1998 *apud* Pooter *et al.* 2008) e à proteção contra predação (Cornelissen *et al.* 2003).

Quanto à arquitetura radicular, geralmente as plantas do Cerrado apresentam maior investimento em raízes quando comparadas às plantas de outros ambientes. Esse investimento propicia captação mais eficiente de água e nutrientes do solo, além da possibilidade de armazenamento em xilopódios e raízes tuberosas. Ainda, as raízes dimórficas permitem a redistribuição hidráulica no solo durante estações secas, sustentando as taxas fotossintéticas (Lee *et al.* 2005, Oliveira *et al.* 2005).

Buscamos avaliar se os atributos citados anteriormente são bons preditores da dinâmica populacional de sete espécies do Cerrado. Para isso testamos as seguintes hipóteses: (1) As maiores taxas médias de crescimento populacionais em anos mais secos está relacionada ao maior investimento radicular; (2) Populações de espécies que apresentem maior densidade da madeira possuem maiores taxas médias de crescimento

populacional; (3) A maior altura máxima da população está relacionada à menor taxa média de crescimento populacional; (4) Quanto maior a massa foliar por área, menor a variação no número de indivíduos de uma população.

Material e Métodos

Área de estudo: Realizamos o estudo em um fragmento localizado na Estação Experimental de Itirapina (E.E.I.), no município de Itirapina – SP (22°15'51"S 47°51'10"W), denominado Valério. Esse fragmento está a uma altitude média de 760 m e apresenta fisionomia de cerrado denso (F. Martins *comm. pess.*). O clima da região é caracterizado como Cwa - temperado macrotérmico com inverno seco não rigoroso, com precipitação anual média de 1.425 mm (Delgado 1994) e o solo é classificado como Neossolo Quartzarênico (Oliveira & Prado 1984).

Coleta e análise dos dados: Coletamos dados de sete espécies, sendo elas: *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Fabaceae), *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Fabaceae), *Dalbergia miscolobium* Benth. (Fabaceae), *Miconia albicans* Triana (Melastomataceae), *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae), *Vochysia tucanorum* Mart. (Vochysiaceae) e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae). Seleccionamos os cinco maiores indivíduos encontrados de cada espécie. Desses indivíduos medimos a altura total (Hmax) (m), coletamos três folhas para cálculo da área foliar (AF) (cm²), espessura foliar (EF) (mm) e massa foliar por área (MFA) (mg/mm³) e coletamos secções de ramos lignificados para cálculo da densidade da madeira (DM) (g/cm³). Em três indivíduos de cada espécie cavamos cerca de 30 cm de profundidade ao redor da raiz para descrever a arquitetura radicular e medir o diâmetro da raiz pivotante. Medimos o diâmetro do caule a 25 cm do solo e calculamos a razão raiz:caule (AR). O

material foi processado seguindo o protocolo proposto por Cornelissen *et al.* (2003) com adaptações propostas por Oliveira (*comm. pess.*, 2011).

Calculamos a taxa de crescimento populacional para avaliar as diferenças entre os anos, utilizando a fórmula:

$$\lambda = \sqrt[t]{\frac{N_t}{N_0}}$$

onde: λ é a taxa de crescimento; N_0 é número de indivíduos no tempo inicial (levando em consideração os dados do ano anterior) e N_t é o número de indivíduos no tempo t . Também calculamos a variância de cada população ao longo dos anos, e transformamos os resultados usando logaritmo de base 10. Relacionamos a taxa de variação e a variância do número de indivíduos de cada população com os atributos funcionais: AF, Hmax, DM e MFA. Analisamos os dados por meio de regressão linear simples no programa STATISTICA (StatSoft, 2004).

Resultados

Não observamos uma relação linear entre os atributos funcionais e a dinâmica das populações das espécies estudadas (Tabela 1). Apenas a relação negativa entre Hmax e logaritmo da variância do número de indivíduos aproximou-se de uma tendência ($p=0,07$).

Discussão

Embora não tenhamos encontrado relação entre as variáveis estudadas, observamos uma tendência de relação negativa entre Hmax e variação no número de indivíduos ($p=0,07$). Em Florestas Tropicais Pluviais, Poorter *et al.* (2008) mostraram que a altura máxima está associada à menor mortalidade de indivíduos, que seria

relacionada com a longevidade dos indivíduos mais altos e com a maior captação luminosa.

