



## “BRIGHTNESS INDEX” E CÁLCULO DA ÁREA FOLIAR POR IMAGEM NA SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALFACE

Rocha, I. P. S.<sup>1</sup>, Ribeiro, A. L. A.<sup>2</sup>, Farias, A. K. S. R.<sup>2</sup>, Assis, P. H. S.<sup>1</sup>, Santos, N. O.<sup>1</sup>,  
Maciel, G.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, MG (iury.rocha@ufu.br);

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG

**RESUMO:** A seleção de materiais de alface (*Lactuca Sativa* L.) com aptidão agrônômica é essencial em programas de melhoramento genético visando à biofortificação. A fenotipagem de plantas a partir de imagens áreas digitais se tornou uma ferramenta rápida, indestrutível e com grande importância para a tomada de decisão. O objetivo deste estudo foi avaliar e identificar linhagens de alfaves com potencial agrônômico através de fenotipagem por imagem. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia campus Monte Carmelo, em delineamento de blocos casualizados com três repetições, totalizando 75 parcelas. As imagens foram capturadas 24 dias após o transplante para avaliação de 25 genótipos de alface verdes biofortificadas, sendo duas testemunhas comerciais. Após o processamento digital das imagens, o índice de vegetação BI (*Brightness Index*) e a soma da área foliar (cm) foram calculados através de softwares específicos. As médias foram submetidas ao teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ), por meio do software Genes, para comparar e analisar a dissimilaridade genética. Os genótipos UFU-197#2#2#1, UFU BIOFORT155E39, UFU BIOFORT189E43, UFU-206#1#4#1, UFU-125#2#2#1, UFU-206#1#2#1, UFU BIOFORT189E48, UFU-206#1#5#1, UFU-040#5#5#1, UFU MC BIOFORT1 se destacaram com alto potencial agrônômico. O índice BI e o cálculo da área foliar foram eficientes na diferenciação entre os genótipos avaliados.

**Palavras-chave:** Índices de Vegetação, Alface, Biofortificação

### INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família das Asteraceae, é considerada uma das hortaliças mais consumidas pelos brasileiros, preferencialmente em saladas. Apresenta grande importância quando relacionada ao consumo saudável, sendo associada a prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Deste modo novas técnicas, como a biofortificação vem sendo utilizadas para melhorar a capacidade nutricional desta hortaliça, além de incrementos benéficos, tornando-a antioxidante, anticarcinogênica e anti-inflamatória (OLIVEIRA *et al.*, 2018; CAMEJO *et al.*, 2020).



A fenotipagem de plantas utilizando imagens digitais comparada com o método convencional é mais consistente e apresenta potencial para ser utilizada em programas de melhoramento genético (MAKANZA *et al.*, 2018). As imagens capturadas por aeronaves remotamente pilotadas (ARP) possibilita monitorar e extrair variáveis agrícolas de interesse. Os índices de vegetação são calculados através de valores digitais e correlacionáveis com dados obtidos no campo. A união do custo, tempo e mão-de-obra para o obter informações diminui com o uso de imagens (DHONDT *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2015).

Pesquisas na cultura da alface apresentam altas correlações entre dados coletados em campo com dados extraídos via imagens. Os índices de vegetação apresentam potencial para selecionar e identificar genótipos com características de interesse. Além disso, é possível identificar variabilidade genética entre os genótipos avaliados e validar a técnica de fenotipagem de plantas utilizando imagens (CLEMENTE *et al.*, 2021; MACIEL *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2023). Apesar deste potencial, é escassa informação sobre o uso do índice *Brightness Index* (BI) e cálculo da área foliar na seleção de plantas de alface.

O objetivo deste estudo foi avaliar e identificar linhagens de alfaces com potencial agrônomo através de fenotipagem por imagem

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia campus Monte Carmelo, em delineamento de blocos casualizados (DBC) com três repetições, totalizando 75 parcelas. Foram avaliadas vinte e cinco linhagens de alfaces verdes, sendo duas testemunhas comerciais cv. Grand Rapids e Uberlândia 10000.

Após 24 dias do transplântio, realizou-se o voo para captura das imagens. Foi utilizado um drone Phantom 4 Advanced, câmera visível e resolução de 20 megapixels. Os parâmetros utilizados no voo foram altura de 20 metros, sobreposição longitudinal de 80% e sobreposição lateral de 75%.

