

FOLHAS DE *AECHMEA LEPTANTHA* (BROMELIACEAE: BROMELIOIDEAE) MANTÉM CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA E CONTEÚDO HÍDRICO COSTANTES NO CICLO ESTACIONAL DA CAATINGA

Lucas da Penha Xavier^{1*}; Emília Cristina Pereira de Arruda²; Aristéa Alves Azevedo¹

¹Universidade Federal de Viçosa, UFV – Programa de Pós-Graduação em Botânica. Viçosa/MG, Brasil.

¹Universidade Federal de Pernambuco, UFPE – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Recife/PE, Brasil.

*Corresponding author: lucas.penha.xavier@hotmail.com

Palavras-chaves:

Semiárido; Xeromorfismo;
Tolerância à seca.

RESUMO

Uma vez que as trocas gasosas e as relações hídricas são fundamentais para a fixação e assimilação de CO₂ via fotossíntese, conduzimos a avaliação da condutância estomática *in situ* e parâmetros relacionados com o status hídrico e assimilação em *Aechmea leptantha* Lemes J.A. Siqueira ao longo de um ciclo estacional na Caatinga, uma Floresta Tropical Sazonalmente Seca. A espécie foi selecionada por ocorrer como rupícola, formar tanque, apresentar metabolismo MAC e ser endêmica do bioma. Buscamos responder os seguintes questionamentos: i) como o ciclo estacional afeta a condutância e produtividade da espécie?; ii) a condutância e conteúdo hídrico variam entre regiões da folha? Nossa hipótese é de que haverá variação funcional na lâmina foliar, mas o ciclo estacional não causará variações, uma vez que a espécie já é adaptada ao clima local.

INTRODUÇÃO

As plantas de regiões semiáridas apresentam estratégias a nível estrutural e fisiológico como forma de minimizar os efeitos da redução de água disponível nessas áreas em períodos de estiagem (MALES e GRIFFITHS, 2017). Exemplos incluem a suculência e a redução da abertura estomática durante o dia, características presentes em espécies com metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), notavelmente reconhecido pela alta eficiência do uso da água (BENZING, 2000; MARTIN, 1994). Porém, uma vez que as projeções climáticas indicam que as regiões áridas e semiáridas tendem a ficar mais quentes e secas (SHUKLA et al., 2019), esforços para identificar

possíveis respostas de tolerância das espécies frente a um ambiente com maior grau de aridez são necessários.

Um grupo promissor em estudos dessa natureza é a família Bromeliaceae, com variadas estratégias de retenção, absorção e conservação de água (MALES e GRIFFITHS, 2017), muitas espécies ocorrendo em regiões semiáridas como epífitas ou rupícolas, o que limita a disponibilidade hídrica nas raízes e as tornam vulneráveis aos eventos severos de seca (CACH-PÉREZ et al., 2014; PAULA et al., 2016). Sabe-se também que as bromélias formadoras de tanque apresentam variação anatômica e funcional na lâmina foliar, cuja base em contato com a água do tanque apresenta alta

densidade de tricomas absorventes, ao passo que o ápice é a região com maior atividade fotossintética (ABREU et al., 2018). Sendo assim, o déficit hídrico afeta diferentemente as regiões da folha, havendo a necessidade de avaliá-las separadamente para uma compreensão geral das respostas à falta de água.

Uma vez que as trocas gasosas e as relações hídricas são fundamentais para a fixação e assimilação de CO₂ via fotossíntese, conduzimos a avaliação da condutância estomática *in situ* e parâmetros relacionados com o status hídrico e assimilação em *Aechmea leptantha* Lemes J.A. Siqueira ao longo de um ciclo estacional na Caatinga, uma Floresta Tropical Sazonalmente Seca. A espécie foi selecionada por ocorrer como rupícola, formar tanque, apresentar metabolismo MAC e ser endêmica do bioma. Buscamos responder os seguintes questionamentos: i) como o ciclo estacional afeta a condutância e produtividade da espécie?; ii) a condutância e conteúdo hídrico variam entre regiões da folha? Nossa hipótese é de que haverá variação funcional na lâmina foliar, mas o ciclo estacional não causará variações, uma vez que a espécie já é adaptada ao clima local.

