



Adaptações Morfofisiológicas Em Populações Isoladas De *Pitcairnia lanuginosa* (Bromeliaceae)

Palavras-Chave: Bromeliaceae, características funcionais, conservatismo de nicho

Autores/as:

Henrique Vilela Da Mata Bianchini [IB - UNICAMP]

Prof.^a Dr.^a Clarisse Palma Da Silva (Orientadora) [IB - UNICAMP]

Dr.^a Bárbara Simões Santos Leal (Co-orientadora) [IB - UNICAMP]

Dr. Cleber Juliano Neves Chaves (Co-orientador) [IB - UNICAMP]

INTRODUÇÃO:

Para explicar os altos níveis de riqueza de espécies nos biomas neotropicais, como o Cerrado, estudos que contemplam abordagens ecológicas e evolutivas são essenciais. *Pitcairnia lanuginosa* Ruiz & Pav. é uma bromélia terrestre que ocupa florestas ripárias por todo o Cerrado, e Yungas

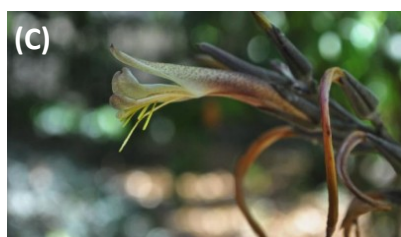
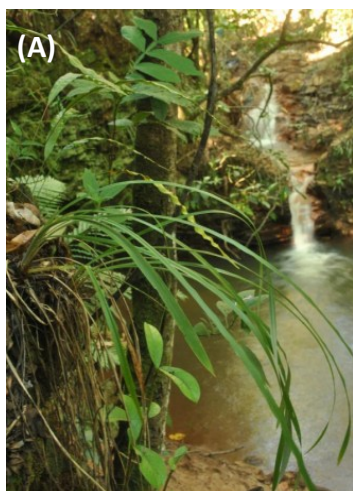


Figura 1: *Pitcairnia lanuginosa*. A: Planta em seu habitat. B-C: Morfologia floral. – Fotos: Dr.^a Bárbara Simões Santos Leal.

(vegetação nos Andes), considerada uma planta revivescente, adaptada ao regime hidrológico intermitente destes ambientes. Apesar da ampla distribuição, ela ocorre de forma muito fragmentada, com alta estruturação genética ($F_{ST} \geq 0.78$) devido ao fluxo gênico muito baixo entre populações. Além disso, a espécie apresenta reprodução autógama e altas taxas de endogamia, com pouca variação morfológica aparente entre as populações. Assim, a investigação de

caracteres ecofisiológicos nas populações de *P. lanuginosa* pode dar pistas de como as diferenças genéticas são expressas nos fenótipos dessas populações. Neste trabalho, objetivamos avaliar se a hipótese do conservatismo de nicho poderia explicar a pouca variabilidade fenotípica observada dentre as diferentes populações.

METODOLOGIA:

AMOSTRAGEM: Foram analisados um total de 108 indivíduos de 19 populações de *P. lanuginosa* do cerrado brasileiro. As plantas amostradas estão sendo cultivadas e aclimatadas sob condições controladas na casa de vegetação do Departamento de Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Unicamp desde 2014.

Número de Indivíduos por População			
População	Localidade	Coordenadas	Nº de Indivíduos
APA	Alto Paraíso (GO)	47W 47' 26" , 14S 11' 04"	5
AQU	Aquidauana (MS)	55W 29' 44" , 20S 27' 35"	3
BRA	Brasília (DF)	48W 02' 55" , 15S 28' 55"	4
CAR	Carmésia (MG)	43W 11' 52" , 19S 06' 40'	7
CHG	Chapada dos Guimarães (MT)	55W 42' 55" , 15S 25' 45"	14
COR	Corguinho (MS)	55W 09' 17" , 19S 54' 11"	5
COS a	Costa Rica (MS)	53W,06'22" , 18S 58' 58"	8
COS b	Costa Rica (MS)	52W 95' 22" , 18S 42' 61"	6
JOF	Joaquim Felício (MG)	44 W 11' 03" , 17 S 51' 58"	4
MOS	Mossâmedes (GO)	50W 11' 31" , 16S 04' 44"	5
NAT	Natividade (TO)	47W 41' 58" , 11S 39' 24"	8
OPR	Ouro Preto (MG)	43W 32' 33" , 20s 29' 36"	3
PAL	Palmas (TO)	48W 08' 25" , 10S 18' 11"	6
PED	Pedregulho (SP)	47 W 27' 21" , 20 S 15' 05"	3
PIR	Pirenópolis (GO)	48W 54' 25" , 15S 47' 36"	7
PKE	Presidente Kennedy (TO)	48W 34' 31" , 08S 29' 06'	6
SAB	Sabará (MG)	43W 82'69" , 19S 90'88"	3
SGA	São Geraldo do Araguaia (PA)	48W 27' 58" , 06S 13' 58"	4
TIR	Tiradentes (MG)	44W 09' 55" , 21S 06' 01"	7

Tabela 1: Número de indivíduos por população amostrada de *P. lanuginosa*.

