

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

GABRIEL RODRIGUES SILVA

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO PARA CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM  
LINHAGENS DE ALFACES TROPICALIZADAS

Monte Carmelo  
2025

GABRIEL RODRIGUES SILVA

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO PARA CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM  
LINHAGENS DE ALFACES TROPICALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Uberlândia,  
Campus Monte Carmelo, como  
requisito necessário para a obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina  
Silva Siquieroli

Monte Carmelo  
2025

GABRIEL RODRIGUES SILVA

**ANÁLISE DE CORRELAÇÃO PARA CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM  
LINHAGENS DE ALFACES TROPICALIZADAS**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de  
Agronomia da Universidade Federal de  
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como  
requisito necessário para a obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 11 de Setembro de 2025

Banca Examinadora

Profa. Dra. Ana Carolina Silva Siquieroli  
Orientadora

MSc. Heitor Franco de Sousa  
Membro da Banca

Eng.Agr. Marcos Paulo do Carmo Martins  
Membro da Banca

Monte Carmelo  
2025

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e me guiado em toda essa trajetória, agradeço também a minha orientadora, Prof. Dra. Ana Carolina Silva Siquieroli por ter aberto as portas e por todos os ensinamentos e pela forma de tratar os seus orientados durante o trabalho.

Agradeço a minha família, em especial meu pai, Marcos Paulo da Silva e minha mãe, Marilucia Rodrigues da Silva que me incentivaram durante toda a caminhada na faculdade e acreditaram no meu potencial e também ao meu irmão João Lucas Rodrigues da Silva e minha namorada Ana Julia Gomes Borges.

Aos meus colegas de grupo e também todos aqueles que conviveram comigo durante esse período pelo companheirismo e pela troca de experiências que é muito importante para o aprendizado durante a vida acadêmica.

E, por fim, a Universidade Federal de Uberlândia, em especial o Curso de Agronomia, pelo acolhimento, suporte acadêmico e por proporcionar os conhecimentos que tornaram possível a realização desse trabalho.

## RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça amplamente cultivada e consumida globalmente, conhecida por suas propriedades nutricionais, incluindo vitaminas, minerais e fibras. A biofortificação da alface visa melhorar o valor nutricional da planta, aumentando a concentração de nutrientes essenciais em suas folhas, o que é particularmente importante em áreas com deficiências alimentares. A análise de correlação, uma técnica estatística que avalia a relação entre diferentes variáveis, tem sido aplicada para entender como as características de produção, como crescimento, rendimento e concentração de nutrientes, se interrelacionam nas linhagens de alface biofortificadas. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a correlação entre as características agronômicas em linhagens de alfaces biofortificadas. O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia. Oito linhagens de alfaces do Programa de Melhoramento Genético de Alface Biofortificada e Tropicalizada da UFU, registradas no software BG e BIOFORT, foram avaliadas. As cultivares comerciais Grand Rapids e Belíssima foram usadas como testemunhas, totalizando 10 tratamentos no experimento. Foram avaliados o peso da planta, número de folhas, diâmetro e comprimento do caule, comprimento de folha, diâmetro de planta e temperatura da folha. A matriz de correlação de Pearson foi calculada e os resultados possibilitaram a identificação de padrões fenotípicos. As análises revelaram correlações positivas significativas entre peso da planta, diâmetro de caule, comprimento de caule, diâmetro de planta e comprimento de folha, confirmando a interação dessas variáveis para o vigor vegetativo. Além disso, algumas linhagens apresentaram comprimento de caule menor evidenciando serem tropicalizadas. A compreensão dessas correlações pode facilitar o desenvolvimento de novas linhagens que atendam melhor às necessidades nutricionais da população, além de melhorar a eficiência na produção dessa hortaliça.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., biofortificação, características de produção, segurança alimentar, tropicalização.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. JUSTIFICATIVA .....	7
3. OBJETIVOS .....	7
4. REVISÃO DA LITERATURA .....	8
4.1 Cultura da alface .....	8
4.2 Biofortificação.....	8
4.3 Parâmetros agronômicos x produção .....	9
4.4 Análises de correlação.....	9
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
7. CONCLUSÃO .....	15
REFERÊNCIAS.....	16