METODOLOGIA

O local de estudo foi o Parque Nacional do Catimbau (PE), com ocorrência catalogada da espécie (FERREIRA et al., 2015). As expedições de campo ocorreram no período seco (novembro-janeiro) e chuvoso (fevereiro-abril), respectivamente, onde foram selecionados 10 indivíduos de populações rupícolas de *A. leptantha*, cujas folhas mais jovens foram marcadas para serem analisadas após o período de três meses. Este tempo foi determinado considerando que o período chuvoso na Caatinga varia de três a cinco meses por ano (RITO et al., 2017). Desta forma, haveria a

certeza de que as folhas utilizadas nas análises tiveram sua expansão durante o mesmo período de tempo, em cada estação. Das 10 folhas marcadas, cinco foram destinadas para a condutância estomática (*gs*) (medida não destrutiva) e conteúdo hídrico (CH), e outras cinco para área foliar (AF) e área foliar específica (AFE). Após a expansão das folhas, houve a divisão hipotética de cada lâmina foliar em base, meio e ápice (PEREIRA et al., 2018) para que os procedimentos realizados a seguir fossem conduzidos.

Uma vez que a espécie apresenta metabolismo MAC, as medições de condutância estomática ocorreram em intervalos de três horas durante um dia inteiro, sendo utilizado o porômetro LI-1600 (LI-COR, USA). Adicionalmente, dados de umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade foram coletados em cada horário com o uso do termohigrômetro e luxímetro. Em seguida, as folhas foram coletadas, armazenadas e rapidamente levadas à estação de apoio. Para o conteúdo hídrico (CH), cinco discos foliares (6mm) foram coletados das regiões da folha e imediatamente pesados em balança de precisão para obtenção da massa fresca (MF). Em seguida, foram embebidos em água destilada por 24h para obtenção da massa túrgida (MT), seguido de secagem em estufa a 60°C, por 48h, para determinação da massa seca (MS). O conteúdo hídrico foi calculado a partir da fórmula: $CH(\%) = \frac{MF-MS}{MT-MS} \times 100$ (Barrs and Weatherley 1962). A área foliar (AF) foi medida de acordo com (GABARRA et al., 2005). Em seguida, as folhas foram secas a 60°C, por 72h, e pesadas para cálculo da massa seca (MS) e a área foliar específica foi obtida pela razão AF/MS. Uma vez que os dados não foram normais, utilizamos o teste de Kruskal-Wallis com a posteriori de Dunn para observar possíveis

variações entre as regiões da folha ou entre as estações do ano, sempre com nível de significância de 95%. Todas as análises foram feitas no R (versão 4.0.4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie apresentou menor condutância estomática entre 10:00h e 13:00h (Fig 1.), coincidindo com os maiores valores de temperatura e luminosidade, além de uma baixa umidade relativa. A partir disso, há o aumento gradual da condutância ao longo do dia, com os maiores picos ocorrendo entre 01:00h e 04:00h, seguido de diminuição gradual, típico de plantas com metabolismo MAC.

Diferentemente do que esperávamos, não houve variação na condutância entre as regiões da folha dentro de uma mesma estação, seja ela seca ($p=0,879$; qui-quadrado= 0,255) ou chuvosa ($p=0,104$; qui-quadrado= 4,519), tampouco quando as duas estações eram comparadas ($p=0,739$; qui-quadrado= 0,113).

O mesmo resultado foi observado para o conteúdo hídrico, que variou entre 74,0% e 84,4% na estação seca, indo de 82,2% até 94,4% na chuvosa (Fig 2a). A área foliar específica também não diferiu entre as estações, sendo de $35,24\text{m}^2\text{Kg}^{-1}$ na seca e $43\text{m}^2\text{Kg}^{-1}$ na chuvosa (Fig 2b). Portanto, nossos resultados indicam que as folhas desenvolvidas durante o período de estiagem até então não apresentavam sintomas de modificações funcionais que se relacionassem com a diminuição do volume de chuvas local.

