

# ÁREA FOLIAR DE *MEROSTACHYS SKVORTZOVII* SENDULSKY. (POACEAE) EM DIFERENTES ESTRATOS DE ALTURA DA PLANTA

Leaf area of *Merostachys skvortzovii* sendulsky. (poaceae) height in different strata plan

MAESTRI, R.  
RANGHETTI, A. L.  
AMARAL, E. C.  
DARIVA, G.

Recebimento: 18/02/2013 – Aceite: 12/04/2013

**RESUMO:** A espécie de bambu *Merostachys skvortzovii* Sendulsky é, frequentemente, encontrada em bordas de fragmentos florestais, onde as condições de intensa luminosidade facilitam seu desenvolvimento e favorecem sua competição com outras espécies. Esse estudo teve como objetivo investigar se as folhas da planta, localizadas em diferentes estratos de altura, apresentam diferença na área foliar, característica que influencia diretamente na taxa de fotossíntese da planta. Através do método de morfometria geométrica, acessamos a área foliar de folhas de diferentes estratos de altura em diferentes indivíduos. Parte de nossos resultados aponta para uma maior área foliar presente nos estratos inferiores da planta, o que pode ser explicado pela necessidade destas folhas em captarem a maior quantidade de luz possível, uma vez que esse recurso é escasso perto do solo.

**Palavras-chave:** Folhas de sombra. Taxa fotossintética. Morfometria geométrica.

**ABSTRACT:** The species of bamboo *Merostachys skvortzovii* Sendulsky is often found on the edges of forest fragments, where the conditions of intense luminosity facilitate their development and promote their competition with other species. This study aimed to investigate whether the leaves of the plant located in different height strata show differences in the leaf area, a characteristic that directly influences the rate of plant photosynthesis. Through the method of geometric morphometrics, the leaf area of leaves of different

height strata in different individuals was accessed. Part of our results indicates a higher leaf area present in the lower plant, which can be explained by the need of these leaves to capture as much light as possible, since this feature is sparse near the ground.

**Keywords:** Shade leaves. Photosynthetic rate. Geometric morphometrics.

## Introdução

A borda de fragmentos florestais é a região limite entre dois elementos da paisagem, notadamente uma área florestal e uma área aberta (que pode ou não ser antropogênica), onde as influências dos arredores impedem o desenvolvimento das condições ambientais interiores (FORMAN e GODRON, 1986). Nesses ambientes, as mudanças microclimáticas e no regime de luz afetam a germinação e sobrevivência das espécies vegetais, influenciando a composição e estrutura das comunidades, que é geralmente diferente da composição presente no interior dos fragmentos (TABARELLI et al., 2008).

Esses ambientes de borda, que recebem maior luminosidade, oferecem melhores condições para o desenvolvimento de algumas espécies, em detrimento de outras. Entre os organismos comumente beneficiados pelas condições de borda florestal, estão as espécies conhecidas popularmente como bambus. Estas são agrupadas na família Poaceae e subfamília Bambusoideae. Encontram-se distribuídos em cerca de 1.250 espécies e 75 gêneros. Podem crescer como pequenas gramíneas ou chegar à altura de 40 metros (SHAMUGHAVEL e FRANCIS, 2001).

Os bambus lenhosos estão entre as gramíneas morfológicamente mais complexas, especialmente em relação às estruturas vegetativas (SODERSTROM et al. 1988; LONDOÑO 1990), compreendendo o maior e mais bem sucedido grupo de gramíneas encontrado nas florestas tropicais (SO-

DERSTROM e CALDERÓN 1971, 1979; SENDULSKY 1997).

Bambus exercem um papel fundamental na dinâmica de florestas (MARCHESINI et al. 2009). A forma de reprodução vegetativa por meio de rizomas, o rápido crescimento e a elevada densidade de colmos por área tornam as espécies de bambu altamente competitivas. Pesquisas demonstram que bambus são colonizadores agressivos e podem interferir na regeneração natural ao suprimir ou retardar o recrutamento e a colonização de espécies arbóreas, além de afetar a sobrevivência e o crescimento de indivíduos adultos (GONZALES et al. 2002).

A espécie de bambu *Merostachys skvortzovii* Sendulsky é frequentemente encontrada na floresta atlântica brasileira. Possui um ciclo de vida incomum, com variações em torno de 31 a 33 anos, que engloba um evento de reprodução singular. Geralmente muito abundante nos locais onde ocorre, aspectos de sua reprodução e sobrevivência têm sido bastante estudados nos últimos anos (BUDKE et al., 2010). No entanto, características morfofisiológicas da espécie são dificilmente abordadas. Características tal como a área foliar em diferentes estratos de altura podem ser importantes indicadores dos tipos de mecanismos fisiológicos presentes na planta, responsáveis em última análise pela taxa de fotossíntese e consequente crescimento e desenvolvimento da planta.