A ortoimagem foi obtida pelo programa Pix4 após o processamento das imagens. Duas variáveis foram analisadas, sendo elas a soma da área foliar (cm) e o índice de vegetação *Brightness Index* (BI) proposto por Richardson (1997) de fórmulação  $\sqrt{[(R^2 + G^2 + B^2)/3]}$ .

O cálculo do índice de vegetação foi realizado utilizando o pacote R FieldImageR. A soma da área foliar (cm) foi mensurada após extração do contorno das plantas em suas respectivas parcelas com o apoio da função `r.recoder` do software QGIS (Figura 1).



Figura 1. Etapas da mensuração da soma da área foliar.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). A avaliação de dissimilaridade genética entre os genótipos avaliados foi realizada por meio de análise multivariada e representada por um dendrograma obtido pelo método hierárquico UPGMA. As análises estatísticas foram analisadas pelos softwares R (R Core Team, 2019) e Genes (CRUZ, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os genótipos de alface para as variáveis soma da área foliar e índice de vegetação BI (Figura 2).

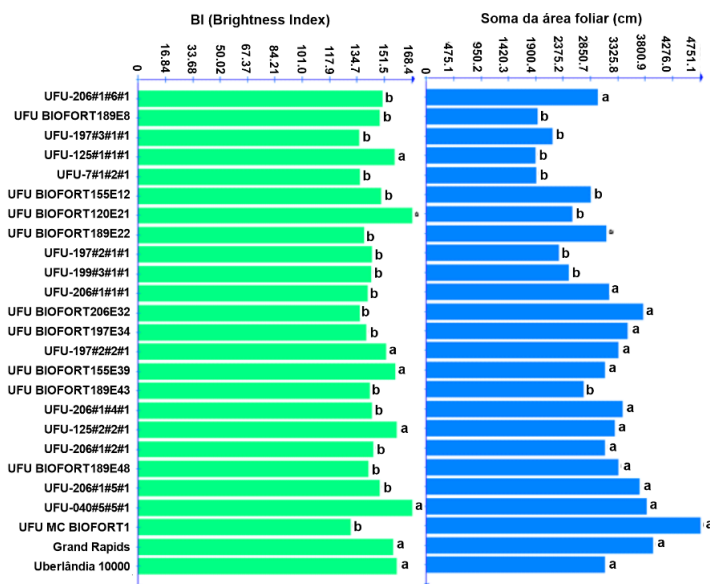


Figura 2. Médias referentes a soma da área foliar e índice de vegetação BI para genótipos de alfaces biofortificadas.

Para o índice BI, os genótipos UFU-125#1#1#1, UFU BIOFORT120E21, UFU-197#2#2#1, UFU BIOFORT155E39, UFU-125#2#2#1, UFU-040#5#5#1, Uberlândia 10000 foram superiores aos demais e semelhantes a cv. comercial Grand Rapids. Outros estudos



apresentaram diferenças significativas entre os genótipos estudados utilizando diferentes índices de vegetação na cultura da alface (RIBEIRO et al., 2023; CLEMENTE et al., 2021).

Os genótipos UFU-206#1#6#1, UFU BIOFORT189E22, UFU-206#1#1#1, UFU BIOFORT206E32, UFU BIOFORT197E34, UFU-197#2#2#1, UFU BIOFORT155E39, UFU-125#2#2#1, UFU-206#1#2#1, UFU BIOFORT189E48 UFU-206#1#5#1, UFU-040#5#5#1, UFU MC BIOFORT1, Uberlândia 10000 e cv. Grand Rapids se destacaram com maiores valores para soma da área foliar (cm).

Os genótipos UFU-197#2#2#1, UFU BIOFORT155E39, UFU BIOFORT189E43, UFU-206#1#4#1, UFU-125#2#2#1, UFU-206#1#2#1, UFUBIOFORT189E48, UFU-206#1#5#1, UFU-040#5#5#1, UFU MC BIOFORT1 apresentaram maiores valores para o Índice de Vegetação Bi e soma da área foliar (cm). Além disso foram similares às testemunhas comerciais cv. Grand Rapids e Uberlândia 10000. Os resultados demonstram o potencial agrônomo dos genótipos avaliados comparados com cultivares já existentes no mercado.