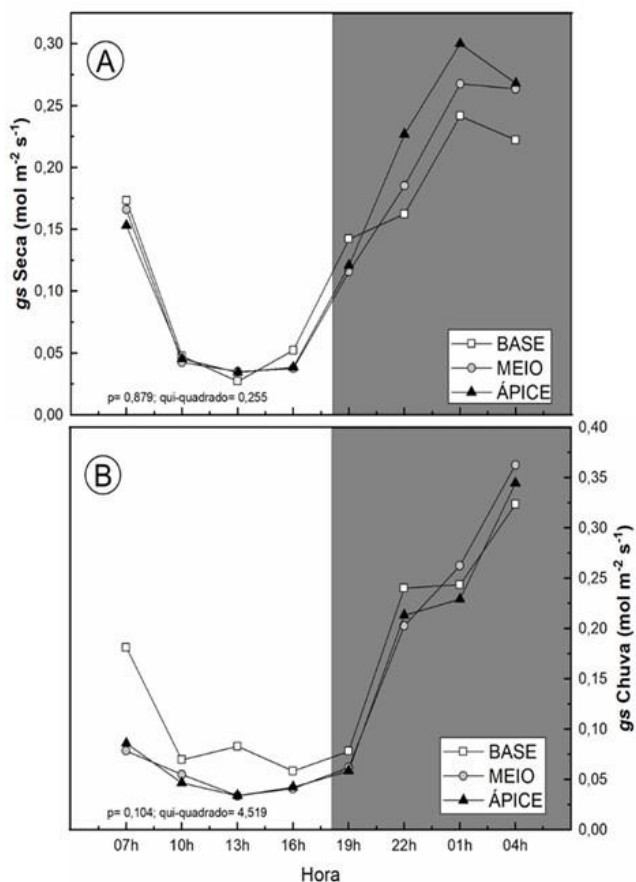


Figura 1. Condutância estomática (gs) das diferentes regiões da folha de *Aechmea leptantha* ao longo de um dia inteiro. A- Estação seca; B- Estação chuvosa. A porção sombreada da figura indica o período noturno das análises. Notar a similaridade estatística entre as regiões da folha.

O fato da condutância estomática não ter variado entre as estações pode estar atrelado à manutenção do potencial hídrico e osmótico nas folhas, devido às características estruturais de *A. leptantha*. Nela, os estômatos são restritos à superfície abaxial e distribuídos linearmente ao longo de sulcos na epiderme, que são recobertos pelos tricomas absorventes. Esses fatores combinados com o elevado conteúdo hídrico observado, diminuem a perda excessiva de água via transpiração e possibilitam a continuidade das taxas fotossintéticas na espécie (NOWAK e MARTIN, 1997), o que indica que a população não exhibe sintomas de déficit hídrico severo.

