



GUSTAVO TAKESHI HACIMOTO

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE
ALFACE AMERICANA EM CULTIVO DE VERÃO NAS
REGIÕES DE SOROCABA/SP E MOGI DAS CRUZES/SP**

**LAVRAS-MG
2025**

GUSTAVO TAKESHI HACIMOTO

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ALFACE
AMERICANA EM CULTIVO DE VERÃO NAS REGIÕES DE SOROCABA/SP E
MOGI DAS CRUZES/SP**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Sebastião Márcio de Azevedo
Orientador

**LAVRAS-MG
2025**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Hacimoto, Gustavo Takeshi.

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface americana em cultivo de verão nas regiões de Sorocaba/SP e Mogi das Cruzes/SP / Gustavo Takeshi Hacimoto. - 2025.

37 p. : il.

Orientador: Sebastião Márcio de Azevedo

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2025.
Bibliografia.

1. Alface americana. 2. Interação genótipo x ambiente. 3. Cultivo de verão. I. Azevedo, Sebastião Márcio de. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

GUSTAVO TAKESHI HACIMOTO

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ALFACE
AMERICANA EM CULTIVO DE VERÃO NAS REGIÕES DE SOROCABA/SP E
MOGI DAS CRUZES/SP**

**ADAPTABILITY AND STABILITY OF ICEBERG LETTUCE GENOTYPES IN
SUMMER CULTIVATION IN THE REGIONS OF SOROCABA/SP AND MOGI DAS
CRUZES/SP**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 05 de dezembro de 2025.

Dr. Sebastião Márcio de Azevedo UFLA

Dr. Gustavo Evangelista Oliveira UFLA

Dr. Orlando Gonçalves Brito DAG/ESAL

Prof. Dr. Sebastião Márcio de Azevedo
Orientador

**LAVRAS – MG
2025**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo presente da vida e pela saúde;

À toda minha família, em especial a meus pais, Paulo e Alice, a minha esposa, Ivana e a meu tio, Mário (*in memoriam*) por sempre me apoiarem e incentivarem à vida acadêmica e estarem sempre ao meu lado;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e toda a equipe do programa de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas – mestrado profissional, pela oportunidade e condições em realizar o mestrado profissional;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), pela minha formação acadêmica de engenheiro agrônomo;

Aos professores Welison Andrade Pereira, Aurinelza Batista Teixeira Condé, Flávia Maria Avelar Gonçalves, Giovana Augusta Torres, João Cândido de Souza, José Airton Rodrigues Nunes e Magno Antônio Patto Ramalho, por todo o conhecimento compartilhado e paciência em cada disciplina que foi realizada;

Ao professor Sebastião Márcio de Azevedo, pela orientação e ensinamentos compartilhados durante todo o curso;

À Enza Zaden, em especial ao Jean e Irineu, por fornecer condições financeiras, temporais e pelo entendimento da importância dessa capacitação;

Ao Gustavo da Enza Zaden, pelo incentivo inicial ao ingresso no mestrado;

Ao Roberto da Enza Zaden, pelo conhecimento compartilhado sobre o mestrado profissional;

Aos colegas de turma, em especial ao Benhur, Gabriela, Giovana, Milena e Renan, pelas semanas de intenso aprendizado e companhia durante esse período;

Ao Orlando Gonçalves Brito, pelo auxílio na elaboração e interpretação dos dados;

Aos produtores rurais que auxiliaram na condução e implementação de todos os experimentos;

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização do trabalho, muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar cultivares de alface americana com maior adaptabilidade e estabilidade de produção em condições de verão nas macrorregiões de Sorocaba/SP e Mogi das Cruzes/SP. Ao todo foram instalados 8 experimentos, sendo 4 deles na região de Sorocaba/SP e 4 na região de Mogi das Cruzes, sendo que cada um deles foi considerado como um ambiente de cultivo. Todos foram conduzidos por produtores comerciais especializados no cultivo de alface americana. Os ensaios foram transplantados entre os meses de outubro e dezembro de 2024 e avaliados entre os meses de novembro de 2024 e fevereiro de 2025. Utilizou-se 7 variedades de alface americana, sendo 5 testemunhas comerciais e 2 novas desenvolvidas pela empresa Enza Zaden. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados com 3 repetições. Foram avaliados o tamanho do pendão, o peso das cabeças, a porcentagem de plantas comercializáveis e a tolerância a doenças. Esses parâmetros foram submetidos à análise de adaptabilidade e estabilidade através do método de Annicchiarico. Dos genótipos comerciais, destaque positivo para o COM. 03 em relação ao peso das cabeças e tolerância a doenças para todos os ambientes e ambientes favoráveis. E destaque negativo para COM. 02 em relação a todos os parâmetros avaliados. O genótipo EXP. 01 mostrou bons resultados, principalmente em ambientes desfavoráveis, para o peso das cabeças e porcentagem de plantas comercializáveis. Por fim, o material EXP. 02 mostrou os melhores resultados considerando tamanho do pendão, porcentagem de plantas comercializáveis e tolerância a doenças considerando todos os ambientes favoráveis e desfavoráveis, apresentando assim uma maior adaptabilidade e estabilidade dentre todos os genótipos nessas condições de cultivo e com maior potencial para ser lançado comercialmente.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., alface americana, adaptabilidade, estabilidade.

ABSTRACT

This study aimed to identify iceberg lettuce cultivars with greater adaptability and production stability under summer conditions in the macro-regions of Sorocaba/SP and Mogi das Cruzes/SP. A total of 8 experiments were conducted, 4 in Sorocaba/SP region and 4 in Mogi das Cruzes/SP region, each one considered a distinct growing environment. All trials were conducted by commercial growers specialized in cultivation of iceberg lettuce. The trials were transplanted between October and December 2024 and evaluated between November 2024 and February 2025. Seven varieties of iceberg lettuce were used, five standard commercial and two new varieties developed by Enza Zaden company. The experimental design used was a randomized complete block design with 3 replications. The following parameters were evaluated: tassel size, head weight, percentage of marketable plants and disease tolerance. These parameters were subjected to adaptability and stability analysis using the Annicchiarico method. Of the commercial genotypes, COM. 03 stood out positively in relation to head weight and disease tolerance for all environments and favorable environments, while COM. 02 stood out negatively in relation to all parameters. Genotype EXP. 01 showed good results, mainly in unfavorable environments, for head weight and percentage of marketable plants. Finally, material EXP. 02 showed the best results considering tassel size, percentage of marketable plants and disease tolerance, considering favorable and unfavorable environments, thus having greater adaptability and stability among all genotypes under these growing conditions and with greater potential for commercial release.

Keywords: *Lactuca sativa* L., iceberg lettuce, adaptability, stability.

