



# Investimento de recursos das plantas de acordo com a disponibilidade de nutrientes no solo

Renata Vaz; Juarez Cabral; Fernando Rossine & Thiago Pereira

**RESUMO:** Quando um recurso é limitante, uma planta pode obtê-lo investindo mais de outro recurso. Verificamos se existe variação no investimento de recursos em plantas de uma mesma espécie em ambientes com diferentes disponibilidades de nutrientes. Levantamos duas hipóteses não excludentes: plantas em solos com menos nutrientes investirão em estruturas mais resistentes e plantas em solos com menos nutrientes investirão mais nas raízes. Coletamos raízes e folhas de 15 indivíduos de *Myrciine parvifolia* em um ambiente de restinga, mais pobre em nutrientes edáficos, e 15 no costão rochoso. Comparamos a massa foliar por área (MFA) e o comprimento específico radicular (CER). Não houve diferença entre as médias de MFA dos dois ambientes, entretanto, a média de CER foi maior na restinga. Portanto plantas em ambientes mais pobres devem investir aumentar sua eficiência na absorção de nutrientes, alongando e aumentando a resistência de suas raízes.

**PALAVRAS-CHAVE:** captação de nutrientes, comprimento específico radicular, investimento em carbono, massa foliar por área, recursos limitantes

## INTRODUÇÃO

A sobrevivência e o crescimento das plantas dependem basicamente de luz, gás carbônico, nutrientes e água (Lüttge, 1997). Luz e gás carbônico são captados do ar pelas folhas enquanto água e nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, são captados do solo pelas raízes. A obtenção de cada um desses recursos pode ser dependente da aquisição prévia de outro. Luz e nitrogênio, por exemplo, são necessários para a assimilação de carbono na fotossíntese (Ackerly & Stuart, 2009). Assim, há situações em que a escassez de algum recurso pode inibir a assimilação dos outros e, portanto, impedir o crescimento da planta (Ackerly & Stuart, 2009). Em um dado ambiente e para uma dada espécie de planta, o recurso cuja escassez limita o crescimento dos indivíduos é o recurso limitante (Begon *et al.*, 2006).

Quando um recurso é limitante, uma planta pode obtê-lo investindo mais de outro recurso (Körner & Renhart, 1987). A construção de novas raízes, por exemplo, tem um custo em carbono, mas permite que a planta obtenha nitrogênio em um ambiente pouco produtivo (Pregitzer, 1995). Espécies de plantas nativas de ambientes com menor abundância de nutrientes têm um padrão de investimento de carbono consistente com a restrição nutricional. Tanto espécies de plantas de regiões temperadas quanto espécies de plantas de regiões áridas têm folhas mais resistentes (Körner & Renhart, 1987). Assim, a planta mantém suas folhas por mais

tempo, podendo reabsorver os nutrientes dos tecidos senescentes mais eficientemente (Vitousek & Matson, 2009). Outra estratégia de espécies de ambientes restritivos é investir em raízes compridas e captar mais dos recursos disponíveis no solo (Pugnaire & Valladares, 2007).

Muitas vezes plantas de uma mesma espécie apresentam características que variam entre indivíduos. Essa variação pode ser resultado de adaptação local ou plasticidade individual e pode ser fundamental para a persistência da espécie em localidades com diferentes tipos de restrição. No presente trabalho, nos perguntamos se existe variação nos padrões de investimento em plantas de uma mesma espécie em ambientes com diferentes níveis de disponibilidade de nutrientes. Levantamos duas hipóteses não excludentes: (1) plantas em ambientes com menos nutrientes investirão sistemicamente em estruturas mais resistentes e (2) plantas em ambientes com menos nutrientes investirão mais nas raízes.

