



A ALOCAÇÃO DE BIOMASSA ENTRE PARTE AÉREA E RAÍZES DE *EUTERPE EDULIS* (ARECACEAE) DEPENDE DA DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES?

Daniela Zanelato

INTRODUÇÃO

O estudo dos padrões de alocação de recursos em diferentes estruturas pelas plantas é importante para o entendimento de suas histórias de vida e de seu sucesso na ocupação de diferentes ambientes (Muller *et al.*, 2000), pois influenciam a capacidade competitiva dos indivíduos e as suas respostas aos estresses impostos pelo ambiente (Larcher, 2006). Esses padrões de alocação de biomassa estão diretamente relacionados à otimização da captação dos recursos mais escassos (Lambers *et al.*, 2008; Fitter, 1986). Indivíduos de algumas espécies de plantas, por exemplo, podem investir mais em folhas de modo a aumentar a captação de luz em ambientes sombreados (Lambers *et al.*, 2008; Fitter, 1986). Por outro lado, alguns indivíduos podem investir mais em raízes de modo a aumentar a captação de nutrientes em ambientes onde a disponibilidade de recursos no solo é baixa (Crawley, 1986; Lambers *et al.*, 2008).

A plasticidade na alocação de biomassa entre parte aérea e subterrânea é amplamente descrita para espécies herbáceas e arbustivas (McConnaughay & Coleman, 1999; Muller *et al.*, 2000; Knox & Clarke, 2005). De forma geral, o maior investimento em raízes quando há menor disponibilidade de nutrientes ocorre já nos estágios iniciais de crescimento das plantas, depois que as reservas da semente se esgotam. Nessa fase, a planta precisa de pleno abastecimento de nutrientes e água para manter seu crescimento e diferenciação (Larcher, 2006). Além disso, os padrões de alocação de biomassa podem mudar ao longo do desenvolvimento da planta, independentemente das condições ambientais (McConnaughay & Coleman, 1999).

As palmeiras (família Arecaceae) estão entre as espécies mais abundantes das florestas tropicais úmidas (Henderson *et al.*, 2000; Turner, 2001) e geralmente germinam e se estabelecem sob o dossel (Swaine & Whitmore, 1988). Dado que algumas espécies de palmeiras ocorrem em locais com diferentes tipos de solo, são abundantes e facilmente identificáveis ainda em estágios bastante jovens, espécies deste grupo são modelos

interessantes para o estudo dos padrões de alocação de biomassa relacionados à disponibilidade de nutrientes do solo. Uma espécie que apresenta todas estas características é o palmito juçara, *Euterpe edulis*, que ocorre tanto em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes, como as matas de restinga, quanto em ambientes onde o solo é mais rico em nutrientes, como as florestas de encosta (Lorenzi, 1992).

Assim, dado que *E. edulis* pode ocupar ambientes com diferenças na disponibilidade de recursos é possível levantar a seguinte questão: o padrão de alocação de recursos muda de acordo com a disponibilidade de recursos do solo? Minha hipótese é que indivíduos de áreas com menor disponibilidade de nutrientes devem investir mais na produção de raízes em relação à parte aérea. Dessa forma, espero que a razão biomassa aérea / biomassa de raízes seja menor e que o comprimento de raízes seja maior em indivíduos estabelecidos na mata de restinga em relação à floresta de encosta.

MATERIAL & MÉTODOS

Coletei indivíduos jovens de *Euterpe edulis* na restinga florestal da Praia do Arpoador (daqui em diante denominada apenas Restinga) e no Morro do Arpoador (daqui em diante denominado apenas Encosta). Ambos os locais estão localizados no Núcleo Arpoador da Estação Ecológica da Juréia Itatins, município de Peruíbe, São Paulo. As duas áreas de coleta diferem em relação ao tipo de solo, sendo que na Restinga o solo é arenoso, enquanto que na Encosta é argiloso. Dado que a disponibilidade de nutrientes geralmente é maior em solos argilosos do que em solos arenosos (Begon *et al.*, 2006) e os solos de florestas de restinga são descritos como pobres em nutrientes (Sugiyama, 1998), assumi a premissa de que na Restinga a disponibilidade de nutrientes é menor do que na Encosta.