INDICADORES DE IMPACTOS

O trabalho foi conduzido com a participação direta de produtores e trabalhadores rurais de cidades do cinturão verde de São Paulo, responsável pela produção de mais de 70 % das hortaliças folhosas destinadas à capital paulista. Com isso, esta pesquisa apresentou impactos sociais, econômicos e tecnológicos relevantes para essa cadeia de produção, já que foram avaliados sete genótipos de alface americana para o cultivo em condições de verão. Sendo a cultivar EXP. 02 a mais estável e adaptada ao cultivo nessas condições, ela se torna uma oportunidade para aumentar a produtividade e consequentemente a renda tanto de pequenos quanto de grandes agricultores, ainda mais no período de verão, no qual a oferta de alface fica restrita por conta das condições climáticas e incidência de doenças, mas é justamente o período de maior demanda por parte dos consumidores, em relação ao consumo de saladas frescas em épocas mais quentes do ano. Este trabalho possui também um viés extensionista, à medida que envolve produtores comerciais em experimentos, promovendo assim a transferência de conhecimento entre a universidade e a sociedade através de um melhoramento participativo. Em relação a política nacional de extensão, os impactos do trabalho podem ser classificados nas áreas de educação, meio ambiente, tecnologia e produção. Os impactos da pesquisa estão alinhados aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da organização das nações unidas (ONU), em especial a fome zero e agricultura sustentável, ao trabalho decente e ao crescimento econômico. Parâmetros esses que visam o foco em sustentabilidade, proteção ao meio ambiente e inovação tecnológica. Por isso, este relatório traz alternativas técnicas sendo uma ponte entre a ciência e a prática do campo, sugerindo cultivares mais estáveis, adaptadas e produtivas que auxiliem o produtor como parte da sociedade e o meio ambiente à medida que é possível produzir mais em menos espaço.

IMPACT INDICATORS

The work was conducted with the direct participation of growers and rural workers from cities in the green belt of São Paulo, responsible for producing more than 70% of the leafy vegetables destined for the city of São Paulo. Therefore, this research presented relevant social, economic, and technological impacts for this production chain, since seven genotypes of iceberg lettuce were evaluated for cultivation under summer conditions. Since cultivar EXP. 02 is the most stable and adapted to cultivation under these conditions, it becomes an opportunity to increase productivity and consequently the income of both small and large farmers, especially during the summer period, in which the supply of lettuce is restricted due to climatic conditions and the incidence of diseases, but it is precisely the period of greatest demand from consumers, in relation to the consumption of fresh salads in warmer times of the year. This work also has an extensionist aspect, as it involves commercial producers in experiments, thus promoting the transfer of knowledge between the university and society, through participatory improvement. Regarding the national extensionist policy, the impacts of the work can be classified in the areas of education, environment, technology and production. The impacts of the research are aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN), especially zero hunger and sustainable agriculture, decent work and economic growth. These parameters aim to focus on sustainability, environmental protection and technological innovation. Therefore, this report presents technical alternatives, bridging the gap between science and field practice, suggesting more stable, adapted and productive cultivars that assist the grower as part of society and the environment, as it is possible to produce more in less space.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Dados gerais de mercado	11
2.2. Melhoramento genético de alface.....	12
2.3. Interação genótipos x ambientes	14
2.4. Adaptabilidade e estabilidade	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Genótipos avaliados.....	18
3.2. Organização e condução dos experimentos.....	19
3.3. Características agronômicas avaliadas.....	22
3.4. Análises estatísticas.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família *Asteraceae*, tem como centro de origem a região do Mediterrâneo de clima temperado e é uma planta autógama ($2n = 2x = 18$). Há séculos é cultivada no mundo inteiro para consumo *in natura* em saladas e como ingrediente de lanches (Favarato et al., 2017). A alface se destaca na alimentação do brasileiro devido à alta quantidade de vitaminas e sais minerais, baixo teor de calorias e por ser de fácil digestão (Yuri, 2000).

No Brasil, sua introdução foi feita através dos portugueses em 1650. Em relação às hortaliças folhosas, a alface é considerada a principal no Brasil, ocupando 49,9% da área total de produção (Vilela & Luengo, 2022). Deste total pode-se destacar como principais produtores as regiões Sul e Sudeste, correspondendo a 84% de toda a produção nacional. O estado de São Paulo nesse cenário é o maior produtor de folhosas, destacando-se as regiões de Sorocaba e Mogi das Cruzes (Vilela & Luengo, 2022). A produção se concentra nessas duas regiões consideradas no cinturão verde da capital paulista devido a fragilidade das folhas, que devem estar sempre frescas a fim de se manter o aspecto visual atrativo ao consumidor (Nascimento, 2016).

Nas últimas décadas houve muitas mudanças quanto aos tipos varietais cultivados e consumidos em nosso país (Sala & Costa, 2012). Até a década de 90 havia um predomínio da alface do tipo lisa, sendo que nos últimos anos há um crescente aumento na produção e consumo da alface americana. Isso vem ocorrendo devido a cultivares do tipo americana apresentarem folhas crocantes de coloração amarela ou branca, maior resistência ao processamento, com melhor conservação pós-colheita e resistência ao transporte e manuseio (Brzezinski et al., 2017). Por conta dessas características pode ser utilizada tanto *in natura* quanto na indústria de processamento mínimo, o que reflete na sua maior preferência pelas redes de *fast food* no Brasil (Yuri et al., 2002).

Esse tipo varietal foi uma criação do agronegócio norte americano. Por esse motivo sua tecnologia de produção e melhoramento genético foi baseado para o cultivo em regiões de temperatura amena, na ausência de chuvas e sem pressão de doenças foliares do clima das regiões da Califórnia e Arizona, nos Estados Unidos (Sala & Costa, 2008).

Mesmo sendo originária de clima temperado a alface possui cultivares melhoradas que possuem maior tolerância às temperaturas mais altas de climas tropicais e subtropicais, o que possibilita seu cultivo o ano todo. Contudo, a espécie ainda enfrenta desafios em períodos

climáticos adversos para o seu desenvolvimento, como é o caso do verão (Yuri et al., 2015). Temperaturas acima de 20°C e intensa radiação solar somada à longos fotoperíodos favorecem o pendoamento precoce das plantas, o que as deixam impróprias ao consumo devido a produção de látex pela planta e conseqüente gosto amargo das folhas, podendo provocar ainda queimas das bordas das folhas externas, formar cabeças pouco compactas e contribuir para ocorrência de deficiência de cálcio, conhecida como “*tipburn*” (Brzezinski et al., 2017).

Além disso, a associação entre temperaturas elevadas e alto índice pluviométrico favorece o desenvolvimento de fitopatógenos ocasionando perdas de até 60% (Sala & Costa, 2012), condições essas que são frequentemente presentes especialmente nos meses de verão.

Os estudos sobre as interações genótipos x ambientes são importantes no desenvolvimento de novas cultivares, principalmente no verão em que a demanda do produto é maior e as dificuldades no processo produtivo são maiores (Nascimento, 2016). Ao contrário do que se observa no inverno em que a demanda pelo produto é menor e o clima favorece o desenvolvimento da cultura sem tantas adversidades como no verão.

