

## DENSIDADE ESTOMÁTICA EM HÍBRIDOS E LINHAGENS DE ALFACES TROPICALIZADAS

Hellenkássia Ribeiro Martins<sup>1</sup>, Giovanna Brito de Paula<sup>1</sup>, Giovana Sgalla<sup>1</sup>, Adriana Tiemi Nakamura<sup>1</sup>, Gabriel Mascarenhas Maciel<sup>1</sup>, Ana Carolina Silva Siquieroli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Minas Gerais  
([hellenkassia.martins@ufu.br](mailto:hellenkassia.martins@ufu.br))

**RESUMO:** A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa de grande importância nutricional e econômica, especialmente em regiões tropicais, onde enfrenta desafios relacionados a altas temperaturas e umidade elevada. O melhoramento genético tem viabilizado o desenvolvimento de cultivares tropicalizadas, tolerantes ao pendoamento precoce e adaptadas a condições adversas. Os estômatos, responsáveis pelas trocas gasosas e regulação da transpiração, são importantes indicadores na seleção de genótipos com maior eficiência no uso da água. Este estudo teve como objetivo avaliar a densidade estomática em dez genótipos de alface, sendo cinco híbridos (F<sub>1</sub>) e cinco linhagens parentais, oriundos do Programa de Melhoramento Genético de Alface Tropicalizada da UFU. As plantas foram cultivadas em canteiros no campo e aos 50 dias após a semeadura, realizou-se a quantificação estomática por meio de impressões paradérmicas observadas em microscópio óptico. Os dados foram analisados e apresentados em gráficos box plot e dendrograma. Os resultados indicaram maior densidade de estômatos na face abaxial das folhas, com destaque para os híbridos 34 e 35, superiores aos seus respectivos parentais. A análise multivariada revelou agrupamentos genéticos consistentes, sugerindo que a distribuição estomática é mais influenciada por fatores genéticos do que ambientais. Esses achados reforçam o potencial dos híbridos avaliados para futuras gerações no programa de melhoramento, visando maior tolerância ao estresse hídrico e eficiência fotossintética.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L.; melhoramento genético; tropicalização.

### 1 INTRODUÇÃO

A agricultura mantém-se como uma atividade fundamental, sendo responsável pelo fornecimento de alimentos essenciais e com qualidade nutricional, especialmente hortaliças folhosas como a alface (*Lactuca sativa* L.) (Kim *et al.*, 2016). O desafio da produção de alface

no Brasil se deve as dificuldades ocasionadas por altas temperaturas e umidade elevada (Sala; Costa, 2012).

O melhoramento genético tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares de alface tropicalizadas, adaptadas às condições adversas e tolerantes ao pendoamento precoce que causa sabor amargo nas folhas, possibilitando elevadas produtividades em temperaturas superiores a 22 °C (Reghin *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2021).

Os estômatos são estruturas epidérmicas que regulam as trocas gasosas (CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>) e a transpiração, desempenhando papel crucial na regulação da eficiência do uso da água (Pacheco; Lazzarini; Alvarenga, 2021). Em plantas tropicais, essas estruturas são especialmente importantes devido ao estresse térmico e à alta radiação solar, que afetam diretamente sua abertura e fechamento (Silva; Vieira; Silva, 2005).

Estudos vem sendo desenvolvidos buscando a quantificação de estômatos como indicador crucial para desenvolvimento de alface (Xu *et al.*, 2025). Fatores de transcrição como *SPEECHLESS*, *MUTE* e *FAMA*, que regulam a iniciação, diferenciação e formação final das células-guarda influenciam diretamente a densidade e o padrão de distribuição dos estômatos (Bergmann; Sack, 2008). Programas de melhoramento genético vegetal tem buscado explorar características como a densidade de estômatos, especialmente em culturas de interesse agrícola por estar diretamente ligada à eficiência no uso da água, tolerância ao estresse hídrico e trocas gasosas, o que é essencial no atual contexto de mudanças climáticas.