Neste sentido, as adaptações morfológicas podem promover o desenvolvimento diferencial de partes distintas da planta, promovendo um aumento em volume, comprimento ou área de diferentes estruturas, dependendo

das necessidades energéticas das diferentes partes da planta (PINZÓN-TORRES e SCHIAVINATO, 2008), o que deve se refletir em diferenças na taxa fotossintética. A área foliar, em especial, é um importante indicativo da produtividade da planta, uma vez que a fotossíntese depende da interceptação da energia luminosa pelas folhas da planta (SILVA et al., 2011).

Entre os diferentes métodos para obtenção da área foliar de plantas, o uso de medidas lineares da folha tem se destacado, já que oferece uma medição rápida da área foliar (SILVA et al., 2011). Neste estudo, técnicas de morfometria geométrica foram utilizadas com o mesmo objetivo. Esse método tem sido recentemente aplicado para avaliar variações na forma de folhas de diferentes táxons (JONES et al., 2008; VISCOZI et al., 2010; VISCOZI e CARDINI, 2011) apresentando resultados satisfatórios. Essa abordagem, ainda pouco utilizada por botânicos, pode contribuir para aumentar o rigor científico na descrição de aspectos importantes do fenótipo, uma vez que fornece resultados mais robustos estatisticamente, além de facilmente reproduzíveis (VISCOZI e CARDINI, 2011).

O objetivo do presente estudo foi investigar se a área foliar da planta *Merostachys skvortzovii* Sendulsky exibe variação em diferentes estratos de altura da planta. Como hipótese inicial, espera-se que a área foliar da planta diminua com o aumento da luminosidade, uma vez que a competição por luz torna-se menos intensa. Desta forma, a área foliar deve ser menor em folhas localizadas nos estratos mais elevados.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Tamanduá (S26°53'48,0"; W051°42'06,7")

localizada no município de Vargem Bonita/SC (Figura 1). Esta área situa-se numa região de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Campos do Planalto (ROSÁRIO, 1996 apud MÜLLER e FORTES, 2005). Os Campos do Planalto são caracterizados em grande parte pelo domínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze, por vezes interrompido por campos limpos, campos sujos e não raramente pela floresta de “transição”, denominada faxinal (KLEIN, 1978).

A fazenda possui aproximadamente 1400 ha e situa-se a 1158m acima do nível do mar. Do total de hectares da fazenda, aproximadamente 300 ha são de reflorestamento com espécies exóticas de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. A área apresenta também grandes extensões de bracinga (*Mimosa scrabella* Benth.), formando inclusive agrupamentos homogêneos. Na área de estudo não aparecem verdadeiras formações campestres, mas há predominância de espécies típicas de campo como a *Baccharis* sp. e áreas abertas com elementos de *Araucaria angustifolia* (MÜLLER e FORTES, 2005).

### Métodos de amostragem e análise dos dados

A coleta de folhas de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky foi realizada em três diferentes plantas, sendo em cada uma delas coletadas cerca de 50 folhas por estrato de altura (1m, 2m e 3m); para isso os indivíduos foram cortados na base, estendidos em uma superfície plana, e medidos com uma trena. As plantas estavam todas localizadas na borda de fragmento florestal (Figura 1), a aproximadamente 10 m uma da outra, e mediam entre três e quatro metros de altura. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e conduzidos ao laboratório. No laboratório, foram selecionadas aleatoriamente 10 folhas de cada estrato, em cada planta.

**Figura 1** - Local de coleta

Fonte - RANGHETTI, A. L. 2013.

Cada folha foi fotografada na vista dorsal, com uma câmera digital de 5.0 megapixels (2048 × 1536) de resolução, na função macro, sem flash e a uma distância focal padrão (constante) de 20 cm. Esta padronização da distância foi garantida com o uso de um suporte portátil para a câmera específico para essa finalidade. Os marcos anatômicos bidimensionais foram digitalizados pelo mesmo pesquisador (RM) para cada amostra, utilizando o programa TPSDig2, versão 2.10 (ROHLF, 2010) a fim de evitar qualquer efeito proveniente do operador. Em cada folha, foram digitalizados 10 marcos (Figura 2): o primeiro foi colocado na base da folha, e o segundo no ápice; os demais pontos foram colocados a um centímetro da base, até um máximo de quatro pontos, totalizando quatro centímetros a partir da base; este critério de medida foi definido com base nas menores folhas da planta, em que um máximo de quatro pontos pode ser colocado, e então foi padronizado para o restante das folhas.