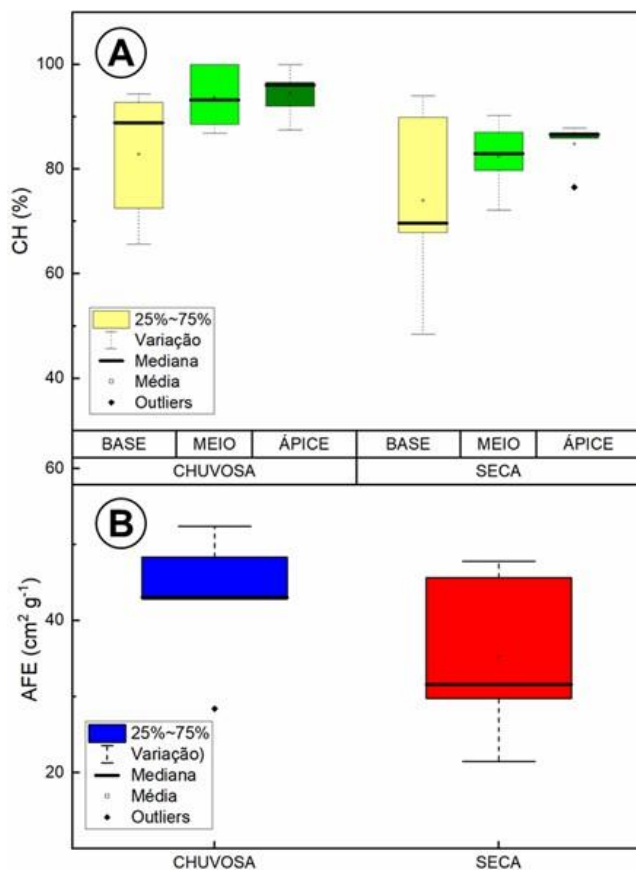


Figura 2. Parâmetros relacionados ao acúmulo de água e assimilação de carbono nas folhas de *Aechmea leptantha*. A- Conteúdo hídrico (%); B- Área foliar específica. Não foi observado variações estatísticas em nenhuma das análises aqui registradas ($p > 0,05$).

Em experimento controlado com *Aechmea aquilega* foi observado que dois meses de supressão da rega causaram significativa redução na condutância estomática, assimilação de carbono e conteúdo hídrico (LEROY et al., 2019), sugerindo que o tempo escolhido para o presente estudo seria suficiente para observação de possíveis mudanças nesses parâmetros caso a espécie não apresentasse caracteres de tolerância à seca.

Embora o conteúdo hídrico tenha sido similar ao longo da lâmina foliar, não podemos constatar que em um cenário de maior restrição hídrica as diferentes regiões respondam de uma mesma forma. Isso porque grande parte da água armazenada se concentra no parênquima aquífero, e há registros de alocação de água das células deste

tecido para diferentes partes da folha, em *Aechmea distichantha* (HERMES et al., 2018). Vale salientar que isso ocorre enquanto o recurso estiver disponível no tecido, a exemplo de *Pitcairnia burchellii*, cuja restrição hídrica causou reduções significativas no conteúdo hídrico somente após 40 dias, com o parênquima aquífero provendo água para o parênquima clorofiliano (VIEIRA et al., 2017). Isso garantiu a manutenção da assimilação de carbono durante esse período, mesmo com a redução da condutância estomática já nos primeiros momentos de supressão da rega (VIEIRA et al., 2017).

Todos esses fatores acima mencionados, juntamente com a equivalência da área foliar específica são fortes indícios de que o desenvolvimento inicial das folhas em *A. leptantha* não é reduzido a curto prazo durante a estação seca, o que já era esperado, uma vez que a ocupação da espécie sobre o substrato rochoso numa área semiárida como a Caatinga é produto de um longo processo de seleção de caracteres vantajosos às pressões locais. Resultados divergentes em outras espécies de Bromeliaceae (ver BENZING e BURT, 1970; BENZING et al., 1978; CEUSTERS et al., 2009) demonstram que o conjunto de estratégias em resposta à seca no grupo é heterogêneo e esforços para sua maior compreensão devem ser tomados.

Foi possível demonstrar que as folhas de *Aechmea leptantha* não tem seu desenvolvimento inicial *in situ* prejudicado pela diminuição da pluviosidade durante os primeiros meses de estiagem nem diminuem a condutância estomática, que é constante ao longo da lâmina foliar, o que corrobora apenas parcialmente com a nossa hipótese. A manutenção dos parâmetros funcionais revela certo grau de tolerância à seca na espécie, adquirida por meio de seleção de características fisiológicas e estruturais vantajosas. Sendo assim, uma abordagem que integre um maior número de