Nos cerrados existe uma forte pressão seletiva, exercida por diversos fatores, como baixo teor nutricional e alta concentração de elementos químicos tóxicos no solo, sazonalidade climática, fogo e herbivoria. Toda essa pressão pode conduzir à convergência de caracteres morfo-funcionais, uma vez que poucas estratégias funcionais seriam positivamente selecionadas nos cerrados. Esse cenário poderia explicar a baixa variabilidade encontrada entre os conjuntos de atributos morfológicos das diferentes espécies estudadas.

Alternativamente, um maior número de espécies, e talvez maior representação de tipos funcionais, pudesse revelar alguma tendência não detectada. Os trabalhos que encontraram relações entre os atributos funcionais e parâmetros populacionais utilizam maior número de espécies e indivíduos. Por exemplo, Wright *et al.* (2010) analisaram os atributos para 103 espécies, Wright *et al.* (2004), avaliaram 2548, enquanto no trabalho de Poorter *et al.* (2007) foram utilizadas 240 espécies.

Outro fator que pode ter influenciado na ausência de correlação entre os atributos funcionais e os parâmetros populacionais é que em nossos estudos não temos estimativas precisas da taxa de mortalidade para os indivíduos, já que estes não foram marcados nas parcelas ao longo dos anos. Dessa forma, concluímos que para esse estudo, os atributos selecionados não foram bons preditores da taxa de crescimento populacional e da variação do número de indivíduos. Além disso, a variável resposta talvez não seja a melhor forma de avaliar a dinâmica populacional.

Referências bibliográficas

- ACKERLY, D. D. 2003. Community assembly, niche conservatism, and adaptive evolution in changing environments. *International Journal of Plant Sciences* 164:165–184.
- CHAVE, J. COOMES, D., JANSEN, S., LEWIS, S.L. *et al.* 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12:351-366.
- CORNELISSEN, J. H. C., LAVOREL, S., GARNIER, E. *et al.* 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51: 335-380.
- DELGADO, J.M. (coord.) 1994. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA, J. B. & PRADO, H. 1984. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos II. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, v.98.
- OLIVEIRA, R. S., BEZERRA, L., DAVISON, E. A. *et al.* 2005. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology*, 19: 574-581.
- POORTER, L., WRIGHT, S. J., PAZ, H. *et al.* 2008. Are functional traits good predictor of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. *Ecology*, 89(7): 1908-1920.
- STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- WEIHER, E., VAN DER WERF, K. THOMPSON, M. RODERICK, E. GARNIER, & O. ERIKSSON. 1999. Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science* 10:609–620.

WESTOBY, M. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil* 199:213–227.

WESTOBY, M., & WRIGHT, I. J. 2006. Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 21:261–268.

WRIGHT, I.J., REICH, P.B., WESTOBY, M. *et al.* 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428: 821-827.

Tabela 1. Regressão linear entre atributos funcionais e variações populacionais para sete espécies de cerrado.

Atributos testados	Equação da reta	Coefficiente de relação	p
DM X Lambda de seca total	$Y=1,2035 - 0,3204x$	$r=-0,20$ $r^2=0,04$	0,66
DM X Lambda total	$Y=1,03-0,08x$	$r=-0,52$ $r^2=0,27$	0,23
DM X LOG da variância do número de indivíduos	$Y=-1,60+6,47x$	$r=0,63$ $r^2=0,40$	0,12
AR X LOG da variância do número de indivíduos	$Y=3,49-0,14x$	$r=-0,04$ $r^2=0,002$	0,92
Hmax X Lambda total	$Y=0,96+0,0016x$	$r=0,18$ $r^2=0,03$	0,68
Hmax X LOG da variância do número de indivíduos	$Y=5,33-0,40x$	$r=0,7$ $r^2=0,49$	0,07
MFA X LOG da variância do número de indivíduos	$Y=4,38-5,88x$	$r=-0,52$ $r^2=0,27$	0,22
MFA X Lambda total.	$Y=0,95+0,09x$	$r=0,59$ $r=0,35$	0,16