## MATERIAL & MÉTODOS

### Modelo de estudo

*Myrsine parvifolia* (Myrsinaceae) é uma planta comum em ambientes de restinga e costões rochosos do sudeste brasileiro. Por habitar dois ambientes com diferentes restrições nutricionais de solo, essa

espécie é um bom modelo para estudar a alocação diferencial de recursos. Na restinga, *M. parvifolia* ocorre na região de dunas e no escrube primário, cujo solo, arenoso e permeável, dificulta a retenção de nutrientes (Souza & Capellari Jr., 2004). Nos costões rochosos, ela ocorre nos depósitos de húmus em fendas, vãos e buracos de baixa profundidade, comumente chamadas de “marmitas” (Lüttge, 1997).

Conduzimos o presente estudo em uma área de restinga e nas marmitas do costão rochoso na Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una, no litoral sul do estado de São Paulo. As condições climáticas são as mesmas para os dois ambientes, com muita influência da salinidade marítima e radiação solar intensa.

### **Delineamento amostral**

Segundo Lüttge (1997), um maior investimento em carbono (i.e., maior massa) em folhas e ramos confere maior resistência estrutural à planta. Também é necessário investimento em resistência estrutural na raiz para desenvolver maior comprimento e, assim, expandir sua área de captação de nutrientes (Pugnaire & Valladares, 2007). Essas premissas são necessárias para testar as hipóteses e, portanto, desenhar o presente delineamento amostral.

Coletamos indivíduos de *M. parvifolia* com 30 cm de altura no costão rochoso ( $n = 15$ ) e na restinga ( $n = 15$ ). Dos indivíduos amostrados, coletamos todas as folhas abaixo do 4º nó e que não apresentavam sinais de herbivoria. Sorteamos cinco das folhas coletadas por indivíduo, medimos o comprimento e a largura de cada uma delas e calculamos a área foliar de cada folha aproximando o formato de cada folha por uma elipse. Somamos todas as áreas e estimamos a área foliar total por espécime. Em seguida, secamos e pesamos as folhas, e, por fim, calculamos a massa foliar por área (MFA) dividindo massa seca das cinco folhas pela área total das mesmas. A MFA representa o gasto estrutural em carbono por área de folha (B. Rosado, com. pess.). Para estimar o investimento da planta nas raízes, coletamos secções de 3 cm perto da base de todas as raízes primárias em cada indivíduo e sorteamos três das raízes. Pesamos as três secções das raízes de cada planta juntas, após secá-las. Dividimos a soma da massa das três secções por 9 cm para obter o comprimento específico radicular (CER). O CER é um parâmetro que representa os aspectos econômicos do sistema radicular, ou seja, o custo em massa pelo retorno potencial do comprimento

da raiz (Ryser, 2006).

### **Análise dos dados**

Para testar a hipótese de que plantas em ambientes com menos nutrientes investirão em estruturas mais resistentes, comparamos a média do MFA dos espécimes coletados na restinga com a média do MFA dos indivíduos coletados no costão rochoso. Da mesma maneira, comparamos a média do CER dos espécimes da restinga com a média do CER dos espécimes do costão rochoso. A comparação entre o CER de *M. parvifolia* dos dois ambientes testa também a hipótese de maior alocação de recursos para as raízes.

Construímos um cenário nulo aleatorizando 10.000 vezes os valores individuais de CER e MFA entre o costão e a restinga. Para cada aleatorização, calculamos as diferenças das médias de CER e MFA entre cada ambiente. Procuramos nos cenários nulos valores maiores ou iguais aos observados, cujas frequências foram tomadas como nossos valores de  $p$ .