As coordenadas dos marcos anatômicos foram sobrepostas com o método de sobreposição generalizada de Procrustes (*GPA – Generalized Procrustes Analysis*) (ADAMS et al., 2004). O tamanho de cada folha foi estimado usando o seu tamanho do centróide, ou seja, a raiz quadrada da soma dos quadrados da distância de cada ponto

de referência a partir do centróide (média de todas as coordenadas) da configuração (BOOKSTEIN, 1991).

**Figura 2** - Localização dos marcos anatômicos na vista dorsal de uma folha de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky.

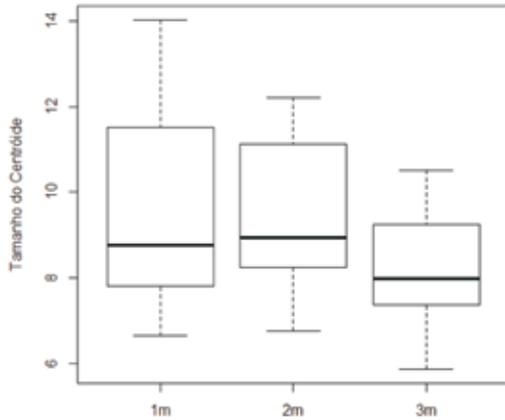
Fonte - RANGHETTI, A. L. 2013.

Para a análise dos dados, foram efetuadas ANOVAs para acessar a diferença na área foliar de folhas localizadas em diferentes estratos da mesma planta, e a diferença entre espécimes. Um teste de Tukey foi feito para analisar os contrastes. Além destes, uma ANOVA Fatorial foi realizada com vista a investigar se os fatores estrato e espécime (diferentes plantas) interagem para explicar a variação na área foliar. As análises estatísticas foram feitas com auxílio do software R, biblioteca MASS (R CORE TEAM, 2012).

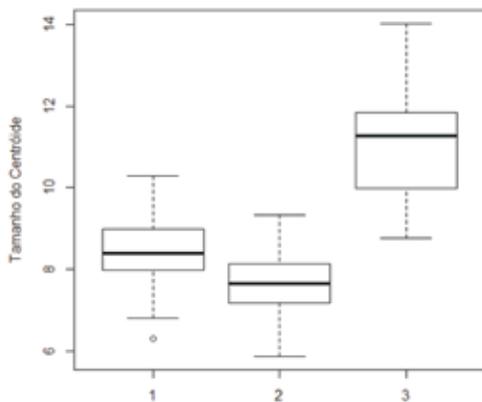
## Resultados

Encontramos diferença significativa entre folhas localizadas em diferentes estratos ( $F(2,87) = 4.85$   $p = 0,01$ ), e entre os diferentes indivíduos ( $F(2,87) = 93.02$   $p < 0,00005$ ) (Figuras 3 e 4 respectivamente). Entre os estratos, a diferença ocorreu entre 1 m e 3 m ( $p = 0,022$ ) e entre 2 m e 3 m ( $p = 0,023$ ). Entre os indivíduos, a diferença esteve em todas as combinações: 1 m e 2m ( $p = 0,015$ ), 1 m e 3 m ( $p < 0,00005$ ), 2 m e 3 m ( $p < 0,00005$ ). Houve interação entre os fatores estratos e indivíduos para explicar a variação na área foliar (Tabela 1).

**Figura 3** - Boxplot representando as variações no tamanho do centroide de folhas de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky localizadas em diferentes alturas da planta. Janeiro/2013. Vargem Bonita/SC.



**Figura 4** - Boxplot representando as variações no tamanho do centroide de folhas de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky pertencentes a diferentes indivíduos. Janeiro/2013. Vargem Bonita/SC.



**Tabela 1** - Resultado da ANOVA Fatorial realizada para testar a interação entre os indivíduos e os estratos sobre a variação no tamanho da folha de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky. Janeiro 2013. Vargem Bonita/SC. GL: Graus de liberdade.