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da densidade estomática entre híbridos e linhagens, utilizadas como genitores, em alfaces tropicalizadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças e no Laboratório de Botânica (LABOT) da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo – MG. Foram avaliados dez genótipos de alface, sendo cinco híbridos (geração F<sub>1</sub>) e cinco linhagens (utilizadas como parentais), provenientes do Programa de Melhoramento Genético de Alface Tropicalizada da UFU (Tabela 1).

Tabela 1 – Identificação dos genótipos (híbridos e respectivos parentais) utilizados na quantificação dos estômatos

Híbridos	Linhagens (parentais)
18	38 x 45
31	43 x 45
33	44 x 40
34	44 x 43
35	45 x 40

Fonte: elaborado pela própria autora.

Os genótipos foram semeados em abril de 2025 em bandejas de poliestireno de 200 células preenchidas com substrato comercial à base de fibra de coco. Após a semeadura, as bandejas permaneceram em uma estufa tipo arco de 5 × 6 m com pé-direito de 3,5 m, coberta com filme de 150 micra. As mudas foram transplantadas para o campo aos 35 dias após a semeadura (DAS) em canteiros previamente preparados com rotoencanteirador. O espaçamento entre plantas adotado foi de 0,25 × 0,25 m. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições de 16 plantas, arranjadas em quatro linhas por canteiro.

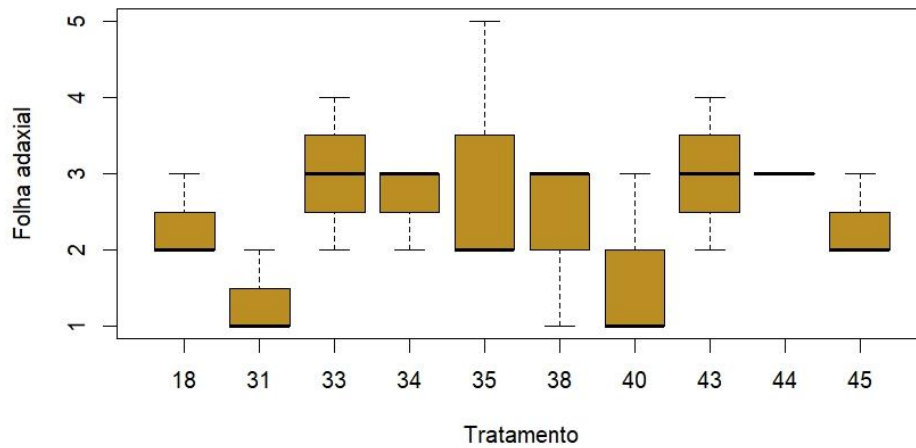
Decorridos 65 DAS as plantas foram colhidas e as folhas levadas para o LABOT para quantificação dos estômatos. Foram realizadas impressões paradérmicas pressionando-se o terço médio do limbo da alface em cola instantânea de éster de cianoacrilato contra as lâminas de vidro. Para tanto, foi selecionada uma folha totalmente expandida, na altura da porção média do caule de três plantas de cada genótipo. As impressões da epiderme da face abaxial e adaxial foram observadas em microscópio trinocular Motic Modelo BA310, com sistema de captura acoplado AxioCam ERc 5s. A contagem dos estômatos foi realizada na objetiva de 10x delimitando-se uma área de 100x100  $\mu\text{m}^2$ .