Segundo levantamento realizado a partir dos dados da HF Brasil (ESALQ/USP), entre os anos de 2021 e 2024 nas regiões de Sorocaba e Mogi das Cruzes, nos meses de julho a setembro a média de preço pago ao produtor no campo foi de R\$ 1,40 por planta de alface americana, enquanto nos meses de dezembro a fevereiro do mesmo período essa média foi de R\$ 2,03, evidenciando o cenário de mercado em relação a demanda e valor do produto nessas diferentes épocas do ano.

Sendo assim, mesmo com alguns genótipos comerciais já adaptados ao cultivo em condições tropicais, ainda há uma grande demanda de novas cultivares de alface americana, que tolerem o cultivo no Brasil em condições de verões chuvosos e de altas temperaturas. Assim, o objetivo do trabalho foi de avaliar genótipos de alface americana quanto à adaptabilidade e estabilidade para o cultivo nesse período de verão em duas das mais relevantes regiões de produção dessa cultura no estado de São Paulo, que são de Sorocaba e Mogi das Cruzes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Dados gerais de mercado

Segundo dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2025), a área total estimada de cultivo de alface no Brasil foi de 73.703,66 hectares,

destacando-se a alface do tipo crespa, com aproximadamente 64,3 % do total e logo em seguida a alface americana com 25,7 %. Já em relação ao valor total estimado do mercado de sementes, o total foi de R\$ 109.352.833,88 destacando-se ainda a alface crespa, mas com 55,9 % do total e em seguida a americana com 27,0 %. Isso ocorre devido a diferença no valor pago pelas sementes, sendo que a média da alface crespa corresponde a R\$ 15,18 por 1.000 sementes e da alface americana R\$ 20,79 pela mesma quantidade de sementes.

Ao contrário da alface crespa em que os trabalhos em relação a adaptabilidade e estabilidade já vem sendo mais explorados, a do tipo americana ainda não possui tantos estudos e além do mais se mostra um mercado em ascensão e com valor agregado maior.

Ainda segundo a ABCSEM, 2025, a venda de sementes de cultivares de alface americana de inverno foi de R\$ 5.841.520,55 (19,8 %), enquanto as cultivares de verão registraram R\$ 23.686.175,40 (80,2 %), evidenciando assim a importância em se buscar materiais que tolerem as condições de verão no Brasil por conta do maior potencial dessa janela também comercialmente, além da justificativa técnica.

2.2. Melhoramento genético de alface

Segundo Mou (2008) das quase 100 espécies pertencentes ao gênero *Lactuca*, apenas quatro podem cruzar entre si:

- *Lactuca sativa* L.: espécie que é domesticada atualmente;
- *Lactuca serriola* L.: espécie selvagem mais comum e encontrada em todos os continentes onde a alface é cultivada, e é amplamente utilizada como fonte de genes importantes, principalmente relacionadas a resistência às doenças;
- *Lactuca saligna* L.: espécie selvagem também de ampla distribuição pelo mundo;
- *Lactuca virosa* L.: espécie selvagem encontrada na Europa ocidental e norte da África, com tendência a formar roseta e utilizada também como fonte de resistência às doenças.

O ciclo de desenvolvimento da alface ocorre em duas fases, sendo a primeira denominada de fase vegetativa com a obtenção da alface que é comercializada e a segunda sendo a fase reprodutiva, caracterizada pelo início da emissão do pendão floral, essencial no melhoramento genético para que ocorra os cruzamentos de interesse e para a produção de sementes (Nick & Borém, 2016), conforme observa-se na figura 1.

Figura 1 – Amostra de etapas realizadas no melhoramento genético de alface americana: transplante das plantas selecionadas nos experimentos para vasos que serão conduzidos em estufas (A), cruzamento manual realizado no período da manhã (B) condução dos vasos na estufa (C).



Fonte: Do autor (2024).

No caso da alface americana, é necessário subverter o processo de formação de cabeças, para facilitar assim a emissão do pendão floral. O método mais utilizado é cortar a cabeça na parte superior, tomando cuidado para não danificar a gema apical. Pode-se ainda quebrar a cabeça na base estimulando assim a brotação das gemas axiais do caule (Nick & Borém, 2016).

Os principais métodos utilizados no melhoramento genético de alface são o genealógico (*pedigree*) e retrocruzamento, sendo utilizados ainda a seleção massal e SSD (Mou, 2008).

A tentativa de produção de híbridos F_1 não obteve sucesso até então, sendo que um dos maiores entraves está no alto custo de desenvolvimento das sementes híbridas (Sanchez, 2023). Além disso é possível mencionar a dificuldade na obtenção dos híbridos devido à dificuldade no manuseio do botão floral, polinização e baixo custo-benefício desse processo como um todo, no que se refere a quantidade de sementes produzidas em detrimento dos custos envolvidos em todo esse processo.

A população F_2 de um cruzamento é muito importante, já que é nessa geração em que se encontra o maior número de variação resultante do cruzamento. Assim é possível selecionar os indivíduos que possuam as características desejáveis. A cada geração de seleção, a homogeneidade e uniformidade vão aumentando e após sucessivas gerações o melhorista pode realizar a seleção das linhagens superiores. É de extrema importância também realizar testes em diferentes ambientes (locais e épocas de cultivo) antes do lançamento comercial das cultivares (Nick & Borém, 2016).

Por ser um produto consumido fresco, a alface necessita de características que a tornem atrativa ao consumidor, já que ela é escolhida por sua aparência. Tamanho, formato, coloração e ausência de defeitos perceptíveis são exemplos delas (Azevedo et al., 2015). Isso mostra que as características qualitativas são tão importantes quanto as quantitativas, como no caso do potencial produtivo, algo buscado em todos os programas de melhoramento genético.

No campo, algumas características relacionadas a esse cenário são: a formação de uma boa estrutura vegetativa que garanta condições de desenvolvimento para a formação de cabeça. Além disso essa estrutura proporciona proteção da cabeça no momento do transporte, fazendo com que ela chegue intacta ou com menos danos possíveis a lojas, supermercados ou feiras livres.

O comprimento do caule é um fator importante na seleção por três motivos principais: por estar relacionado a formação da cabeça, no rendimento do material no momento do processamento e principalmente na resistência do material ao pendoamento precoce. Quanto menor o seu tamanho, maior a resistência ao pendoamento precoce (Hotta, 2008). Valores aceitáveis apresentam de 6,0 a 9,0 centímetros (Yuri, 2000).

Outro ponto importante é em relação a tolerância a doenças, sejam elas de origem fúngica ou bacteriana e que afetam a parte aérea ou estão presentes no solo. Para o cultivo de verão pode-se citar como principais: *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitians* (Sala & Costa, 2008), *Pseudomonas cichorii* (Alves, 2021), *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* (Frias, 2014) e *Pectobacterium carotovorum* (Felix et al., 2014).