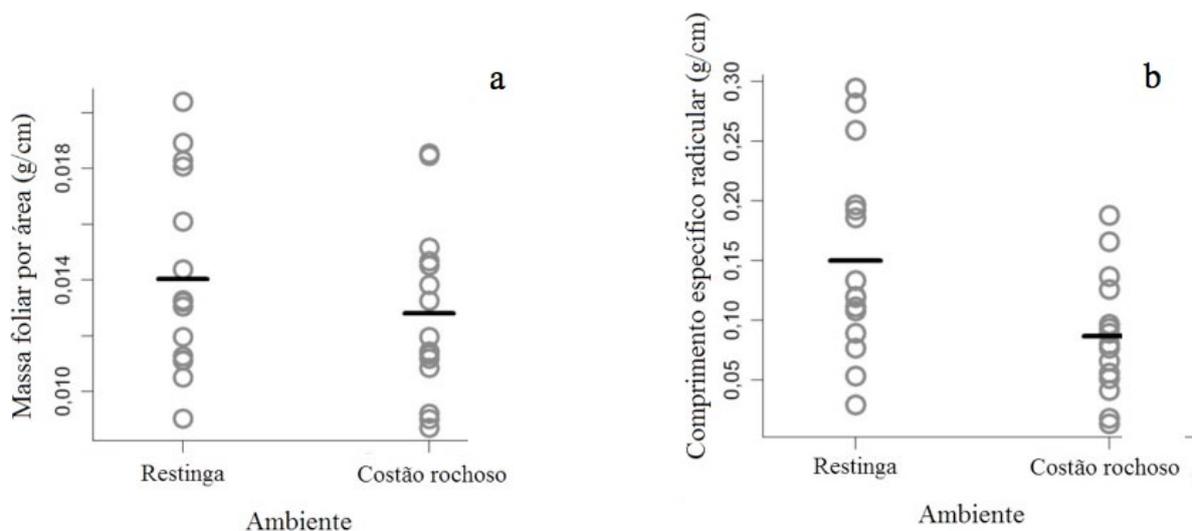
Para a primeira hipótese, esperávamos que a MFA e o CER médios de indivíduos de *M. parvifolia* na restinga fossem maiores, quando comparados aos indivíduos do costão rochoso. Para a segunda hipótese, espera-se que somente o CER médio dos indivíduos da restinga fosse maior.

## **RESULTADOS**

Ao contrário do previsto, não encontramos diferenças entre as médias de MFA de *M. parvifolia* entre a restinga e o costão rochoso ( $p = 0,16$ ; Figura 1a). Entretanto, foi detectada uma diferença significativa entre as médias de CER, indicando maior CER de *M. parvifolia* na restinga quando comparado ao costão rochoso ( $p = 0,008$ ), conforme previsto pela segunda hipótese (Figura 1b).

## **DISCUSSÃO**

Plantas perdem nutrientes quando perdem folhas ou raízes. Assim, em ambientes onde o custo de obtenção de nutrientes é maior, é comum que plantas invistam sistemicamente em órgãos mais duráveis (Lüttge, 1997). A ausência de diferença entre a MFA dos indivíduos de *M. parvifolia* de restinga quando comparada aos de costão rochoso indica que o aumento sistêmico da durabilidade dos órgãos não é uma estratégia de economia de nutrientes usada por *M. parvifolia* entre esses dois ambientes. Como folhas são geralmente mais ricas



**Figura 1.** (a) Massa foliar por área (MFA) de *Myrcine parvifolia* no costão rochoso e na restinga. (b) Comprimento específico radicular (CER) de *M. parvifolia* no costão rochoso e na restinga

em nutrientes que as raízes de uma planta (Pregitzer, 1995), investimentos em durabilidade de folhas deveriam evitar maior perda de nutrientes e, portanto, ser mais vantajosos que investimentos em durabilidade de raízes. Assim, o maior CER observado em indivíduos de *M. parvifolia* de restinga quando comparado aos de costão rochoso não deve ser interpretado apenas como um aumento de resistência da estrutura radicular.