ANÁLISES DE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS MORFOLÓGICAS: Para análises morfológicas, foram coletadas as folhas mais jovens completamente desenvolvidas de cada uma das plantas. As seguintes características foram mensuradas em um conjunto de no mínimo 3 indivíduos de cada população:

- **Massa foliar túrgida:** foi medida ao deixar as folhas imersas em água de um dia para o outro, medindo sua massa posteriormente (Ogburn et al. 2012).

- **Massa foliar seca:** foi obtida mensurando a massa de 1cm³ de uma folha madura não danificada após secagem em estufa (Harguindeguy et al. 2016), seguindo o protocolo de Ogburn et al. (2012).

- **Índice de Suculência:** foi mensurado de acordo com o protocolo de Ogburn et al. (2012). É a razão entre a massa foliar túrgida e a massa foliar seca.

- **Área foliar:** foi calculada pela medição da área unilateral da lâmina foliar fresca e não danificada, seguindo os protocolos de Pérez-Harguindeguy et al. (2016) e Ogburn et al. (2012).

- **Área foliar específica:** foi obtida através da razão entre massa foliar seca e a área foliar (Ogburn et al. 2012).

ANÁLISE ESTATÍSTICA: Para averiguar as diferenças significativas entre as populações para cada um dos caracteres funcionais avaliados, foram implementados a análise ANOVA e o teste de Tukey, ambos no software RStudio (RStudio Team. 2020).

COMPARAÇÃO COM DADOS AMBIENTAIS: Ainda testamos a associação entre os dados fenotípicos e nove variáveis de solo e 19 variáveis bioclimáticas obtidas de bases de dados para as coordenadas de cada população amostrada. Os dados de solo foram extraídos utilizando o pacote soilDB (soilDB: Soil Database Interface, 2023), do qual foram utilizados valores e médias de 9 variáveis entre 0 e 5 cm de profundidade. Para melhor visualização de como essas variáveis se relacionam com cada população, foi realizada uma PCA (principal component analysis). Já as 19 variáveis bioclimáticas foram extraídas do banco de dados WorldClim (worldclim.org).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS MORFOLÓGICAS: Após analisar os dados obtidos, percebeu-se que o único parâmetro com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as populações amostradas foi a área foliar. O teste de tukey realizado agrupou as populações em quatro conjuntos, sendo dois deles representados por apenas uma população: o conjunto A, que inclui COSa (a menor área foliar obtida) e o conjunto C, que inclui JOF (a maior área foliar obtida).

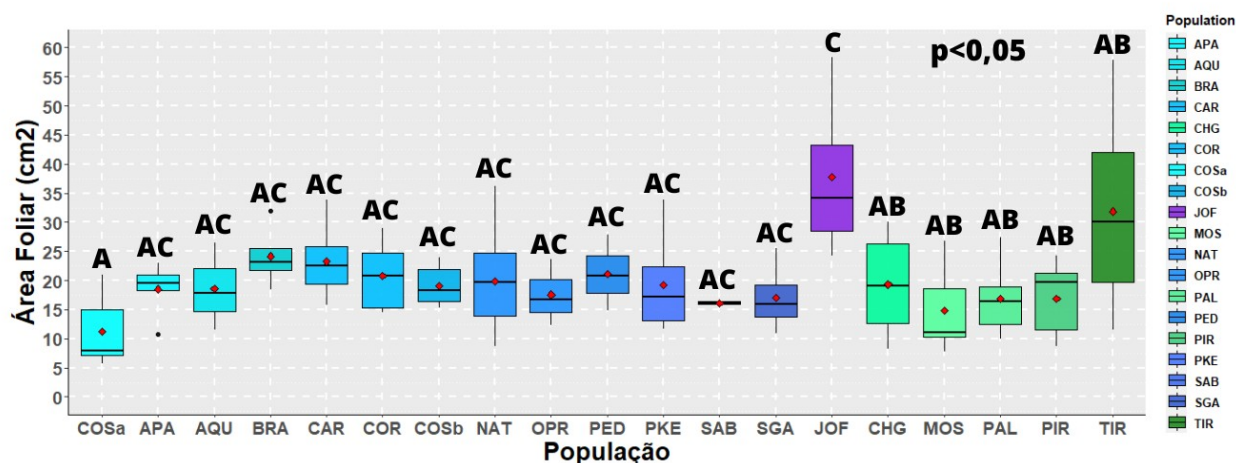


Figura 2: Boxplot indicando as áreas foliares obtidas para cada população. Os agrupamentos C e AB apresentam os maiores valores de área foliar. Já os agrupamentos A e AC apresentam as menores áreas foliares.