2.3. Interação genótipos x ambientes

Ao considerar o fenótipo obtido de uma planta de alface americana, por exemplo, ele é resultado da constituição genética da planta mais o ambiente em que ela se encontra, podendo ser descrita pela expressão: $F = G + A$, sendo que F corresponde ao fenótipo, G ao genótipo e A ao ambiente. Este último pode ser analisado de uma forma mais detalhada, já que as variações ambientais podem ser descritas como previsíveis ou imprevisíveis (Ramalho et al., 2024).

Segundo Frantz et al. (2004), Hotta (2008) e De Souza et al. (2013), para o cultivo de alface americana submetido a diferentes condições edafoclimáticas, o comportamento morfológico pode se tornar variável. Isso se deve pois durante o processo de formação das cabeças podem ocorrer fenômenos que envolvem respostas do metabolismo da planta relacionadas a temperatura, fotoperíodo, umidade, nutrição, intensidade da luz e outros. Esse cenário pode influenciar na não formação de plantas comercializáveis e prejudicar a venda por parte dos produtores, com plantas que não formam cabeça de maneira adequada ao que é exigida pelo mercado consumidor.

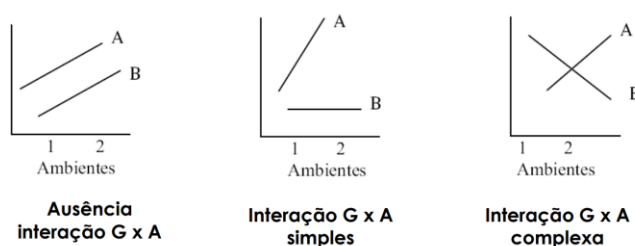
Sendo assim, uma cultivar pode ser avaliada em diferentes locais e estar sujeita a diferentes condições e, portanto, a expressão fenotípica vai depender de um outro componente,

a interação dos genótipos pelos ambientes (GA). Esse fator provém da variação do desempenho de cada genótipo nos vários ambientes, medindo assim as diferentes sensibilidades dos genótipos às alterações do ambiente. Em termos genéticos pode-se dizer que essa interação ocorre quando a contribuição dos diferentes alelos dos genes que controla um determinado caráter ou o nível de expressão destes difere entre os ambientes (Ramalho et al., 2024).

A interação genótipos x ambientes pode ser do tipo simples ou complexa. Na figura 2 observa-se a ausência de interação quando as retas são paralelas ou equidistantes, indicando respostas iguais frente às variações do ambiente. Na interação do tipo simples, ainda não há alteração na classificação dos genótipos, mas é visível a diferença na plasticidade, sendo que os genótipos devem ser diferentes à medida que responderam de forma bem distinta à mudança do ambiente. Já na interação do tipo complexa há uma inversão no desempenho das cultivares em relação aos ambientes 1 e 2 (Ramalho et al., 2024).

Tendo como referência dois ambientes, como no exemplo citado, a interação será do tipo simples se a correlação entre as médias dos genótipos nos dois ambientes é próxima a 1. Porém, sendo interação do tipo complexa, essa correlação pode ser muito baixa ou negativa, sendo, portanto, muito mais desafiadora para os melhoristas na seleção das melhores cultivares.

Figura 2 – Representação de interações genótipos x ambientes simples, complexa e na ausência de interação envolvendo duas cultivares (A e B) em dois ambientes distintos (1 e 2).



Fonte: Nunes, 2025.

A ocorrência dessa interação pressupõe que as cultivares, antes de serem lançadas comercialmente devam ser avaliadas nas diferentes condições ambientais em que serão cultivadas. Considerando um maior número de ambientes e cultivares para uma seleção, a presença da interação do tipo complexa mostra a existência de genótipos adaptados em ambientes mais específicos e outros com adaptação mais ampla, mas nem sempre com alto potencial produtivo (Ramalho et al., 2024).

Esse cenário impede que a recomendação seja feita de forma generalizada, ocasionando mais dificuldades e exigindo a adoção de alternativas que controlem ou minimizem os efeitos dessa interação, para que se possa então ter uma recomendação mais segura, como é o caso da adaptabilidade e estabilidade.

Obter altos tetos produtivos de uma cultura, como a alface, depende do genótipo, do ambiente e da interação genótipo x ambiente, no qual a escolha da cultivar correta é decisiva para o sucesso da produção (Queiroz, 2014).

Com isso, pensando-se no melhoramento genético da alface americana, que é o foco deste trabalho, os diversos genótipos comerciais existentes e os que ainda estão em fase de desenvolvimento devem ser testados quanto à adaptabilidade e estabilidade nas diferentes regiões produtoras de interesse, para que se possa recomendar o genótipo mais adequado.

2.4. Adaptabilidade e estabilidade

De acordo com Mariotti et al. (1976) o termo adaptabilidade designa o potencial dos genótipos de assimilarem de forma positiva o estímulo ambiental, sendo uma vantagem do ponto de vista do rendimento agrícola, ou seja, avaliado pelo desempenho médio da cultivar nos diferentes ambientes. Conceito esse semelhante ao de Charles Darwin, em que ao discutir a evolução das espécies mencionava que o indivíduo mais adaptado é aquele que deixa mais descendentes.

Por outro lado, estabilidade é considerada como a capacidade dos genótipos possuírem um desempenho o mais constante possível, mesmo em função das variações ambientais, podendo ser previsíveis ou imprevisíveis.

Segundo Lin, Binns & Lefkovitch (1986), pode-se ter três tipos de estabilidade:

Tipo 1 – a cultivar será estável se a sua variância entre ambientes é pequena;

Tipo 2 – a cultivar será estável se a sua resposta ao ambiente é paralela ao desempenho médio de todas as cultivares avaliadas nos experimentos;

Tipo 3 – a cultivar será estável se o quadrado médio dos desvios de regressão que avalia a estabilidade é pequeno.

Anos depois Lin & Binns (1988) adicionaram a esta lista o tipo 4, no qual uma cultivar será estável se o quadrado médio das interações genótipos x anos dentro de locais for pequeno. Nesse tipo a ideia consiste em separar as variações ambientais em componentes previsíveis e imprevisíveis e então mensurar a estabilidade do genótipo em relação ao último. O que ocorre

é que selecionar para efeitos imprevisíveis é algo impraticável. O que se procura é selecionar cultivares com comportamento relativamente constante mesmo com as variações do ambiente.

