



# Pontas de drenagem diminuem a colonização das folhas por organismos epifílicos?

Hebert Kondrat, Carina Ulian, Isabella Romitelli & Marcos Vieira

**RESUMO:** O acúmulo de água sobre a superfície das folhas pode ter consequências negativas para o funcionamento foliar, dificultando as trocas gasosas e favorecendo o estabelecimento de epífilas que podem diminuir a fotossíntese da planta. Folhas de muitas espécies possuem atributos que favorecem o escoamento da água, como pontas de drenagem. Neste estudo, testamos se a incidência de epífilas diminui em função do aumento da ponta de drenagem. Selecionamos 24 indivíduos arbustivo-arbóreos, coletamos 20 folhas de cada indivíduo, medimos o comprimento das pontas de drenagem e a área foliar e estimamos a epifilia. Não encontramos evidências que a incidência de epifilia diminui com o aumento relativo da ponta de drenagem. No entanto, encontramos indícios de que a incidência de epifilia pode ser muito menor quando a ponta é muito grande em relação à área foliar. Sugerimos que os atributos morfológicos foliares não são os principais responsáveis pelo controle da epifilia.

**PALAVRAS-CHAVE:** epifilia, floresta pluvial, morfologia foliar, precipitação, repelência hídrica

## INTRODUÇÃO

Florestas pluviais recebem grande aporte de água durante as chuvas, o que favorece o acúmulo de água sobre as folhas da vegetação (Townsend *et al.*, 2006). Esse acúmulo pode dificultar a difusão de gás carbônico entre a folha e a atmosfera e diminuir a quantidade de fótons absorvidos (Malhado *et al.*, 2012). O acúmulo de água nas folhas também pode formar um micro-habitat favorável para o desenvolvimento de organismos parasitas ou comensais, como fungos, algas, líquens e briófitas denominados de epífilas (Bates, 2000; Pinokiyo *et al.*, 2006). A camada de epífilas formada sobre as folhas pode diminuir até 30% da captação de luz solar e 40% da atividade fotossintética (Monge-Najera & Blanco, 1995), seja pelo sombreamento das folhas ou necrose dos tecidos foliares pelos fungos (Coley & Kursar, 1996).

Diversas espécies de plantas possuem atributos que podem facilitar a drenagem e diminuir o acúmulo de água sobre as folhas (Burd, 2007). Esses atributos incluem repelência foliar hídrica (Rosado *et al.*, 2010), folhas sulcadas em diferentes ângulos de inclinação, ceras epicuticulares e ápices acuminados (Malhado *et al.*, 2012). Esses ápices, definidos aqui como pontas de drenagem, funcionam como calhas para escoamento da água (Malhado *et al.*, 2012).

Neste estudo, avaliamos a relação entre o comprimento da ponta de drenagem relativo à área foliar e a ocorrência de organismos epifílicos em plantas arbustivas e arbóreas de sub-bosque na Mata

Atlântica. Em função da menor incidência de radiação solar em comparação com o dossel, plantas no sub-bosque desse ecossistema são especialmente suscetíveis ao acúmulo de água. Malhado *et al.* (2012) mostraram que pontas de drenagem são particularmente frequentes em florestas ombrófilas. Uma vez que as pontas de drenagem favorecem o escoamento da água acumulada nas folhas e que esse acúmulo favorece a colonização por epífilas, testamos a hipótese de que a incidência de epífilas diminui conforme aumenta a razão entre as pontas de drenagem e a área foliar.

## MATERIAL & MÉTODOS

### Procedimentos em campo

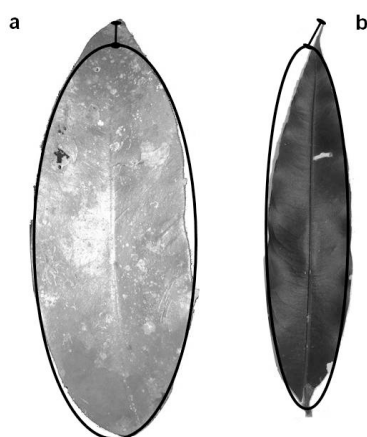
Realizamos o estudo em uma área da Mata Atlântica na Estação Ecológica Juréia-Itatins, núcleo Arpoador, município de Peruíbe, no litoral sul do estado de São Paulo (24°38'71"S, 47°01'73"W). Percorremos aproximadamente 300 m da trilha do Fundão, procurando amostrar folhas com diferentes comprimentos de pontas de drenagem. Amostramos 24 indivíduos arbustivo-arbóreos, independentemente da sua identidade taxonômica. Restringimo-nos às plantas do sub-bosque, com folhas entre 1 e 2 m de altura, onde as condições de temperatura, umidade e intensidade do vento favorecem a colonização por epífilas (Malhado *et al.*, 2012). Coletamos 30 folhas de cada indivíduo localizadas no 3° e 4° nós a partir do ápice do ramo

para padronizar o tempo em que as folhas coletadas haviam sido expostas à colonização por epifilas.