Para padronizar o procedimento amostral de modo a evitar que houvesse um viés no tamanho dos indivíduos amostrados nas duas áreas (Restinga e

Encosta), classifiquei os indivíduos de *E. edulis* em três classes de tamanho, de acordo com a distância do solo à primeira bifurcação das folhas: pequenos (1-5 cm), médios (6-10 cm) e grandes (11-15 cm). Percorri uma trilha em cada uma das áreas e selecionei 10 pontos de coleta separados por pelo menos 10 m de distância entre si. Em cada ponto, coletei um indivíduo de cada uma das três classes de tamanho (Restinga, n =30; Encosta, n= 30). Selecionei cada ponto pela presença de um indivíduo da classe de maior tamanho, já que esta classe era pouco abundante e, ao redor deste indivíduo, demarquei uma parcela de 3 x 3 m. Dentro desta parcela numerei todos os indivíduos de *E. edulis* das outras duas classes de tamanho e sorteei um indivíduo de cada uma delas.

Retirei os indivíduos cuidadosamente do solo, mantendo as raízes o mais intactas possível. Em laboratório, lavei as raízes das plantas coletadas, deixei-as secar ao sol e separei-as do restante da planta. Medi o comprimento aproximado de cada fragmento de raiz, considerando apenas o eixo principal de cada fragmento e ignorando as ramificações secundárias. Somei o comprimento de todos os fragmentos de raízes de cada indivíduo, obtendo um valor de comprimento total para cada indivíduo coletado. Para obter a biomassa das raízes e da parte aérea sequei cada uma destas partes em forno comum e pesei separadamente com balança digital de precisão de 0,02 g.

Os dados de comprimento total, biomassa de raízes e biomassa aérea foram transformados para escala logarítmica, de modo a linearizar as relações entre estas variáveis. Para avaliar o efeito da origem (Restinga e Encosta) nas relações alométricas de *E. edulis* utilizei duas análises de covariância (ANCOVA), considerando a biomassa de raízes a variável resposta e, como variável preditora categórica, o local de origem. Na primeira ANCOVA a massa seca da parte aérea foi a variável preditora contínua e, na segunda análise, foi o comprimento total de raízes.

RESULTADOS

Os valores médios obtidos para biomassa aérea, biomassa de raízes e comprimento total de raízes para os indivíduos coletados na Encosta e na Restinga estão na Tabela 1. A biomassa de raízes e a biomassa aérea estão positivamente relacionadas ($p < 0,001$), porém tal relação não difere entre as populações da Encosta e da Restinga, já que nem

os interceptos nem as inclinações das duas retas diferem significativamente (Tabela 2; Figura 1). A relação entre a biomassa de raízes e a biomassa aérea é hipoalométrica, pois tanto o coeficiente angular ($= 0,67$) como o limite superior do seu intervalo de confiança (0,58 - 0,75) são menores que 1.

A biomassa de raízes e o comprimento total das raízes estão positivamente relacionados ($p < 0,001$) e esta relação também não diferiu entre as populações da Restinga e da Encosta (Tabela 2; Figura 2). Esta relação é hiperalométrica, já que tanto o coeficiente angular ($= 1,24$) como o limite inferior de seu intervalo de confiança (1,08 - 1,39) são maiores que 1.

Tabela 1. Valores médios (\pm desvio padrão) observados do comprimento total das raízes (CT), biomassa raízes (BR) e biomassa aérea (BA) para os indivíduos de *Euterpe edulis* coletados nas áreas de Encosta (n= 30) e Restinga (n = 30).

	Encosta	Restinga
CT (cm)	46,36 ($\pm 34,39$)	43,9 ($\pm 28,48$)
BR (g)	0,53 ($\pm 0,53$)	0,48 ($\pm 0,49$)
BA (g)	5,43 ($\pm 7,16$)	3,56 ($\pm 5,01$)

Tabela 2. Valores obtidos para as análises de covariâncias entre biomassa de raízes (BR) e biomassa aérea (BA) e entre a biomassa de raízes (BR) e o comprimento total das raízes (CT) de indivíduos de *Euterpe edulis* coletados na Restinga (n = 30) e na Encosta (n = 30).