O dendrograma obtido confirmou a existência de variabilidade genética entre os genótipos estudados. O ponto de corte foi feito em 2,23 com um coeficiente de correlação cofenética (CCC) de 68,46. Foram formados quatro grupos de indivíduos (Figura 3).

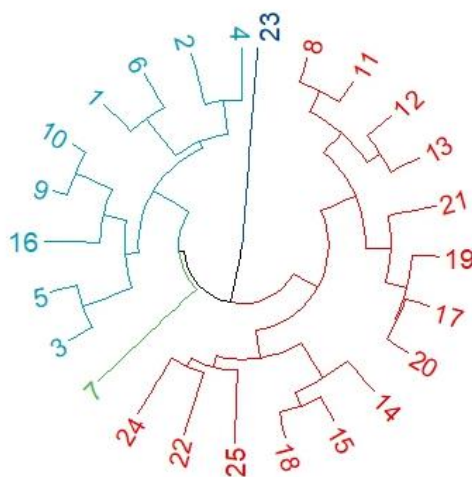


Figura 3. Dendrograma de diversidade genética de genótipos de alfaces biofortificadas.

O Grupo I foi formado pelos genótipos UFU BIOFORT189E22, UFU-206#1#1#1, UFU BIOFORT206E32, UFU BIOFORT197E34, UFU-206#1#5#1, UFU-206#1#2#1, UFU-206#1#4#1, UFU BIOFORT189E48, UFU-197#2#2#1, UFU BIOFORT155E39, UFU-125#2#2#1, Uberlândia 10000, UFU-040#5#5#1 e cv. comercial Grand Rapids. Os grupos II e III foram constituídos apenas por um genótipo, sendo respectivamente, o UFU MC BIOFORT1



e UFUBIOFORT120E21. O grupo IV foi constituído por UFU-197#3#1#1, UFU-7#1#2#1, UFUBIOFORT189E43, UFU-197#2#1#1, UFU-199#3#1#1, UFU-206#1#6#1, UFU BIOFORT155E12, UFU BIOFORT189E8, UFU-125#1#1#1. A avaliação da diversidade genética entre os genótipos avaliados confirmam a fenotipagem de plantas utilizando imagens e é utilizada em programas de melhoramento genético para seleção dos indivíduos (MACIEL, et al., 2019).

## CONCLUSÕES

Os genótipos UFU-197#2#2#1, UFU BIOFORT155E39, UFU BIOFORT189E43, UFU-206#1#4#1, UFU-125#2#2#1, UFU-206#1#2#1, UFU BIOFORT189E48, UFU-206#1#5#1, UFU-040#5#5#1, UFU MC BIOFORT1 possuem aptidão agrônômica e podem ser utilizados em programa de melhoramento visando a biofortificação. O índice BI e o cálculo da área foliar foram eficientes na diferenciação entre os genótipos avaliados.

## REFERÊNCIAS

- CAMEJO, D. *et al.* Artificial light impacts the physical and nutritional quality of lettuce plants. **Horticulture, environment and biotechnology**, Suwon, v. 61, p. 69-82, 2020.
- CLEMENTE, A. A. *et al.* High-throughput phenotyping to detect anthocyanins, chlorophylls, and carotenoids in red lettuce germplasm. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 103, p. 102533, 2021.
- DHONDT, S. *et al.* Cell to whole-plant phenotyping: The best is yet to come. **Trends Plant Sci.** v, 18, p. 428–439, 2013.
- MACIEL, G.M. *et al.* Image phenotyping of inbred red lettuce lines with genetic diversity regarding carotenoid levels. **Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.**, v. 81, p. 154–160, 2019.
- MAKANZA, R. *et al.* High-throughput method for ear phenotyping and kernel weight estimation in maize using ear digital imaging. **Plant Methods**, v. 14, n. 49, 2018.
- OLIVEIRA, V. C. de. *et al.* Agronomic biofortification of carrot with selenium. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 42, n. 2, p.138-147, 2018.
- RIBEIRO, A.L.A. *et al.* Vegetation Indices for Predicting the Growth and Harvest Rate of Lettuce. **Agriculture**, v. 13, n. 1091, 2023.
- SOUSA, C. A. F. *et al.* Nova abordagem para a fenotipagem de plantas: conceitos, ferramentas e perspectivas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, p. 660-672, 2015.