Existem inúmeros métodos para estimar os parâmetros de estabilidade, como por exemplo:

- Estimativas das variâncias e coeficiente de variação dos genótipos: estabilidade do tipo 1 no sentido biológico, equivalendo ao genótipo que mostra desempenho constante com a variação do ambiente (Becker, 1981);

- Método da ecovalência: estabilidade do tipo 2 no sentido agrônômico, em que o genótipo acompanha o desempenho médio obtido nos ambientes. Muito utilizada hoje em dia, já que possibilita a identificação de cultivares estáveis e com potencial de se manter entre as melhores em todos os ambientes (Becker, 1981);

- Utilizando métodos de regressão, como o de Eberhart e Russell (1966) que foi uma adaptação da metodologia de Finlay e Wilkinson (1963), utilizando os dados originais e estimando os desvios de regressão dos genótipos (Hotta, 2008);

- Métodos multivariados, sendo o AMMI um dos destaques, que permite decompor a interação em padrões principais de variação e que facilitam a interpretação e a seleção dos materiais (Gauch, 2006; Zobel et al., 1988);

- Método GGE Biplot, que é uma ferramenta visual gráfica que captura os efeitos dos genótipos e a interação deles com os ambientes, possibilitando a interpretação da adaptabilidade e estabilidade (Yan et al., 2000; Yan & Kang, 2002);

- Annicchiarico que avalia a estabilidade de acordo com o risco associado aos genótipos, decompondo também a informação em ambientes favoráveis e desfavoráveis (Pereira et al., 2013). É uma técnica criada em 1992 que permite medir a estabilidade fenotípica através do desempenho do genótipo, em relação à média do ambiente, ou seja, determinar a probabilidade de uma cultivar produzir um valor superior ou inferior em relação à média geral dos materiais testados e em todos os ambientes. Possui como grande vantagem ser um método simples e eficiente que prioriza genótipos com baixa variância em relação à média ambiental, facilitando a seleção. Acaba sendo sensível em ambientes atípicos, podendo superestimar a estabilidade em condições mais extremas.

O método de Annicchiarico se baseia primeiramente na classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis de acordo com a média geral e a média em cada um dos ambientes testados, sendo que valores positivos correspondem a ambientes favoráveis e valores negativos a ambientes desfavoráveis, de acordo com a seguinte fórmula:

$$I_j = X_j - \bar{x}.$$

I_j = índice ambiental

X_j = média do parâmetro estabelecido no ambiente j

\bar{x} = média geral de cada parâmetro estabelecido em todos os ambientes

Após a definição em ambientes favoráveis e desfavoráveis é feito o cálculo do índice de confiança genotípico para cada genótipo, cada parâmetro avaliado e em cada ambiente (todos os ambientes, ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis) sendo que quanto maior esse índice, maior a confiança no posicionamento da cultivar, e valores acima de 100 mostram o quanto o genótipo obteve valor acima da média do parâmetro em questão. Cálculo esse realizado de acordo com a seguinte equação:

$$W_i = \bar{y}_i (\%) - z_{(1-\alpha)} \cdot (\sigma_i)$$

W_i = índice de confiança genotípico

$\bar{y}_i (\%)$ = média relativa do genótipo i nos ambientes classificados

$z_{(1-\alpha)}$ = valor na distribuição normal ($\alpha = 0,75$)

σ_i = desvio padrão relativo do genótipo i nos ambientes classificados

Visando-se a produção satisfatória dessa cultura no Brasil e principalmente no verão, é imprescindível o desenvolvimento de novas cultivares e a seleção de genótipos que sejam altamente estáveis e adaptadas para a produção nas diferentes regiões de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Genótipos avaliados

No total foram testadas 7 variedades, sendo 5 comerciais (COM. 1, COM. 2, COM. 3, COM. 4 e COM. 5) e 2 experimentais (EXP. 1 e EXP. 2).

COM. 1, COM. 2 e COM. 3 são genótipos de empresas concorrentes à Enza Zaden adaptados ao cultivo de primavera/verão, sendo que nem todos possuem uma boa flexibilidade de cultivo em relação às condições encontradas no período de verão principalmente, mas que

são utilizadas em larga escala pelos produtores, seja pela confiança adquirida com esses materiais durante muitos anos ou pela condição comercial oferecida a eles.

COM. 4 é genótipo da empresa Enza Zaden adaptado ao cultivo de primavera/verão com temperaturas mais amenas e precipitações dentro da média esperada.

COM. 5 também é genótipo da empresa Enza Zaden adaptado ao cultivo de primavera/verão com temperaturas mais altas, mas que tolera precipitações dentro ou acima da média esperada, sendo um material mais recente no mercado.

Já os materiais experimentais EXP. 1 e EXP. 2 são provenientes do melhoramento genético realizado pela empresa Enza Zaden adaptados ao cultivo de primavera/verão com temperaturas mais altas e precipitações dentro ou acima da média esperada, mas que ainda não são vendidos comercialmente, sendo que o objetivo é avaliá-los para um possível lançamento comercial de acordo com o desempenho e resultados obtidos.

3.2. Organização e condução dos experimentos

Os experimentos foram realizados em conjunto com produtores rurais das regiões de Sorocaba/SP e Mogi das Cruzes/SP, sendo que suas respectivas localizações estão presentes na figura 3. As datas de semeadura, transplante e colheita, assim como as coordenadas geográficas de cada experimento estão descritas na tabela 1.

Figura 3 – Localização dos 8 experimentos realizados, sendo 4 deles na região de Sorocaba/SP e 4 na região de Mogi das Cruzes/SP.



Fonte: Do autor (2025).

Tabela 1 – Datas de semeadura, transplante, avaliação e coordenadas geográficas de cada experimento realizado.

	CIDADE	DATA DE SEMEADURA	DATA DE TRANSPLANTE	DATA DE AVALIAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE
Região de Sorocaba/SP	Piedade/SP	04/09/2024	02/10/2024	22/11/2024	-23.7462	-47.3523
	Piedade/SP	01/10/2024	31/10/2024	Perdido	-23.7969	-47.4978
	Piedade/SP	29/10/2024	25/11/2024	08/01/2025	-23.7552	-47.5231
	Ibiúna/SP	25/11/2024	23/12/2024	11/02/2025	-23.6596	-47.3443
Região de Mogi das Cruzes/SP	Mogi das Cruzes/SP	03/09/2024	01/10/2024	14/11/2024	-23.5847	-46.1412
	Mogi das Cruzes/SP	30/09/2024	30/10/2024	Perdido	-23.6508	-46.2160
	Salesópolis/SP	28/10/2024	29/11/2024	10/01/2025	-23.5489	-45.9527
	Mogi das Cruzes/SP	27/11/2024	24/12/2024	03/02/2025	-23.6586	-46.2159