## 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais populares mundialmente. Originária da Europa e sudoeste da Ásia, tem sido utilizada na alimentação humana desde 500 a.C., sendo cultivada e aprimorada ao longo dos séculos. No Brasil, essa folhosa é produzida durante todo o ano em várias partes do país. Segundo dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), o mercado da alface gera anualmente cerca de R\$ 8 bilhões apenas no varejo, com uma produção que ultrapassa 1,5 milhão de toneladas por ano. Ela é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil e ocupa o terceiro lugar em volume de produção, ficando atrás apenas do tomate e da melancia (ABCSEM, 2016).

Atualmente, os consumidores têm buscado consumir alimentos que ofereçam benefícios à saúde, como frutas e hortaliças, valorizadas por suas propriedades funcionais (MATTOS et al., 2009). Nesse contexto, a alface se destaca por ser rica em nutrientes essenciais como folato e betacaroteno, além de vitamina C, potássio e fitoquímicos importantes como flavonoides, que contribuem para a saúde geral e a prevenção de doenças (COLLINS, 2004).

A avaliação dos parâmetros agronômicos possibilita a percepção inicial de características como tamanho da planta, forma e coloração da folha, e rendimento, fornecendo informações essenciais sobre seu estado e qualidade (DUTCOSKY, 1996). Essa abordagem é fundamental para garantir que os produtos atendam às expectativas dos consumidores e para aprimorar o processo de seleção e comercialização de hortaliças.

Iniciado em 2013, o Programa de Melhoramento Genético de Alface Biofortificada da UFU está desenvolvendo linhagens com altos teores de bioativos, como a antocianina, clorofila e carotenoides que de acordo com Castilho (2010), trazem efeitos benéficos à saúde humana atuando na proteção do organismo e na prevenção de doenças.

De acordo com Cruz et al. (2004), a compreensão da correlação fenotípica desempenha um papel importante nos programas de melhoramento genético de plantas. Esse conhecimento permite analisar como dois caracteres agronômicos se relacionam, ou seja, como variam em conjunto. Essa análise auxilia no processo de seleção, aumentando a eficiência e promovendo maiores ganhos genéticos para os caracteres de interesse (SANTOS; VENCOVSKY, 1986).

## **2. JUSTIFICATIVA**

A realização deste trabalho é justificada pela crescente importância da alface biofortificada na alimentação saudável e no combate da fome oculta, especialmente em países em desenvolvimento. A análise de correlação das características agronômicas em linhagens biofortificadas de alface permite uma melhor compreensão das relações entre variáveis fenotípicas como número de folhas, comprimento do caule e peso da planta, com a produtividade e o conteúdo nutricional das hortaliças (OLIVEIRA et al., 2010).

Por meio dessa abordagem, é possível identificar as características que mais influenciam na qualidade nutricional e no rendimento das culturas, contribuindo para o aprimoramento das práticas agrícolas e a seleção de variedades mais eficientes e nutritivas (LOUREIRO et al., 2018). Além disso, a análise das linhagens biofortificadas pode ajudar a desenvolver variedades mais adaptadas a diferentes condições climáticas e solos, promovendo a sustentabilidade e a segurança alimentar (BARBOSA et al., 2020).

## **3.OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho foi analisar a correlação entre as características agronômicas em linhagens de alfaves biofortificadas.