DADOS DE SOLO: Analisando os dados através da PCA, observamos que existem dois grandes agrupamentos de populações, cada um mais correlacionado com um conjunto diferente de variáveis (PC1 ou PC2), e algumas populações pouco relacionadas com os dois conjuntos de variáveis mais significantes. Novamente, não foi possível identificar com clareza algum padrão geográfico.

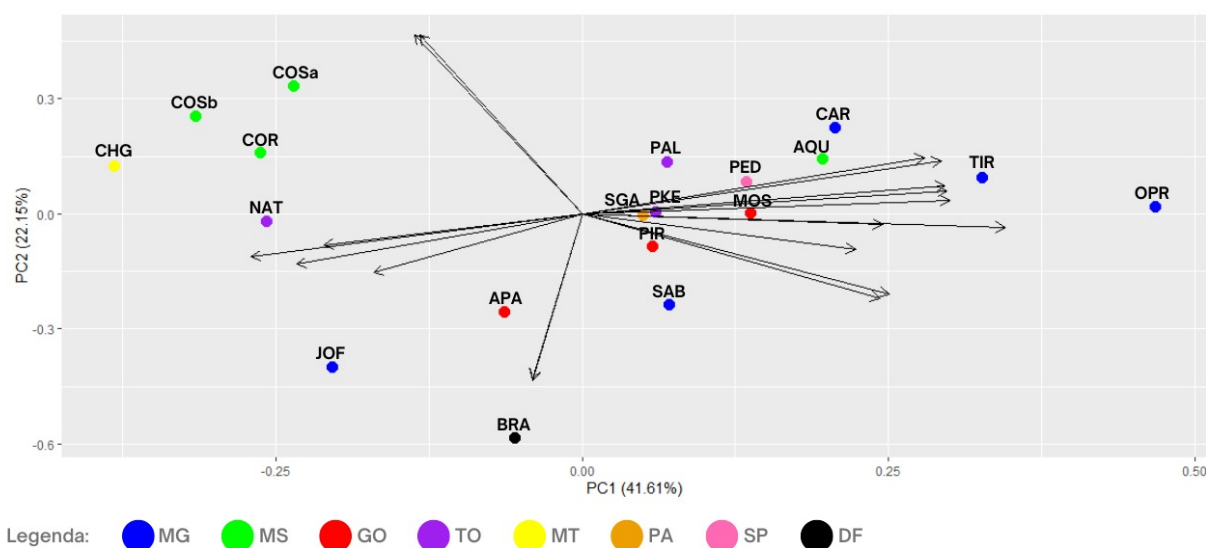


Figura 3: PCA com todas as populações analisadas e as variáveis de solo. Cada seta representa a média de uma variável do solo a 0 ou 5 centímetros de profundidade. As populações são representadas pelos pontos coloridos, e cada cor corresponde a uma unidade da federação na qual a população se encontra.

DADOS CLIMÁTICOS: Das 19 variáveis climáticas extraídas da base de dados, apenas uma, a sazonalidade de precipitação (bio 15), apresentou uma fraca correlação com os valores de área foliar média de cada população, e sem seguir um padrão geográfico claro.

CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos corroboram a hipótese de que a espécie apresenta a mesma estratégia funcional ao longo da sua distribuição, já que estão submetidas a um mesmo ambiente microclimático. Iremos complementar esse trabalho comparando outras características funcionais, tais como as densidades estomática e de tricomas, além do comprimento dos estômatos, entre as populações.