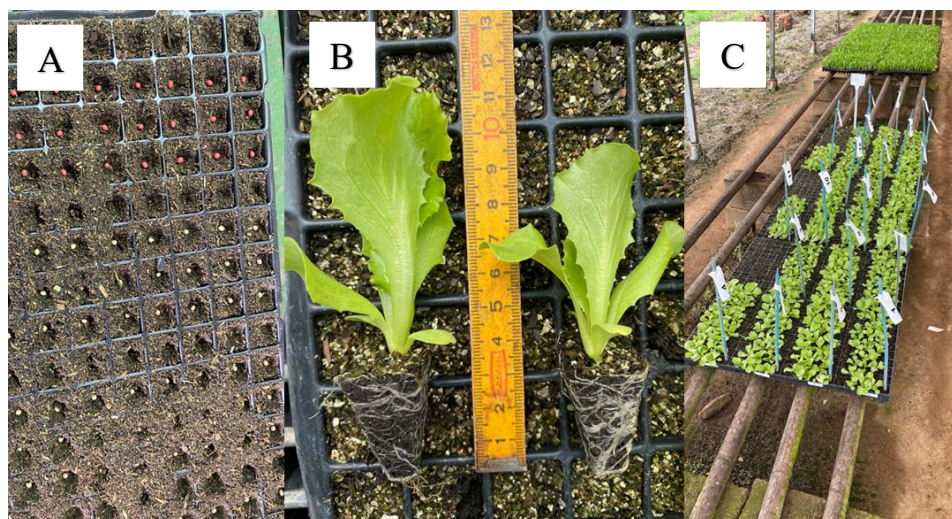
Fonte: Do autor (2025).

Segundo a classificação climática de Köppen (1948), os municípios de Piedade e Ibiúna, locais onde foram realizados os testes da região de Sorocaba, pertencem ao tipo Cfb (clima temperado, com verão ameno e chuvas bem distribuídas ao longo das estações). A altitude média é de 877 metros, com temperatura média ao longo de ano de 17 °C e precipitação média de 1.616 milímetros. Mogi das Cruzes e Salesópolis, da região de Mogi das Cruzes também são do tipo Cfb, sendo que a altitude média é de 851 metros, temperatura média de 18 °C e precipitação média de 1.972 milímetros.

No total, foram realizados 8 experimentos, sendo que 4 foram na região de Sorocaba/SP e 4 na região de Mogi das Cruzes/SP. Numa mesma semana foram semeados dois experimentos: um destinado a região de Sorocaba/SP e outro para a região de Mogi das Cruzes/SP, sendo que cada repetição em cada região foi espaçada em 4 semanas, com o objetivo de se cobrir a principal janela de semeadura considerando as condições de verão, iniciando em setembro e finalizando em novembro.

As mudas foram conduzidas por viveiros comerciais em cada uma das regiões e transplantadas ao campo quando apresentaram de 4 a 5 folhas definitivas, em torno de 30 dias após a semeadura, de acordo com o observado na figura 4.

Figura 4 – Etapas iniciais realizadas em cada experimento, com as sementes nas bandejas para formação de mudas (A), mudas prontas para o transplante (esquerda com EXP. 1 e transplante (esquerda com EXP. 1 e direita com EXP.2) após 30 dias no viveiro (B) e apresentando de 4 a 5 folhas definitivas e mudas identificadas antes do transplante ao campo (C).



Fonte: Do autor (2024).

As parcelas experimentais em todos os experimentos foram compostas de 30 plantas, distribuídas em 3 ou 4 linhas de plantio no cultivo utilizando mulching ou em plantio direto sob palhada de milho, de acordo com o padrão comercial de cada produtor, mas sempre espaçadas em 30 cm entre cada planta, conforme observa-se na figura 5.

Os seis produtores que conduziram os experimentos possuem um manejo considerado acima da média em cada uma de suas regiões, em relação ao manejo fitossanitário e nutricional, atingindo altos potenciais produtivos e com boa qualidade de plantas.

Figura 5 – Canteiros com 4 linhas de plantio (A) e canteiros com 3 linhas de plantio (B).



Fonte: Do autor (2024).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados com 3 repetições, totalizando 21 parcelas por experimento.

O manejo do campo, desde o preparo do solo e dos canteiros, manejo de adubação, espaçamento e aplicações fitossanitárias foram feitos de acordo com o manejo de cada produtor.

Foram perdidos dois experimentos, um em cada região e na mesma semana de semeadura. Um deles devido a colheita antecipada de todos os materiais e o outro por conta da elevada incidência de fitopatógenos na área, o que inviabilizou a avaliação do experimento. Esse cenário evidencia tanto a demanda por produto nessa época, em que mesmo a planta não atingindo a sua maturidade fisiológica é colhida pela situação do mercado e falta de produto e a alta pressão de doenças nesse período, ocasionando altas perdas na produção.

3.3. Características agronômicas avaliadas

As avaliações dos experimentos foram realizadas quando os genótipos atingiram o valor comercial requerido pelos produtores, aliando crescimento vegetativo à formação de cabeças compactas e grandes. Foram avaliados os mesmos parâmetros nos dois locais (dois qualitativos e dois quantitativos), sendo eles:

- a) porcentagem de plantas comercializáveis: dentro de cada parcela de trinta plantas foram contabilizadas as plantas que possuíam aspecto comercial, com formação de cabeças sem defeitos e/ou doenças e com as folhas da base saudáveis, e descartadas as que não se enquadravam como plantas comercializáveis, seja por apresentarem alta incidência de doenças ou então por algum aspecto fisiológico que as deixassem impróprias para a comercialização, como pode ser constatado na figura 6;

Figura 6 – Plantas apresentando aspecto não comercial, com a manifestação dos sintomas de doença de solo como *Pectobacterium carotovorum* (A), planta sem formação de cabeça, essencial na comercialização de alface americana (B) e doença de parte aérea como *Xanthomonas axonopodis* pv. Vitians (C).



Fonte: Do autor (2024).

- b) tolerância das plantas às principais doenças de ocorrência para a época, como *Xanthomonas axonopodis* pv. vitians, *Pseudomonas cichorii*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* e *Pectobacterium carotovorum*. Foram atribuídas notas para a parcela como um todo de acordo com a escala demonstrada na tabela 2 e ilustração prática na figura 7;

Tabela 2 – Escala de notas atribuída a tolerância das plantas às doenças.

Escala de nota	Descrição
1	50 - 100% da parcela afetada
3	25 – 50% da parcela afetada
5	15 – 25% da parcela afetada
7	5 – 10% da parcela afetada
9	0% da parcela afetada

Fonte: Do autor (2024).

Figura 7 – Exemplo da escala de notas atribuída a um experimento em relação a tolerância às doenças, sendo 1 = 50 - 100% da parcela afetada, 3 = 25 - 50% da parcela afetada, 5 = 15 - 25% da parcela afetada, 7 = 5 - 10% da parcela afetada e 9 = 0% da parcela afetada. Ilustrações obtidas do experimento avaliado em 22/11/2024 em Piedade/SP.



Fonte: Do autor (2025).

- c) peso das cabeças, considerando a média em gramas de seis plantas centrais de cada parcela, fazendo uma relação com o que seria o potencial produtivo de cada genótipo;
- d) tamanho do pendão, considerando a média em centímetros de seis plantas centrais de cada parcela com o objetivo de avaliar a tolerância ao pendoamento precoce dos materiais, de acordo com a figura 8.