As médias dos valores foram obtidos e apresentados por Box plot. Os dados também foram submetidos a análise multivariada com o objetivo de caracterizar a dissimilaridade entre os genótipos baseada na distância generalizada de Mahalanobis,  $D_{ii}^2$ , representada por dendrograma obtido pelo método hierárquico Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages (UPGMA). Todos os dados foram analisados no software R 3.6 (R Core Team, 2025).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

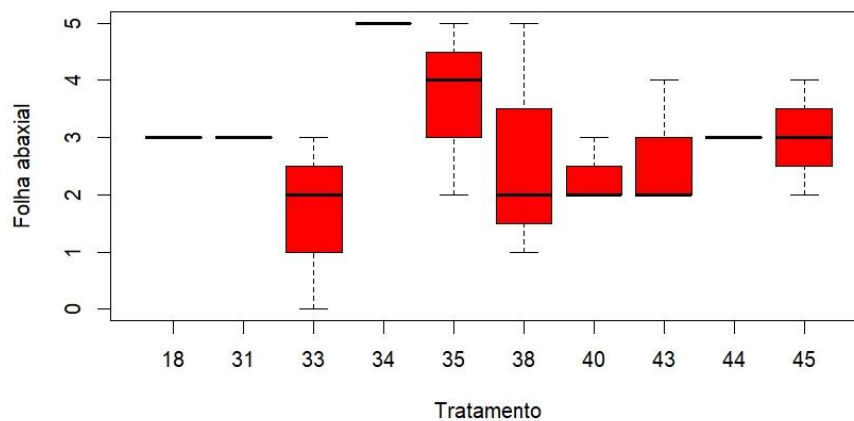
A quantidade de estômatos da face adaxial dos híbridos e linhagens foram comparadas e estão apresentadas na Figura 1. Observou homogeneidade ente os genótipos com o híbrido 31 (43 x 45) e a linhagem 40 apresentando as menores médias (Figura 1).

Figura 1 – Boxplots da densidade de estômatos da face adaxial em híbridos e linhagens de alface



Em relação a quantidade de estômatos na face abaxial, os híbridos 34 (44 x 45) e 35 (45 x 40) se destacaram em relação aos demais genótipos avaliados (Figura 2). Estes híbridos, apresentaram-se superiores aos seus parentais em relação a densidade de estômatos.

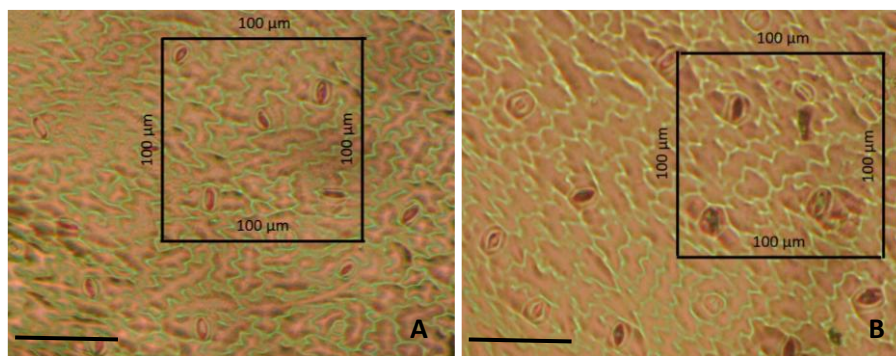
Figura 2 – Boxplots da densidade de estômatos da face abaxial em híbridos e linhagens de alface



Observa-se que para os genótipos avaliados, a densidade de estômatos na face abaxial da folha (parte inferior) foi maior que na face adaxial (parte superior). Jalakas *et al.* (2024) afirmam que a diferenciação estomática é regulada de forma distinta nas epidermes adaxial e abaxial. A maioria das plantas apresenta estômatos predominantemente na face abaxial. Assim, este comportamento já era esperado em folhas de alface já que a parte superior está mais exposta à luz e com maior possibilidade de perda de água por meio da transpiração. Sendo assim, a quantificação de estômatos na face abaxial é mais relevante.

As impressões da epiderme da face abaxial dos híbridos 34 e 35 estão apresentados na Figura 3.