	GL	F	p
<b>Estratos</b>	2,81	23.95	p< 0,00005
<b>Indivíduos</b>	2,81	162.67	p< 0,00005
<b>Indivíduos: Estratos</b>	4,81	5.81	p= 0,00031

## Discussão

Entre os fatores ambientais, a luz é a que mais influência no desenvolvimento do tamanho das folhas. Em muitas espécies, folhas que crescem sob altas intensidades luminosas (folhas de sol) são menores e mais espessas do que as folhas de sombra (RAVEN *et al.*, 1999). Essas folhas realizam fotossíntese de maneira mais eficiente que as de sombra sob altas intensidades luminosas. As folhas de sombra (localizadas nos estratos mais baixos) recebem pouca luz, e não necessitam da grande espessura e da consequente alta capacidade fotossintética sob alta luminosidade. Não obstante, essas folhas provavelmente possuem maior área foliar para captar a maior quantidade de luz possível. Essa característica, possivelmente adaptativa, pode ser muito útil, uma vez que a luz é escassa nos estratos mais baixos.

Além disso, em ambientes com maior irradiação solar as espécies tendem a ter folhas menores para minimizar possíveis efeitos negativos do superaquecimento e das altas taxas de transpiração (KLICH, 2000; CASTRO e ALVARENGA, 2002). Em contrapartida, folhas maiores sob menor luminosidade indicam uma estratégia da planta de compensar essa menor quantidade de luz recebida, aproveitando-a melhor para maximizar processos fisiológicos relativos ao seu crescimento e desenvolvimento (CAMPOS e UCHIDA, 2002).

A hipótese inicial, de que a área foliar diminui com o aumento da luminosidade, se confirmou para esta espécie, uma vez que a característica morfológica de maior influência na taxa fotossintética é a espessura, ao invés do tamanho da folha. Para folhas nos estratos mais altos, que recebem luminosidade em toda superfície, a área foliar não é tão importante quanto para folhas em estratos

mais baixos, onde apenas partes da folha recebem luz.

Dariva *et al* (dados não publicados), trabalhando com *Merostachys skvortzovii* Sendulsky verificaram que em áreas de clareiras as populações desta bambusea acabam por dominar completamente estes locais, fazendo com que seu investimento em área foliar iniba quase que por completo a chegada de radiação solar ao nível do solo, mostrando ainda diferenças significativas quanto ao número e tamanho das folhas nos diferentes estratos, quanto mais alto, menores.

A diferença na área foliar entre os diferentes indivíduos pode ser um reflexo da plasticidade desta característica na espécie. Muitas características morfológicas das plantas são geneticamente determinadas, mas outras como o tamanho da folha, podem ser fortemente influenciadas pelo meio ambiente. A plasticidade fenotípica desta característica pode ser uma vantagem, pois permite uma melhor aclimatização ao ambiente local. Neste caso a interação de efeitos genéticos e ambientais atua conjuntamente para modelar o fenótipo (SCHLICHTING 2002). Essa diferença também pode ter ocorrido devido às diferenças de idade entre as plantas. Apesar de possuírem um tamanho similar, diferenças fisiológicas ao longo da ontogenia podem ter acelerado ou retardado o crescimento de qualquer uma das plantas, e esse fator pode

ter interferido no tamanho da área foliar. Além disso, a interação entre os fatores estratos e indivíduos deve explicar as diferenças encontradas no tamanho foliar.

Os resultados são preliminares, e apesar disso inéditos na avaliação deste aspecto da morfologia de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky. Estudos posteriores podem avaliar mais características das plantas, como diâmetro do caule e porcentagem de clorofila das folhas, ajudando a esclarecer as relações existentes entre o tamanho da área foliar e as diferenças entre plantas e estratos de altura na espécie. A abordagem morfométrica aplicada neste estudo foi útil para revelar padrões morfológicos da espécie, e confirma-se como um método de boa aplicabilidade para resolver questões morfológicas em plantas, como já demonstrado (VISCOZI e CARDINI, 2011).

## Considerações Finais

A hipótese prévia foi corroborada. O padrão de variação no tamanho das folhas de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky ocorre como esperado, com folhas localizadas nos estratos mais altos possuindo menor área foliar. A diferença entre estratos e entre indivíduos interagem para explicar a variação no tamanho da folha em *Merostachys skvortzovii* Sendulsky.

## AUTORES

Renan Maestri - Mestrando do PPG Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim. Email: renanm@unochapeco.edu.br.

Álvaro Luís Ranghetti - Mestrando do PPG Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim. Email: alvaro.biologia2004@hotmail.com.

Eduardo Cazuni do Amaral - Mestrando do PPG Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim. Email: eduardokazuni@hotmail.com.