## 4.REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 Cultura da alface

A alface é uma planta herbácea, anual e de clima temperado, pertencente à família Asteraceae, sendo uma das hortaliças mais consumidas tanto no Brasil como no mundo (BORBA; FREITAS, 2023).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica e nutricional, cuja origem remonta à Europa e ao sudoeste da Ásia. Registros históricos indicam que já era cultivada pelos antigos egípcios, embora não esteja totalmente esclarecido se seu uso se destinava à extração de óleo das sementes, ao consumo das folhas ou a fins religiosos. Autores clássicos como Heródoto e Teofrasto já mencionavam a cultura no primeiro milênio a.C., evidenciando sua relevância histórica. A espécie caracteriza-se por ser estritamente autógama, sendo cultivadas apenas linhas puras, e apresenta sensibilidade a altas temperaturas e dias longos, condições que favorecem o florescimento precoce, limitando sua adaptação a ambientes quentes e secos (PITRAT, 2012)

A introdução da alface nas Américas é atribuída às viagens de Cristóvão Colombo, possivelmente em 1494 (RYDER, 2002). No Brasil, acredita-se que ela tenha sido trazida pelos portugueses por volta de 1650.

### 4.2 Biofortificação

Uma das abordagens para combater a fome oculta é a biofortificação agronômica de alimentos, que busca melhorar a concentração e a biodisponibilidade de nutrientes nas partes comestíveis das plantas (ALMEIDA et al., 2020). Essa técnica pode ser realizada por meio de práticas agrícolas, como o uso adequado de fertilizantes (RENGEL et al., 1999).

A adoção de produtos agrícolas biofortificados, com variedades que possuam níveis mais elevados de minerais e vitaminas, além de complementar as estratégias nutricionais existentes, oferece uma alternativa mais sustentável e acessível tanto para os produtores quanto para os consumidores (HARVEST PLUS, 2006).

A literatura contém diversas revisões e estudos relacionados à biofortificação de alimentos (WELCH; GRAHAM, 2004; LONG et al., 2004; WHITE; BROADLEY, 2005;

JOHNS; EYZAGUIRRE, 2006). As pesquisas destacam uma grande diversidade genética na concentração de micronutrientes presentes nas partes comestíveis das culturas. Essa alta variabilidade é o ponto chave para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético convencional (BRAMMER, 2002).

#### **4.3 Parâmetros agronômicos x produção**

A estimativa dos componentes genéticos e fenotípicos permite tomar decisões mais assertivas sobre a escolha do método mais adequado, além de identificar quais características devem ser utilizadas na seleção durante as fases iniciais e avançadas de um programa de melhoramento (ROSSMANN, 2001). Essa abordagem favorece diretamente o aumento da produtividade, ao priorizar atributos com maior potencial de impacto positivo no desempenho das plantas.

Pesquisas indicam que práticas de cultivo como o manejo adequado de irrigação, a rotação de culturas e a adubação, podem aprimorar esses parâmetros, aumentando a eficiência da produção e melhorando a qualidade nutricional da alface. Além disso, a análise desses índices auxilia na escolha de variedades mais adequadas para cada tipo de cultivo, seja convencional ou hidropônico, impactando positivamente a sustentabilidade e a rentabilidade da produção (GALON, 2012; SOUZA et al., 2020).

#### **4.4 Análises de correlação**

O entendimento da correlação de Pearson é essencial para aprimorar os programas de melhoramento genético de plantas. Isso porque a compreensão da relação entre dois caracteres agronômicos, ou seja, como eles interagem, contribui para uma seleção mais eficiente, resultando em maiores ganhos genéticos para o caráter de interesse (SANTOS; VENCOVSKY, 1986).

A análise de correlação é uma técnica estatística amplamente utilizada para avaliar o grau de associação entre variáveis, mostrando a intensidade com que duas variáveis estão relacionadas (SOUSA, 2019). Essa abordagem tem sido empregada para compreender as

interações entre variáveis em diversas culturas agrícolas, como em espécies frutíferas, como o abacaxizeiro (VILELA et al., 2015; KOSTER et al., 2018; ALMEIDA, 2019), em hortaliças como o tomateiro (SILVA, 2019) e a alface (SOUZA, 2021), entre outras.