Em ambientes nutricionalmente restritivos, é muito comum que plantas invistam em sistemas radiculares mais extensos, e assim sejam mais eficientes na absorção de nutrientes (Pugnaire & Valladares, 2007). Há dois argumentos que permitem que se relacione a resistência de uma raiz com sua extensão. Uma raiz mais longa tem mais recursos nela investidos, de modo que sua perda implicaria em um custo maior. Assim, plantas de raízes mais longas que investem na resistência proximal das raízes minimizam custos. Alternativamente, raízes mais resistentes e duráveis poderiam crescer por mais tempo e alcançar áreas maiores.

O maior CER observado em indivíduos de *M. parvifolia* de restinga quando comparado aos de costão corrobora a hipótese de que a planta investe mais em seu sistema radicular em ambientes de maior restrição nutricional. É possível, portanto, que indivíduos de *M. parvifolia* de restinga sejam mais eficazes na absorção dos nutrientes quando comparados aos indivíduos do costão, pois seu sistema radicular deve cobrir uma área maior. Como a restinga é um ambiente mais pobre em nutrientes que as marmitas do costão, pode ser que essa maior eficácia em absorção compense os custos de investimento em mais raízes.

Por outro lado, o solo das marmitas do costão ro-

choso é raso quando comparado ao da restinga, de modo que raízes de plantas que estão nas marmitas estão espacialmente restritas. A impossibilidade de alongamento dessas raízes pode inibir a deposição de material que as tornasse duráveis, o que faria sentido, posto que o benefício da durabilidade de raízes está condicionado a sua possibilidade de alongamento (Craine, 2006). A redução do investimento de indivíduos de *M. parvifolia* em raízes no costão rochoso quando comparado ao de indivíduos da restinga pode, então, ser apenas resultado das limitações de crescimento impostas pelas marmitas e não refletir qualquer adaptação ou plasticidade.

De modo a melhor compreender as variáveis que afetam a alocação diferencial de recursos em espécies que coocorrem na restinga e em marmitas de costões rochosos, propomos experimentos que avaliem o efeito conjunto das condições nutricionais do solo e a restrição espacial de crescimento das raízes. Só assim poderemos começar a entender possíveis respostas plásticas e adaptativas das plantas aos efeitos de restrição espacial.

## REFERÊNCIAS

- Ackerly, D.D. & S.A. Stuart. 2009. Physiological ecology: plants, pp. 20-26. Em: *The Princeton guide to ecology* (S.A. Levin, ed.). Princeton University Press, New Jersey.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Couto, O.S. 2005. *Manual de espécies vegetais do estado de São Paulo*. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Craine, J.M. 2006. Competition for nutrients and

- optimal root allocation. *Plant Soil*, 285:171-185.
- Körner, C.H. & U. Reinhardt. 1987. Dry matter partitioning and root length/leaf area ratios in herbaceous perennial plants with diverse altitudinal distribution. *Oecologia*, 74:411-418.
- Larcher, W. 1986. *Ecofisiologia vegetal*. Editora Pedagógica e Universitária Ltda, São Paulo.
- Lüttge, U. 1997. *Physiological ecology of tropical plants*. Springer, Berlin
- Pregitzer, K.S.; D.R. Zak; P.S. Curtis; M.E. Kubiske; J.A. Teeri & C.S. Vogel. 1995. Atmospheric CO<sub>2</sub>, soil nutrient and turnover of fine roots. *New Phytologist*, 129:579-585.
- Pugnaire, F.I. & F. Valladares. 2007. *Functional plant ecology*. CRC Press, Florida.
- Ryzer, P. 2006. The mysterious of root length. *Plant Soil*, 286:1-6.
- Souza, V.C. & L. Capellari Jr. 2004. A vegetação das dunas e restingas da estação ecológica Juréia-Itatins, pp. 103-114. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Holos, Ribeirão Preto.
- Vitousek, P.M. & A.M. Matson. 2009. Nutrient cycling and biogeochemistry, pp. 335-339. Em: *The Princeton guide to ecology* (S.A. Levin, ed.). Princeton University Press, New Jersey.

**Orientador:** Bruno Rosado