Giamarco Dariva - Técnico de campo do Museu de Ciências Naturais da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI - Campus de Erechim). Graduando do curso de Ciências Biológicas – Bacharelado (URI - Campus de Erechim). E-mail: giamarco@uricer.edu.br.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, D. C.; ROHLF, F. J.; SLICE, D. E. **Geometric morphometrics**: ten years of progress following the “revolution”. *Italian Journal of Zoology*, v. 71, p.5-16, 2004.
- BOOKSTEIN, F. L. **Morphometric tools for landmark data**: geometry and biology. Cambridge University Press, London, 1991.
- BUDKE, J. C.; ALBERTI, M. S.; ZANARDI, C.; BARATTO, C.; ZANIN, E. M. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest of south America. **Forest Ecology and Management**, v. 260, p.1345-1349, 2010.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p.281-288, 2002.
- CASTRO, A. H. F.; ALVARENGA, A. S. Influência do fotoperíodo no crescimento inicial de plantas de confrei (*Symphytum officinale* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p.77-89, 2002.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: J. Wiley & Sons, 1986.
- GONZÁLEZ, M.; VELEN, T.; DONOSO, C.; VALERIA, L. Tree regeneration responses in a lowland *Nothofagus* dominated Forest after bamboo dieback in South Central Chile. **Plant Ecology** v. 161, p.59-73, 2002.
- JONES, C. S.; BAKKER, F. T.; SCHLICHTING, C. D.; NICOTRA, A. B. Leaf shape evolution in the south African genus *Pelargonium* L’Her. (Geraniaceae). **Evolution**, v. 63, n. 2, p.479-497, 2009.
- KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC, 1978.
- KLICH, M. G. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 44, p.171- 183, 2000.
- LONDOÑO, X. Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambues de Colombia (Poaceae: Bambusoideae). **Caldasia**, v. 16, p.139-153, 1990.
- MARCHESINI, V. A.; SALA, O. E.; AUSTIN, A. T. Ecological consequences of massive flowering evento f bamboo (*Chusquea culeou*) in a temperate Forest of Patagonia, Argentina. **Journal of Vegetation Science**, v. 40, p.424-432, 2009.
- MÜLLER, E. S. e FORTES, V. B. Levantamento avifaunístico preliminar da Fazenda Tamanduá, Vargem Bonita/SC. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 4, n. 1, p. 43-54, 2005.
- PINZÓN-TORRES, J. A.; SCHIAVINATO, M. A. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais. **Hoehnea**, v. 35, n. 3, p.395-404, 2008.
- R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>, 2012.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biology of Plants**. 6 ed. Worth Publishers, New York, 1999.

- ROHLF, F. J. **TPSDig2**, ver. 2.16, software by F. James Rohlf Dept. Ecology and Evolution, State University of New York Stony Brook. Disponível em: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>, 2010.
- SCHLICHTING, C.D. Phenotypic plasticity in plants. **Plant Species Biology**, v. 17, p.85-88, 2002.
- SENDULSKY, T. Twelve new species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) from Brazil. **Novon**, v. 7, p.285-307, 1997.
- SHANMUGHAVAL, P.; FRANCIS, K. **Physiology of bamboo**. Jodhpur: Scientific Publishers. 154p. 2001.
- SILVA, W. Z.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D. Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p.746-759, 2011.
- SODERSTROM, T.R. & CALDERÓN, C.E. Insect pollination in tropical rain forest grasses. **Biotropica**, v. 3, p.1-16, 1971.
- SODERSTROM, T.R. & CALDERÓN, C.E. Ecology and phytosociology of bamboo vegetation. In: NUMATA, M. (ed.). **Ecology of grasslands and bamboolands in the world**. Gustav Fischer Verlag, Chiba, p.223-236, 1979.
- SODERSTROM, T.R., JUDZIEWICZ, E.J. & CLARK, L.G. Distribution patterns of neotropical bamboos. In: VANZOLINI, P. E.; HEYER, W. R. (eds.). **Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.121-157, 1988.
- TABARELLI, M.; LOPES, A. V. F.; PERES, C. Edge-effects drive tropical forest fragments towards an early-successional system. **Biotropica**, v. 40, p.657-661, 2008.
- VISCOZI, V.; LOY, A.; FORTINI, P. Geometric morphometric analysis as a tool to explore covariation between shape and other quantitative leaf traits in European white oaks. In: NIMIS, P. L.; LEBBE, V. R. (eds.). **Tools for identifying biodiversity: progress and problems**. p.257-261, 2010.
- VISCOZI, V.; CARDINI, A. Leaf morphology, taxonomy and geometric morphometrics: a simplified protocol for beginners. **Plos One**, v. 6, n. 10, 2011.