No cultivo do tomateiro, Silva (2019) ressaltou que as características agronômicas são essenciais para aprimorar as técnicas de cultivo nas áreas produtivas dessa cultura. Nesse estudo, o autor analisou a influência de diferentes características agronômicas em tomates tipo mesa cultivados a campo, utilizando diversas doses de fertilização e quatro sistemas de condução por meio da correlação linear de Pearson. Os resultados indicaram correlações positivas e significativas entre diversos parâmetros agronômicos, como número de frutos e produtividade, bem como entre número de frutos e massa dos frutos. Também foi observada uma correlação negativa e significativa entre o número de frutos e o diâmetro transversal, além do número de frutos por hectare. Com base nesses achados, concluiu-se que a relação entre o diâmetro e a massa dos frutos é relevante para os produtores de tomate, permitindo uma estimativa da classificação dos frutos sem a necessidade de pesagem. Nesse sentido, a correlação linear de Pearson é uma ferramenta fundamental para avaliar a relação entre características agronômicas, como o crescimento e a produção das culturas.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Monte Carmelo (873 m de altitude), Minas Gerais, Brasil, no período de fevereiro a agosto de 2025. O clima da região é tropical, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, segundo a classificação de Köppen.

Oito linhagens de alfaces do Programa de Melhoramento Genético de Alface Biofortificada e Tropicalizada da UFU, registradas no software BG α BIOFORT INPI BR512019002403-6 (MACIEL et al., 2019) foram avaliadas. As linhagens foram obtidas após hibridação entre as cultivares Pira 72 e Uberlândia 10.000. As cultivares comerciais

Grand Rapids e Belíssima foram usadas como testemunhas, totalizando 10 tratamentos no experimento (Tabela 1).

Tabela 1: Linhagens de alfaces biofortificadas e tropicalizadas e testemunhas comerciais avaliadas.

<b>Linhagens</b>	<b>Testemunhas</b>
UFU22	Grand Rapids
UFU27	Belíssima
UFU33	
UFU53	
UFU59	
UFU62	
UFU64	
UFU70	

A semeadura foi realizada em fevereiro de 2025 em bandejas de poliestireno expandido com 200 células mantidas em uma estufa arqueada, com dimensões de 6 m × 5 m × 3,5 m, coberta com película de polietileno transparente de 150 micra, aditivado contra raios ultravioletas.

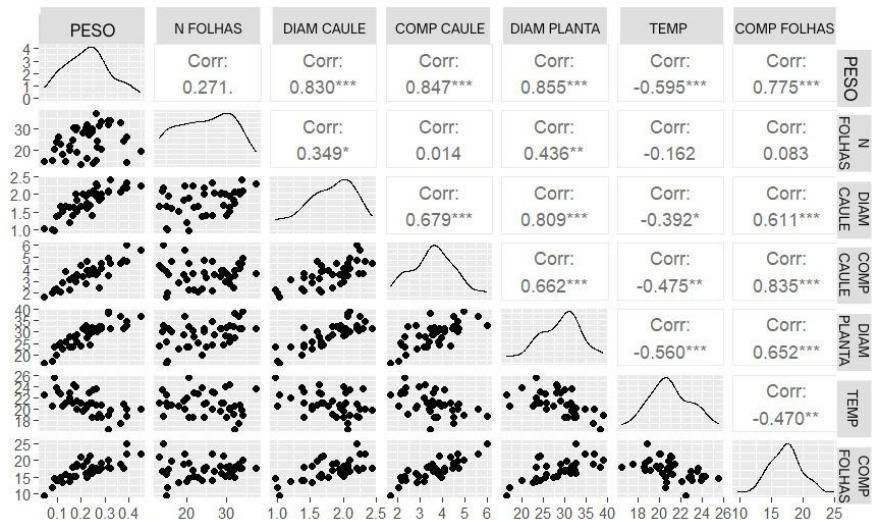
Trinta dias após a semeadura foi realizado o transplantio das mudas para o campo, em canteiros previamente preparados. Cada parcela foi composta por 16 plantas, arranjadas em quatro linhas com espaçamento de 0,25m x 0,25m, sendo caracterizadas três plantas centrais. O delineamento experimental realizado foi em blocos casualizados com três repetições. Decorridos 40 dias após o transplantio foi realizada a colheita e realizadas as avaliações dos parâmetros agronômicos: peso da planta (PP), obtida por meio da pesagem de toda planta; diâmetro do caule (DC) e comprimento do caule (CC), avaliados com auxílio de um paquímetro; número de folhas (NF), a partir da contagem de folhas superiores a 5 cm; e diâmetro de planta (DP), avaliado com auxílio de uma régua, e temperatura mensurada por meio de termômetro digital.