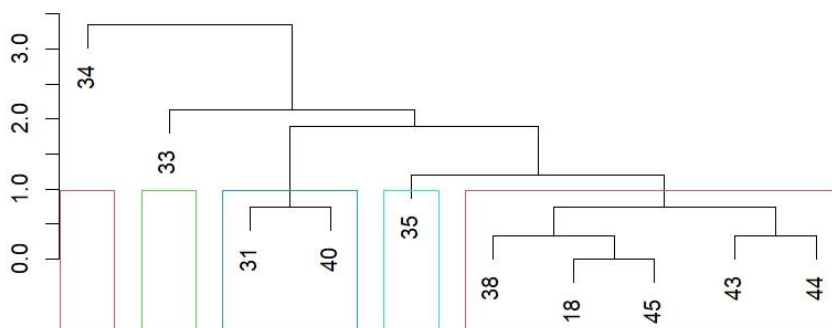
Figura 3 – Impressões da epiderme da face abaxial dos híbridos 34 (A) e 35 (B). Barras de escala: 50  $\mu\text{m}$ .



Fonte: elaborado pela própria autora.

O comportamento da densidade estomática entre híbridos e linhagens, utilizadas como parentais, foram avaliadas forma multivariada (Figura 4).

Figura 4 – Dendrograma da dissimilaridade genética entre híbridos e linhagens obtido pelo Método Hierárquico de ligação média “UPGMA”



Destaca-se o cruzamento entre as linhagens 38 *versus* 45, resultando no híbrido 18. Este cruzamento foi agrupado na análise UPGMA, demonstrando que a densidade estomática pode ser mais influenciada pelo fator genético do que por mudanças ambientais diretas, como afirmou Camargo e Marengo (2011) em seus estudos para documentar a distribuição de estômatos em 35 espécies arbóreas tropicais.

## 4 CONCLUSÕES

Houve uma predominância de estômatos na face abaxial das folhas de alface, com destaque para os híbridos 34 e 35, sendo candidatos para a obtenção de populações F<sub>2</sub> do

Programa de Melhoramento Genético de Alface Tropicalizada da UFU. Os resultados obtidos sugerem que a distribuição estomática parece estar mais influenciada pelo fator genético do que por mudanças ambientais diretas. Estudos adicionais para avaliar o controle estomático são necessários para determinar a eficiência fotossintética e aproveitamento de água destes genótipos.

## REFERÊNCIAS

BERGMANN, D. C.; SACK, F. D. Genetic control of stomatal development. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 163–181, 2008.

CAMARGO, M. A. B.; MARENCO, R. A. Density, size and distribution of stomata in 35 rainforest tree species in Central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 205–212, 2011.

JALAKAS, P.; TULVA, I.; BĚRZIŇA, N. M.; HŮRAK, H. Stomatal patterning is differently regulated in adaxial and abaxial epidermis in Arabidopsis. **Journal of Experimental Botany**, v. 75, n. 20, p. 6476–6488, 2024.

KIM, M. *et al.* Nutritional composition and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 19–34, 2016.

PACHECO, F. V.; LAZZARINI, L. E. S.; ALVARENGA, I. C. **Metabolism related to stomatic physiology**. Enciclopédia Conhecer, 2021. Disponível em: <https://conhecer.org.br/enciclop/2021B/metabolismo.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2025.

R Core Team (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

REGHIN, J. P. *et al.* Variabilidade genética para características agronômicas em progênes de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 300–306, 2008.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Hortic Bras.** v. 30, n. 2, p. 187–194, 2012.

SILVA, S.; SOUZA, D. C.; ROSADO, R. D. S.; GOMES, L. A. A. Characterization of lettuce progenies obtained through participatory plant breeding. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 214–222, 2021.

SILVA, T. J. A.; VIEIRA, R. A.; SILVA, M. A. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 1–10, 2005.

XU, Y. *et al.* Calculating of stomatal index for tomato and lettuce based on You Only Look Once version 8 and improved High-Resolution Network. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 155, 2025, 110979. ISSN 0952-1976.