BIBLIOGRAFIA

- ADLER, P. B. , SALGUERO-GÓMEZ, R. , COMPAGNONI, A. , HSU, J. S. , RAY-MUKHERJEE, J. , MBEAU-ACHE, C. ,FRANCO, M. **Functional traits explain variation in plant life history strategies**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111 (2), 740-745. 2014.
- BENZ, B. W. , MARTIN, C. E. . **Foliar trichomes, boundary layers, and gas exchange in 12 species of epiphytic Tillandsia (Bromeliaceae)**. Journal of Plant Physiology, 163 (6), 648-656. 2006.
- BENZING, D. H., & BENNETT, B. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. Cambridge University Press. 2000.
- CACH-PÉREZ, M. , ANDRADE, J. , CETZAL-IX, W. , REYES, C. . **Environmental influence on the inter- and intraspecific variation in the density and morphology of stomata and trichomes of epiphytic bromeliads of the Yucatan Peninsula**. Botanical Journal of the Linnean Society, 181, 441-458. 2016.
- COLLEVATTI, R. G. , TERRIBILE, L. C. , LIMA-RIBEIRO, M. S. , NABOUT, J.C. , DE OLIVEIRA, G. , RANGEL, T. F. , RABELO, S. G. & DINIZ-FILHO, J. A. F. **A coupled phylogeographical and species distribution modelling approach recovers the demographical history of a Neotropical seasonally dry forest tree species**. Molecular Ecology, 21, 5845-5863. 2012.
- GIVNISH, T. J. , BARFUSS, M. H. J. , EE, B. V. , RIINA, R. , SCHULTE, K. , HORRES, R. , GOSINSKA, P. A. , JABAILY, R. S. , CRAYN, D. M., SMITH, J. A. C. , WINTER, K., BROWN, G. K. , EVANS, T. M. , HOLST, B. K. , LUTHER, H. , TILL, W. , ZIZKA, G. , BERRY, P. E. , SYSTMA, K. J. **Adaptive radiation, correlated and contingent evolution, and net species diversification in Bromeliaceae**. Molecular Phylogenetics and Evolution, 71, 55-78. 2014.
- LEAL, B. S. S. , CHAVES, C. J. N. , GRACIANO, V. A. et al. **Evidence of local adaptation despite strong drift in a Neotropical patchily distributed bromeliad**. Heredity, 127, 203–218. 2021.
- LEAL, B. S. S. , GRACIANO, V. A. , CHAVES, C. J. N. , HUACRE, L. A. , HEUERTZ, M. , PALMA-SILVA, C. **Dispersal and local persistence shape the genetic structure of a widespread Neotropical plant species with a patchy distribution**. Annals of Botany, 124 (3), 499–512. 2019.
- LEAL, B. S. S. & PALMA-SILVA, C. **Phylogeography and population genomics of Pitcairnia lanuginosa (Bromeliaceae)**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/180404>. 2018.
- MORRONE, J. J. 2017. Neotropical biogeography: regionalization and evolution. Boca Raton: CRC Press.
- OGBURN, R. M. & EDWARDS, E. J. **Quantifying succulence: a rapid, physiologically meaningful metric of plant water storage**. Plant, Cell & Environment, 35, 1533-1542. 2012.
- PALMA-SILVA, C. , LEAL, B. S. S. , CHAVES, C. J. N. , FAY, M. F. **Advances in and perspectives on evolution in Bromeliaceae**. Botanical Journal of the Linnean Society, 181 (3), 305–322. 2016.
- PALMA-SILVA, C. , TURCHETTO-ZOLET, A. C. , FAY, M. F. , VASCONCELOS, T. **Drivers of exceptional Neotropical biodiversity: an updated view**. Botanical Journal of the Linnean Society, 199 (1), 1–7. 2022.
- PALMA-SILVA, C. , WENDT, T. , PINHEIRO, F. , BARBARÁ, T. , FAY, M. F. , COZZOLINO, S. , LEXER, C. **Sympatric bromeliad species (Pitcairnia spp.) facilitate tests of mechanisms involved in species cohesion and reproductive isolation in Neotropical inselbergs**. Molecular Ecology, 20, 3185–3201. 2011.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY N. et al. **Corrigendum to: New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide**. Australian Journal of Botany, 64, 715-716. 2016
- PINHEIRO, F. , DANTAS-QUEIROZ, M. V. , PALMA-SILVA, C. **Plant Species as Models to Understand Speciation and Evolution: A Review of South American Studies**. Critical Reviews in Plant Sciences, 37(1), 54-80. 2018.
- VIEIRA, E. A. , CENTENO, D. C. , FRESCHI, L. , SILVA, E. A. , BRAGA, M. R. **The dual strategy of the bromeliad Pitcairnia burchellii Mez to cope with desiccation**. Environmental and Experimental Botany, 143, 135-148. 2017.
- VIOLLE, C. , NAVAS, M.-L. , VILE, D. , KAZAKOU, E. , FORTUNEL, C. , HUMMEL, I. , GARNIER, E. (2007). **Let the concept of trait be functional!**. Oikos, 116, 882-892. 2007.