A matriz de correlação de Pearson foi calculada com nível de significância de 5% entre os parâmetros agronômicos avaliados utilizando o pacote R Hmisc versão 5.0-1 (HARRELL; DUPONT, 2019).

## 6.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz de correlação com gráfico de dispersão (Figura 1) evidenciou relações significativas entre variáveis morfológicas em genótipos de alface. Observou-se alta correlação positiva entre peso × diâmetro de planta, peso × comprimento de caule, peso × diâmetro de caule e peso × comprimento de folhas, indicando que plantas mais pesadas tendem a ter diâmetro e uma estrutura caulinária maiores, atendendo a demanda do mercado consumidor (QUEIROZ et al., 2017).

Figura 1 - Matriz de correlação de Pearson entre variáveis agronômicas avaliadas

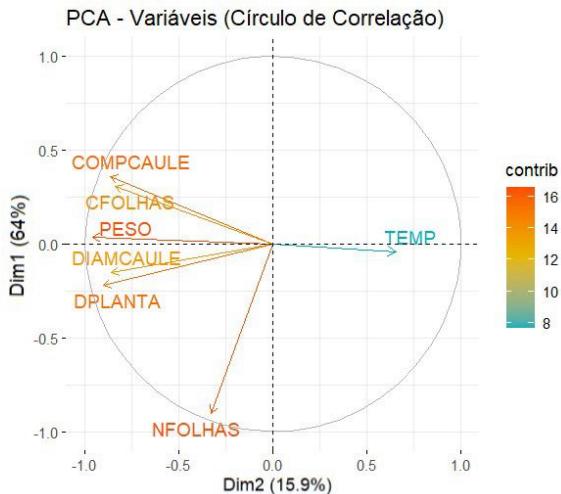


Fonte: Próprio autor

Em adição, verificou-se forte associação entre comprimento de caule × comprimento de folhas, sugerindo que o desenvolvimento caulinário influencia diretamente na expansão foliar. A variável número de folhas, por sua vez, apresentou baixa correlação com peso e outras características estruturais, indicando que, isoladamente, não é um bom preditor de produtividade.

A Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 2) permitiu sintetizar a variabilidade das características morfológicas das plantas em dois eixos principais, que explicaram conjuntamente 79,9% da variância total, sendo a Dimensão 1 responsável por 64,0% e a Dimensão 2 por 15,9%.

Figura 2 - Análise de Componentes Principais (PCA)