## Biometria

Uma vez que durante a coleta poderíamos inconscientemente procurar por folhas cujo índice de epifilia ou comprimento da ponta favorecessem nossa hipótese, sorteamos 20 folhas das 30 coletadas por indivíduo para atenuar esse viés nas variáveis de interesse. Avaliamos a proporção de epifilia das 20 folhas, de acordo com uma adaptação da classificação de herbivoria criada por Dirzo & Dominguez (1995). Essa análise envolveu a classificação das folhas em seis classes de proporção de epifilia: (0) ausência de epifilia; (1) 1 a 6% de epifilia; (2) 7 a 12%; (3) 13 a 25%; (4) 26 a 50%; (5) 51 a 100%. Após a classificação das folhas, calculamos a média das classes das 20 folhas amostradas para cada indivíduo e consideramos esta média como o índice de epifilia do indivíduo.

Sorteamos cinco folhas das 20 selecionadas anteriormente para obtenção da área foliar e comprimento da ponta de drenagem. Utilizamos apenas cinco folhas, considerando que a variação na razão entre o comprimento da ponta de drenagem e a área foliar era pequena entre as folhas de um mesmo indivíduo. Calculamos a área foliar elíptica de cada folha, baseada no maior comprimento e maior largura da folha. Consideramos o formato elíptico como o formato básico da folha e definimos a ponta de drenagem como o desvio no formato elíptico localizado no ápice foliar (Figura 1). Portanto, iniciamos a medida do comprimento da ponta de drenagem a partir da deformação da elipse.



**Figura 1.** Mensuração da ponta de drenagem. Consideramos como ponta de drenagem desvios na forma elíptica localizados na região apical da folha. a) Deformação sutil do formato elíptico. b) Deformação abrupta do formato elíptico.

Definimos a razão ponta de drenagem/área foliar (RPA), que consiste no comprimento da ponta de drenagem em razão da área de cada folha do indivíduo. Para cada indivíduo, calculamos um

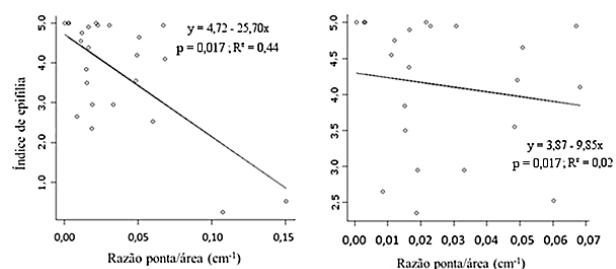
valor médio de RPA usando cinco folhas. Nossa previsão é de que quanto maior a RPA, menor o índice de epifilia.

## Análise de dados

Para testar nossa previsão, realizamos uma análise de regressão linear entre a RPA e o índice de epifilia e obtivemos a inclinação da reta para estimar a relação entre as duas variáveis. Construímos um cenário nulo aleatorizando 10.000 vezes os valores do índice de epifilia entre os indivíduos. Assim, eliminamos qualquer efeito da RPA sobre o índice de epifilia. Comparamos a inclinação da reta observada com a distribuição dos valores de inclinação gerados pelo cenário nulo. De acordo com a nossa previsão, a inclinação observada estaria entre os 5% menores valores encontrados na distribuição nula.

## RESULTADOS

A RPA média ( $\pm$ DP) dos 24 indivíduos amostrados foi de  $0,035 \pm 0,036 \text{ cm}^{-1}$ . O comprimento médio ( $\pm$ DP) do ponto de drenagem foi de  $1,32 \pm 0,64 \text{ cm}$ , enquanto a área foliar média ( $\pm$ DP) foi de  $149,46 \pm 348,78 \text{ cm}^2$ . O índice de epifilia diminuiu com o aumento da RPA (índice de epifilia =  $4,72 - 25,70 \times \text{RPA}$ ;  $p < 0,017$ ;  $R^2 = 0,44$ ; Figura 2a). Repetimos a análise excluindo dois valores extremos que poderiam influenciar essa relação. Nesse caso, não encontramos relação entre o índice de epifilia e a RPA ( $p = 0,257$ ;  $R^2 = 0,02$ ; Figura 2b).



**Figura 2.** Relação entre o índice de epifilia e a razão ponta de drenagem/área foliar em plantas de sub-bosque da Mata Atlântica. a) Relação encontrada ao considerarmos todos os indivíduos amostrados. b) Relação encontrada após removermos duas observações correspondentes a valores extremos. Os valores extremos aparecem destacados por círculos no gráfico (a).

## DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram que, ao contrário do previsto pela nossa hipótese, o aumento da RPA não leva a diminuições do índice de epifilia. Uma relação negativa foi encontrada apenas quando consideramos dois valores extremos, os quais representam 8% dos dados. Esses valores extremos

geraram a relação prevista pela nossa hipótese: valores muito altos de RPA associados a valores muito baixos de índice de epifilia. Assim, nossos resultados sugerem que a incidência da epifilia não sofre influência da ponta de drenagem quando os valores da RPA são pequenos ( $0,0-0,7 \text{ cm}^{-1}$ ). A relação negativa que encontramos ao considerar os valores extremos de RPA sugere que a ponta de drenagem só tenha um significado ecológico a partir de valores altos. Para investigar essa possibilidade, é necessário investigar a incidência de epifilia associada a valores de RPAs intermediárias ( $0,07 - 0,15 \text{ cm}^{-1}$ ), bem como valores maiores do que aqueles que consideramos neste estudo (maiores que  $0,15 \text{ cm}^{-1}$ ).

Outros estudos mostraram que a incidência de epifilia não é afetada pela ponta de drenagem (Monge-Najera & Blanco, 1995; Burd, 2007). Entretanto, esses estudos foram baseados em folhas artificiais (Monge-Najera & Blanco, 1995) ou consideraram apenas poucas espécies (Burd, 2007). Assim, os resultados desses estudos são limitados a uma pequena fração da variação possível na RPA. No presente estudo, por outro lado, procuramos considerar diferentes comprimentos da ponta de drenagem. Ainda que consideremos apenas os valores da Figura 2b, nosso estudo abrange uma variedade maior de comprimentos de ponta de drenagem quando comparado aos outros estudos. Assim, nossos resultados reforçam as conclusões de estudos menos abrangentes.

Se a ponta de drenagem não contribui para o controle da epifilia, exceto talvez em casos em que a ponta é altamente desenvolvida, outros atributos tais como repelência hídrica e inclinação da folha podem contribuir para esse controle (Burd, 2007; Sonnleitner *et al.*, 2009). Entretanto, na nossa área de estudo, a repelência hídrica foliar das plantas do sub-bosque é baixa (Sicsu *et al.*, 2011), o que sugere que a contribuição desse atributo para o controle da epifilia é pequena. É possível que atributos morfológicos foliares não sejam os principais responsáveis pelo controle da epifilia. Sugerimos a possibilidade de que defesas químicas produzidas pelas folhas possam estar envolvidas nesse controle.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Bruno Rosado pela orientação e a Camila Castanho e Leda Lorenzo pelas sugestões e comentários durante a redação do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Bates, J.W. 2000. Mineral nutrition, substratum ecology, and pollution, pp. 248-311. Em: *Bryophyte biology* (A.J. Shaw & B. Goffinet, eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Burd, M. 2007. Adaptive function of drip tips: a test of the epiphyll hypothesis in *Psychotria marginata* and *Faramea occidentalis* (Rubiaceae). *Journal of Tropical Ecology*, 23:449-455.
- Coley, P.D. & T.A. Kursar. 1996. Causes and consequences of epiphyll colonization, pp. 337-362. Em: *Tropical forest plant ecophysiology* (S.S. Mulkey; R.L. Chazdon, & A.P. Smith, eds.). Chapman and Hall, New York.
- Dirzo, R. & C.A. Domínguez. 1995. Plant-herbivore interactions in mesoamerican tropical dry forest, pp. 305-25. Em: *Seasonally dry tropical forest*. (S.H. Bullock, A. Mooney & E. Medina, eds.). University Press, Cambridge.
- Ivey, C.T. & N. Desilva. 2001. A test of the function of drip-tips. *Biotropica*, 33:188-191.
- Malhado, A.C.M.; Y. Malhi; R.J. Whittaker; R.J. Ladle; H. Steege; N.N. Fabre; O. Phillips; W.F. Laurance; L.E.O.C. Aragão; N.C.A. Pitman; H. Ramírez-Angulo & C.H.M. Malhado. 2012. Drip-tips are associated with intensity of precipitation in the Amazon rain forest. *Biotropica*, 40:1-10.
- Monge-Najera, J. & M.A. Blanco. 1995. The influence of leaf characteristics on epiphyll cover: a test of hypotheses with artificial leaves. *Tropical Bryology*, 11:5-9.
- Pinokiy, A.; K.P. Singh & J.S. Singh. 2006. Leaf-colonizing lichens: their diversity, ecology and future prospects. *Current Science*, 90:509-518.
- Rosado, B.H.P.; R. Oliveira & M.P.M. Aidar. 2010. Is leaf water repellency related to vapor pressure deficit and crown exposure in tropical forests? *Acta Oecologica*, 36:645-649.
- Sicsu, P.; S. Ximenez; T.H.C.S. Evangelista & S. Koffler. 2011. Relação entre repelência hídrica foliar e inclinação das folhas de plantas de sub-bosque. Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sonnleitner, M.; S. Dullinger; W. Wanek & H. Zechmeister. 2009. Microclimatic patterns correlate with the distribution of epiphyllous bryophytes in a tropical lowland rain forest in Costa

Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 25:321–330.  
Townsend, C.R.; M. Begon & J.L. Harper. 2006.  
*Fundamentos em ecologia*. 2<sup>a</sup> ed. Editora Art-  
med, Porto Alegre.

**Orientação:** Bruno Rosado