Figura 8 – Ilustração do pendão de alface americana, medido em centímetros e que possui relação direta com o nível de pendoamento precoce, característica indesejável no cultivo de alface americana.



Fonte: Do autor (2025).

3.4. Análises estatísticas

O ideal é que uma cultivar apresente adaptabilidade geral e previsibilidade alta, capazes de responder ao estímulo do ambiente e ser estável, ou seja, que um genótipo mantenha um bom desempenho mesmo quando as condições ambientais forem desfavoráveis à cultura.

Para se medir esses parâmetros existem vários métodos propostos na literatura, e com isso foi escolhido um método mais simples, mas com respostas bem objetivas que foi o método proposto por Annicchiarico, conforme descrito no item 2.4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises consideraram a existência de 6 ambientes, sendo 3 na macrorregião de Sorocaba/SP e 3 na macrorregião de Mogi das Cruzes/SP. A partir de cada parâmetro avaliado (tamanho do pendão, peso das cabeças, porcentagem de plantas comercializáveis e tolerância a doenças) foi feito o cálculo do índice ambiental para a definição de um ambiente como favorável ou desfavorável, sendo que valores positivos correspondem a ambientes favoráveis e valores negativos a ambientes desfavoráveis, com exceção do parâmetro tamanho do pendão, em que valores negativos correspondem a ambientes favoráveis e valores positivos a ambientes desfavoráveis, conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Atribuição de classes entre ambiente favorável e ambiente desfavorável de acordo com cada ambiente e cada parâmetro avaliado (tamanho do pendão, peso das cabeças, porcentagem de plantas comercializáveis e tolerância a doenças).

Ambientes	Tamanho do pendão (cm)			Peso das cabeças (g)			% de plantas comercializáveis			Tolerância a doenças		
	Média	Índice ambiental	Classe	Média	Índice ambiental	Classe	Média	Índice ambiental	Classe	Média	Índice ambiental	Classe
1 Mogi das Cruzes/SP	5,06	-0,844	Favorável	477	-31,4	Desfavorável	0,804	-0,02320	Desfavorável	5,86	1,560	Favorável
2 Sorocaba/SP	3,52	-2,390	Favorável	561	53,1	Favorável	0,845	0,01780	Favorável	4,43	0,135	Favorável
3 Mogi das Cruzes/SP	6,94	1,040	Desfavorável	461	-47,5	Desfavorável	0,834	0,00730	Favorável	4,05	-0,246	Desfavorável
4 Sorocaba/SP	5,21	-0,691	Favorável	682	174,0	Favorável	0,801	-0,02600	Desfavorável	4,19	-0,103	Desfavorável
5 Mogi das Cruzes/SP	8,08	2,180	Desfavorável	347	-161,0	Desfavorável	0,822	-0,00508	Desfavorável	3,10	-1,200	Desfavorável
6 Sorocaba/SP	6,61	0,706	Desfavorável	520	12,4	Favorável	0,856	0,02920	Favorável	4,14	-0,151	Desfavorável
Média geral	5,90			508			0,827			4,29		

Fonte: Do autor (2025).

De acordo com os resultados obtidos da tabela 3, não houve um parâmetro que se comportou como favorável ou desfavorável em todos os ambientes. Porém, em relação aos ambientes houve duas situações: o ambiente 2 em Sorocaba/SP foi definido como favorável a todos os parâmetros avaliados e o ambiente 5 em Mogi das Cruzes/SP como desfavorável para todos os parâmetros. Isso pode ser explicado pelo fato da região de Sorocaba/SP possuir produtores mais especializados no cultivo de alface americana, com um manejo nutricional mais assertivo em relação a ela. Já na região de Mogi das Cruzes/SP os produtores possuem uma gama de itens maior, cultivando também outros tipos de alface, além da americana. Outro fator é o índice pluviométrico cerca de 18 % maior em Mogi das Cruzes/SP, o que em condições de verão com altas temperaturas pode contribuir para uma maior incidência de fitopatógenos e consequentemente menor potencial produtivo e qualitativo das plantas.

Os parâmetros de tamanho do pendão e porcentagem de plantas comercializáveis não mostraram um padrão no comportamento dos resultados em relação a caracterização dos ambientes em favoráveis ou desfavoráveis.

Em relação ao peso das cabeças o que se observou foi que na macrorregião de Sorocaba/SP os 3 ambientes se mostraram favoráveis e na macrorregião de Mogi das Cruzes/SP os 3 ambientes foram descritos como desfavoráveis a produção de cabeças. Cenário esse evidenciado na prática onde os maiores tetos produtivos se encontram na macrorregião de Sorocaba/SP, seja por condições edafoclimáticas ou pelo manejo mais assertivo para a cultura da alface americana nessa região.

Para o parâmetro tolerância a doenças os 2 primeiros experimentos que foram avaliados no mês de novembro de 2024 foram classificados como ambientes desfavoráveis enquanto os outros 4 experimentos, sendo 2 deles avaliados em janeiro de 2025 e 2 em fevereiro de 2025 foram descritos como favoráveis.

Após a definição entre ambientes favoráveis e desfavoráveis procedeu-se a análise com o cálculo do índice de confiança genotípico para cada genótipo, cada parâmetro avaliado (tamanho do pendão, peso das cabeças, porcentagem de plantas comercializáveis e tolerância a doenças) e em cada ambiente (todos os ambientes, ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis) sendo que quanto maior esse índice, maior a confiança no posicionamento da cultivar, com exceção do parâmetro tamanho do pendão, em que quanto menor o índice maior a confiança na recomendação.

Tabela 4 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade através do índice de confiança genotípico (W_i) pelo método de Annicchiarico (1992) para o tamanho do pendão em todos os ambientes, ambientes favoráveis, ambientes desfavoráveis e ranking dos genótipos de acordo com cada ambiente.

Genótipo	Índice de confiança genotípico (W_i)			Ranking			Soma
	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	
COM. 01	110,0	106,0	113,0	6	5	7	18
COM. 02	92,9	115,0	85,0	5	7	1	13
COM. 03	111,0	111,0	110,0	7	6	6	19
COM. 04	91,5	92,1	91,1	4	4	4	12
COM. 05	76,3	71,1	90,6	1	1	3	5
EXP. 01	89,3	85,8	94,7	3	3	5	11
EXP. 02	82,4	78,2	89,5	2	2	2	6

Fonte: Do autor (2025).

Tanto para todos os ambientes quanto para os ambientes favoráveis a COM. 05 se mostrou a mais indicada em relação ao tamanho do pendão, seguido da EXP. 02 e EXP. 01 nessas mesmas condições e para os ambientes desfavoráveis foi a COM. 02, seguida da EXP. 02 e COM. 05.