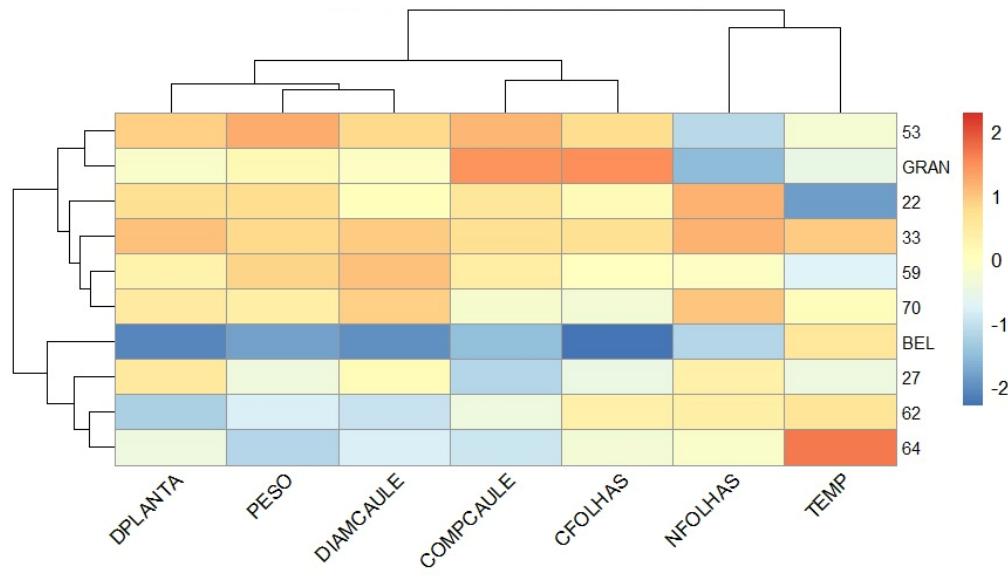


Fonte: Próprio autor

Na Dimensão 1, observou-se a forte associação entre peso, diâmetro do caule, altura da planta, comprimento do caule e comprimento das folhas, evidenciando que essas variáveis estão positivamente correlacionadas e refletem de forma integrada o vigor vegetativo. Já a Dimensão 2 destacou principalmente o número de folhas, que apresentou contribuição diferenciada em relação às demais variáveis, indicando um padrão de variação mais independente. Esse resultado confirma a eficácia do PCA em revelar gradientes de desempenho vegetativo em alface, semelhante ao observado em cultivares avaliadas sob condições controladas, onde os caracteres morfológicos mais estruturais se agrupam como bons indicadores de performance e o número de folhas apresenta comportamento mais isolado (MACHADO et al., 2023).

A análise de agrupamento hierárquico entre tratamentos e variáveis (Figura 3) complementa os resultados observados nas matrizes de correlação e no PCA, reforçando as associações entre as características morfológicas de alface. Nota-se que o peso das plantas se agrupou de forma próxima com o diâmetro da planta, diâmetro do caule, comprimento do caule e comprimento de folhas, evidenciando a forte correlação previamente identificada e confirmando que estas variáveis estruturais refletem de maneira integrada o vigor vegetativo. Os agrupamentos mais próximos no dendrograma representam relações mais intensas entre as variáveis, corroborando com a consistência das análises multivariadas.

Figura 3 - Heatmap com agrupamento hierárquico demonstrando o desempenho de linhagens de alface em relação a variáveis agronômicas



Fonte: Próprio autor

Em adição, a análise de agrupamento hierárquico permitiu destacar a semelhança entre os genótipos 53 e GRAN (cultivar comercial utilizada como controle) que se destacaram para comprimento de folhas e comprimento de caule, característica não desejável já que o pendoamento precoce ocasiona maior acúmulo de látex na folha e a torna imprópria para o consumo. As demais linhagens apresentaram reduzido comprimento de caule, confirmando sua tropicalização. Esse padrão é semelhante ao identificado por Rousphael et al. (2020), que utilizaram heatmap com cluster hierárquico para diferenciar respostas de alface a níveis de fertilização e bioestimulantes, visualizando agrupamentos entre tratamentos e parâmetros indicadores de desempenho.

Esses resultados reforçam a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados e confirmam que variáveis estruturais podem ser utilizadas como marcadores morfológicos consistentes para diferenciar linhagens mais vigorosas daquelas de menor desenvolvimento.