Variável resposta	Fonte de variação	GL	QM	F	p
BR	BA	1	55,82	223,10	<0,001
	Local	1	0,45	1,79	0,18
	BA x Local	1	0,001	0,003	0,95
BR	CT	1	56,90	243,56	<0,001
	Local	1	0,0001	0,0059	0,93
	CT x Local	1	0,298	1,27	0,26

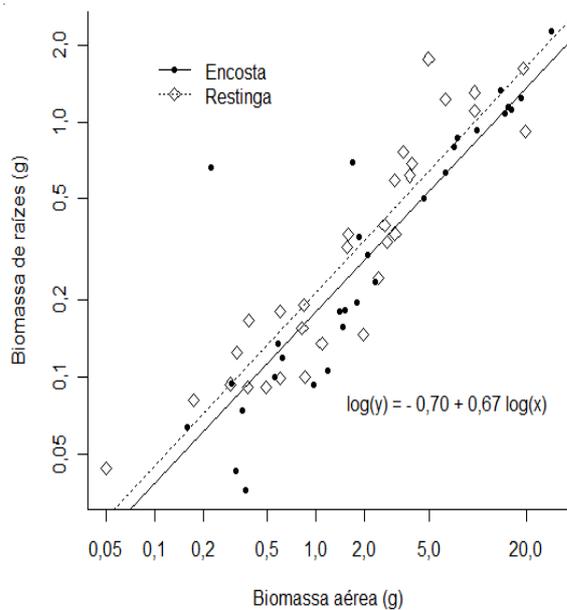


Figura 1. Relação entre a biomassa aérea e a biomassa de raízes em indivíduos de *Euterpe edulis* ($R^2 = 0,79$; $p < 0,001$) coletados em dois locais: restinga e encosta (ambas as variáveis em escala logarítmica).

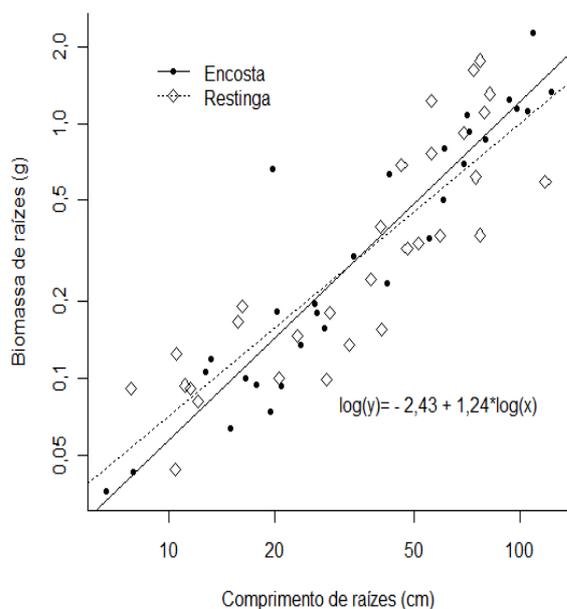


Figura 2. Relação entre o comprimento total de raízes e a biomassa de raízes em indivíduos de *E. edulis* ($R^2 = 0,80$; $p < 0,001$) coletados em dois locais: restinga e encosta (ambas as variáveis em escala logarítmica).

DISCUSSÃO

A alocação de biomassa em *Euterpe edulis* não foi alterada pela disponibilidade de nutrientes do solo, já que não houve maior investimento de biomassa em raízes nem maior comprimento de raízes nos indivíduos coletados na Restinga em relação aos da Encosta. Este fato pode ser, em parte, explicado pela baixa disponibilidade de luz em ambos os locais, uma vez que em outro estudo com esta mesma espécie, a razão entre biomassa de raízes e

biomassa aérea não foi afetada pela alteração experimental da disponibilidade de nutrientes em tratamentos de baixa irradiância (Illenseer & Paulilo, 2002). Além disso, Baraloto *et al.* (2006) sugerem que para plântulas tropicais o aumento na alocação de recursos para raízes não seja o fator principal que explica a tolerância aos recursos limitados do solo. Dessa forma, o crescimento lento de *E. edulis* (Turner, 2000) associado a possíveis ajustes fisiológicos podem permitir que indivíduos desta espécie sobrevivam em ambientes com menor disponibilidade de nutrientes.