análises das relações hídricas da espécie com sua estrutura anatômica, por exemplo, seria o próximo passo para maior entendimento do grau de tolerância da espécie, bem como da plasticidade desses traços para uma possível aclimação em cenários de uma Caatinga mais quente e seca.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.E.; CARVALHO, V.; MERCIER, H. Antioxidant capacity along the leaf blade of the c 3-cam facultative bromeliad *guzmania monostachia* under water deficit conditions. **Functional plant biology**, v. 45, n. 6, p. 620–629, 2018.
- BARRS, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves by h. D. Barrs* and p. E. Weatherley. **Aust.j.biol.sci**, n. 15, p. 413–428, 1962.
- BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. 1. Ed. Cambridge: cambridge university press, 2000.
- BENZING, D. H.; BURT, K. M. Foliar permeability among twenty species of the bromeliaceae. **Bulletin of the torrey botanical club**, v. 97, n. 5, p. 269, 1970.
- BENZING, D. H.; SEEMANN, J.; RENFROW, A. The foliar epidermis in tillandsioideae (bromeliaceae) and its role in habitat selection. **American journal of botany**, v. 65, n. 3, p. 359–365, 1978.
- CACH-PÉREZ, M. J.; ANDRADE, J. L.; REYES-GARCÍA, C. La susceptibilidad de las bromeliáceas epífitas al cambio climático. **Botanical sciences**, v. 92, n. 2, p. 157, 2014.
- CEUSTERS, J. et al. Differential usage of storage carbohydrates in the cam bromeliad *aechmea* “maya” during acclimation to drought and recovery from dehydration. **Physiologia plantarum**, v. 135, n. 2, p. 174–184, 2009.
- FERREIRA, J. V.; FABRICANTE, J. R.; SIQUEIRA, J. A. Checklist preliminar de bromeliaceae do parque nacional do catimbau. **Natureza online**, v. 13, p. 92–97, 2015.
- GABARRA, P.M.; BARBOSA, J.C.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Modelos de regressão para estimativa da área foliar de espécies brasileiras do gênero *tillandsia* l. (bromeliaceae). **Revista brasileira horticultura ornamental**, v. 11, n. 1, p. 43–48, 2005.
- HERMES, M. B. et al. Structural variation among leaves in *aechmea distichantha* lem. (bromeliaceae) rosettes, considering apical and basal differences. **Flora**, v. 248, p. 76–86, 2018.
- LEROY, C. et al. Water and nutrient uptake capacity of leaf-absorbing trichomes vs. Roots in epiphytic tank bromeliads. **Environmental and experimental botany**, v. 163, p. 112–123, 2019.
- MALES, J.; GRIFFITHS, H. Functional types in the bromeliaceae: relationships with drought-resistance traits and bioclimatic distributions. **Functional ecology**, v. 31, p. 1868–1880, 2017.
- MARTIN, C.E. **Physiological ecology of the bromeliaceae**. v. 60, p. 1–82, 1994.
- NOWAK, E.J.; MARTIN, C.E. Physiological and anatomical responses to water deficits in the cam epiphyte *tillandsia ionantha* (bromeliaceae). **International journal of plant sciences**, v. 158, n. 6, p. 818–826, 1997.
- PAULA, I. F. A. et al. Sugar loaf land in south-eastern brazil: a centre of diversity for mat-forming bromeliads on inselbergs. **Botanical journal of the linnean society**, v. 181, n. 3, p. 459–476, 2016.
- PEREIRA, P.N. et al. Ammonium intensifies cam photosynthesis and counteracts drought effects by increasing malate transport and antioxidant capacity in *guzmania monostachia*. **Journal of experimental botany**, v.69, n.8, p.1993–2003, 2018.
- RITO, K. F. et al. Precipitation mediates the effect of human disturbance on the brazilian caatinga vegetation. **Journal of ecology**, v. 105, n. 3, p. 828–838, 2017.
- SHUKLA, P.R. et al. **Climate change and land: an ipcc special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Geneva, switzerland: intergovernmental panel on climate change (ipcc), 2019.
- VIEIRA, E. A. et al. The dual strategy of the bromeliad *pitcairnia burchellii* mez to cope with desiccation. **Environmental and experimental botany**, v. 143, p. 135–148, 2017.