## **7.CONCLUSÃO**

O presente trabalho evidenciou a relação entre características de produção da alface tornando o processo de seleção com decisões mais assertivas e com um menor tempo. Também foi possível avaliar linhagens com características agronômicas semelhantes o que confirma a tropicalização das linhagens de alface.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIOLI, J. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; STEFANELLO, M. O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, v. 33, p. 35-40, 2003.
- BERNARDI, A. C. et al. Avaliação quantitativa e qualitativa de alface cultivada em sistema zeopônico. 2004.
- BRAMMER, Sandra Patussi. **Variabilidade e diversidade genética vegetal: requisito fundamental em um programa de melhoramento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002.
- CLEMENTE, A. A. et al. Nutritional Characterization Based on Vegetation Indices to Detect Anthocyanins, Carotenoids, and Chlorophylls in Mini-Lettuce. **Agronomy**, v. 13, n. 5, p. 1403, 2023.
- DANIEL, R. A. et al. Efeito da água magnetizada na germinação de sementes de alface. 2024.
- DA SILVA, E. M. et al. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura brasileira**, v. 29, p. 242-245, 2011.
- DE ALMEIDA RIOS, S. et al. Biofortificação: culturas enriquecidas com micronutrientes pelo melhoramento genético. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, p. 713-718, 2009.
- DE SOUZA, M. C. M. et al. Variabilidade genética para características agronômicas em progêneres de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 354-358, 2008.
- HARRELL, F.E.E., JR.; DUPONT, M.C. Package ‘hmisc’. R Package Version 4.3-0. 2019. Available online: <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc> (accessed on 10 January 2023).
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. Tipos de alface cultivados no Brasil. 2009.
- MACHADO, Douglas Balieiro et al. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE ALFACE EM CASA DE VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BREVES - PA. **Revista Valore**, [S. l.], v. 8, p. 103–112, 2023. DOI: 10.22408/revav8020231269103-112. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/1269>. Acesso em: 26 ago. 2025.
- MAGALHÃES, A. G. et al. Desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico sob dois níveis de condutividade elétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 316-320, 2010.
- OLIVEIRA, ALISSON HENRIQUE GAMA DE et al. Dinâmica de herdabilidade em diferentes caracteres de alface. **Revista Caatinga**, v. 3, pág. 514-526, 2021.
- OLIVEIRA, E. J. de et al. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 45, p. 855-862, 2010.

PEIXOTO, JVM; MACIEL, GM; SIQUIEROLI, ACS; PEREIRA, LM; LUZ, JMQ; MARQUES, DJ Comparação entre índices não paramétricos na seleção de alface crespa biofortificada. *Comunicata Scientiae* , [S. l.] , v. e3351, 2020. DOI: 10.14295/cs.v11i.3351. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3351>. Acesso em: 25 ago. 2025.

Pitrat M. Vegetable crops in the Mediterranean basin with an overview of virus resistance. *Adv Virus Res.* 2012;84:1-29. doi: 10.1016/B978-0-12-394314-9.00001-4. PMID: 22682164.

QUEIROZ, Angélica; CRUVINEL, Vinicius; FIGUEIREDO, Kamila Maria. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. *Enciclopédia Bios-fera*, [s. l.], v. 14, n. 25, p. 1053-1063, 2017.

ROCHA, D. S.; REED, E. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. *Revista Estudos-Revista de Ciências Ambientais e Saúde (EVS)*, v. 41, n. 1, p. 76-85, 2014.

ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; GIORDANO, M.; COLLA, G. **Fertilization and bio stimulant application affect growth, yield, and quality of greenhouse lettuce: a cluster heat map analysis.** *Agronomy*, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10020226>

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012.

SANTA ROSA, É. L. S.; SANTOS, F. C. Correlação linear de Pearson entre características agronômicas de cultivares de alface hidropônica sob condições de sombreamento. 2022.

SILVA, V. B. Crescimento, biofortificação e qualidade de alface hidropônico em função de concentrações de ferro e zinco na solução nutritiva. 2023.

SOUZA, S. V. et al. Análise do crescimento de alface sob diferentes sistemas de cultivo. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, v. 14, n. 2, p. 107-120, 2021.