Como os indivíduos de *E. edulis* parecem ser pouco plásticos em relação à disponibilidade de nutrientes no solo e tendem a ter grande investimento em biomassa aérea, é possível relacionar estas características ao fato desta espécie não ocorrer em ambientes muito abertos e luminosos. Assim, o fato de ser amplamente consumida pela avifauna (Matos & Watkinson, 1998) faz com que esta espécie provavelmente não seja limitada quanto à dispersão, porém restrições ambientais impeçam seu estabelecimento em condições de alta incidência luminosa. Sua grande superfície foliar deve causar rápida desidratação em ambientes muito iluminados, o que não poderia ser compensado pela absorção de água do solo, já que esta espécie investe relativamente pouco em raízes. De fato, *E. edulis* é abundante em solos úmidos e até alagados (Matos & Watkinson, 1998), e mudas produzidas em viveiro ressecam rapidamente e tem suas folhas danificadas quando expostas a pleno sol (*obs. pess.*).

Os resultados deste estudo apontam também que a taxa de investimento em biomassa aérea é maior que a de investimento na produção de raízes, independentemente do local de origem dos indivíduos de *E. edulis*. Este fato pode ser explicado pela história de vida desta espécie, que é uma planta de sub-bosque, abundante no interior sombreado e úmido das florestas (Matos & Watkinson, 1998). Dessa forma, investir muito nas partes fotossintetizantes pode ser uma estratégia para aumentar a captação de luz em locais sombreados e isso provavelmente restringe o investimento em raízes (Fitter, 1986). De fato, Illenseer & Paulilo (2002) encontraram uma maior eficiência de uso de nitrogênio em *E. edulis* quando a disponibilidade deste elemento foi menor, sugerindo que a espécie é competitiva sob baixa disponibilidade luminosa. Dessa forma, a baixa plasticidade fenotípica de *E. edulis* em relação à alocação de biomassa pode ocorrer como uma restrição evolutiva decorrente da adaptação à vida em ambientes de baixa disponibilidade de luz.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Sr. Dito pela grande ajuda em campo, ao Marcel, Paula e Marie pela ajuda na pesagem do material, à Adriana por dividir o fogão comigo, ao prof. Paulo Inácio pela ajuda com as análises, à Leda, Ernesto e Glauco pelas correções do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Baraloto, C.; D. Bonal & D.E. Goldber. 2006. Differential seedling growth response to soil resource availability among nine neotropical tree species. *Journal of Tropical Ecology*, 22:487–497.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Malden
- Crawley, M.J. 1986. Life histories and environment, pp. 253-290. Em: *Plant ecology* (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Scientific Publications, Austrália.
- Fitter, A.H. 1986. Acquisition and utilization of resources, pp. 375-406. Em: *Plant ecology* (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Scientific Publications, Austrália.
- Henderson, A.; B. Fischer; A. Scariot; M.A. Whitaker & R. Pardini. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. *Brittonia*, 52:149-159.
- Illenseer, R. & M.T.S. Paulilo. 2002. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. *Acta Botanica Brasilica*, 16:385-394.
- Knox, K.J.E. & P.J. Clarke. 2005. Nutrient availability induces contrasting allocation and starch formation in resprouting and obligate seeding shrubs. *Functional Ecology*, 19:690–698.
- Lambers, H.; F.S. Chapin & T.L. Pons. 2008. *Plant physiological ecology*. Springer, New York.
- Larcher, W. 2006. *Ecofisiologia vegetal*. Editora Rima, São Carlos.
- Lorenzi, H. 1992. *Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- McConnaughay, K.D.M. & Coleman J.S. 1999. Biomass allocation in plants: ontogeny or optimality? A test along three resource gradients. *Ecology*, 80:2581–2593.
- Matos, D.M. & A.R. Watkinson. 1998. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in southeastern Brazil. *Biotropica*. 4: 595-603.
- Muller, I.; B. Schmid & J. Weiner. 2000. The effect of nutrient availability on biomass allocation patterns in 27 species of herbaceous plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3:115–127.
- Sugiyama, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica*, 11:119-159.
- Swaine, M.D. & T.C. Whitmore. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, 75:81-86.
- Turner, I.M. 2001. *The ecology of trees in tropical the tropical rain forest*. Cambridge University Press, New York.