De acordo com Yuri (2000), valores entre 6,0 cm e 9,0 cm são aceitáveis para esse parâmetro e considerando que as médias dos genótipos estavam dentro desse intervalo ou até abaixo (COM. 01 = 6,72 cm; COM. 02 = 6,46 cm; COM. 03 = 6,9 cm; COM. 04 = 5,85 cm; COM. 05 = 4,84 cm; EXP. 01 = 5,48 cm; EXP. 02 = 5,06 cm), são genótipos com certo nível de tolerância ao pendoamento precoce, característica desejável aos materiais comerciais.

Tabela 5 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade através do índice de confiança genotípico (W_i) pelo método de Annicchiarico (1992) para o peso das cabeças em todos os ambientes, ambientes favoráveis, ambientes desfavoráveis e ranking dos genótipos de acordo com cada ambiente.

Genótipo	Índice de confiança genotípico (W_i)			Ranking			Soma
	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	
COM. 01	98,0	101,0	96,0	2	2	4	8
COM. 02	95,9	91,8	98,6	5	6	2	13
COM. 03	99,4	102,0	96,3	1	1	3	5
COM. 04	96,8	98,7	95,0	4	3	5	12
COM. 05	88,2	83,3	94,6	7	7	6	20
EXP. 01	97,2	95,1	101,0	3	4	1	8
EXP. 02	90,1	92,0	87,9	6	5	7	18

Fonte: Do autor (2025).

Para o parâmetro relacionado ao potencial produtivo dos genótipos, que foi o peso das cabeças, observou-se que considerando todos os ambientes nenhum deles obteve um índice acima de 100, ou seja, produziram menos que a média geral das cultivares. Mesmo assim as cultivares que apresentaram melhores resultados foram a COM. 03, COM. 01 e EXP. 01.

Nos ambientes favoráveis destacaram-se a COM. 03 seguido da COM. 01 e COM. 04 e para os ambientes desfavoráveis pode-se citar a EXP. 01 como destaque, sendo a única que produziu acima da média geral, e logo após a COM. 02 e COM. 03.

Segundo estudo realizado por Mota et al. (2003), durante o mês de janeiro de 2002 em condições de verão na região de Santana de Vargem/MG, foram constatados valores entre 358,3 e 725,5 g/planta, em experimento de avaliação de cultivares comerciais e experimentais. Já Hotta (2008), entre os meses de novembro de 2006 a janeiro de 2007, também em condições de verão e na região de Bragança Paulista/SP, encontrou valores entre 393,0 e 657,3 g/planta numa avaliação de 21 progênies. Outros dois estudos realizados por Yuri (2000), encontraram num genótipo amplamente utilizado no Brasil valores de 559,2 g/planta em Santo Antônio do Amparo/MG e 626,8 g/planta em Boa Esperança/MG, ambos em cultivo de primavera/verão, de setembro a dezembro.

Considerando as médias obtidas nesse trabalho, em que COM. 01 = 519,7 g/planta; COM. 02 = 524,3 g/planta; COM. 03 = 530,6 g/planta; COM. 04 = 505,8 g/planta; COM. 05 = 478,7 g/planta; EXP. 01 = 518,8 g/planta; EXP. 02 = 478,8 g/planta, os valores estão dentro da margem encontrada em outros estudos.

Tabela 6 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade através do índice de confiança genotípico (W_i) pelo método de Annicchiarico (1992) para a porcentagem de plantas comercializáveis em todos os ambientes, ambientes favoráveis, ambientes desfavoráveis e ranking dos genótipos de acordo com cada ambiente.

Genótipo	Índice de confiança genotípico (W_i)			Ranking			
	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	Soma
COM. 01	96,2	94,8	97,1	5	6	4	15
COM. 02	90,0	84,3	98,5	7	7	3	17
COM. 03	96,9	100,0	94,3	4	2	6	12
COM. 04	91,7	99,4	87,2	6	4	7	17
COM. 05	97,6	99,7	96,0	3	3	5	11
EXP. 01	99,6	96,0	104,0	2	5	1	8
EXP. 02	100,0	103,0	98,7	1	1	2	4

Fonte: Do autor (2025).

Para a porcentagem de plantas comercializáveis, em relação a todos os ambientes a EXP. 02 obteve o maior índice, exatamente a média geral, seguida da EXP. 01 e COM. 05.

Em relação aos ambientes favoráveis a EXP. 02 se manteve como o único genótipo acima das demais, com a COM. 03 e COM. 05 logo depois.

E para os ambientes desfavoráveis destacaram-se a EXP. 01, sendo a única com índice acima de 100, com a EXP. 02 e COM. 02 em seguida.

Segundo Hotta (2008), em que seu estudo envolveu não apenas avaliações durante o verão, mas também no outono e inverno, os melhores resultados para a porcentagem de plantas comerciais foram obtidos nos cultivos de outono e inverno. Exemplo foi a cultivar COM. 01, que obteve valores de 98,7 %, 90,3 % e 75,4 % de plantas comercializáveis para condições de outono, inverno e verão, respectivamente.

As médias referentes a este parâmetro, neste trabalho, em que COM. 01 = 83,4 %; COM. 02 = 80,0 %; COM. 03 = 84,0 %; COM. 04 = 80,0 %; COM. 05 = 83,0 %; EXP. 01 = 86,0 %; EXP. 02 = 84,0 %, apresentaram uma porcentagem mais elevada, evidenciando assim a evolução nas buscas por genótipos mais adaptados ao cultivo de verão.

Tabela 7 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade através do índice de confiança genotípico (W_i) pelo método de Annicchiarico (1992) para a tolerância a doenças em todos os ambientes, ambientes favoráveis, ambientes desfavoráveis e ranking dos genótipos de acordo com cada ambiente.

Genótipo	Índice de confiança genotípico (W_i)			Ranking			Soma
	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	Todos os ambientes	Ambientes favoráveis	Ambientes desfavoráveis	
COM. 01	96,2	98,1	96,1	5	3	5	13
COM. 02	42,0	38,5	41,3	7	7	7	21
COM. 03	105,0	109,0	102,0	2	2	3	7
COM. 04	48,8	53,7	46,9	6	6	6	18
COM. 05	104,0	97,8	106,0	3	4	2	9
EXP. 01	103,0	113,0	98,7	4	1	4	9
EXP. 02	113,0	97,5	122,0	1	5	1	7

Fonte: Do autor (2025).

Em relação a tolerância a doenças, considerando todos os ambientes destacou-se a EXP. 02 com 13 % a mais de tolerância do que a média geral e em seguida genótipos próximos também com valores acima de 100, que foram COM. 03, COM. 05 e EXP. 01.

Para os ambientes favoráveis, 2 genótipos obtiveram valores acima de 100, que foram a EXP. 01 e COM. 03 e para os ambientes desfavoráveis, destaque maior para EXP. 02 com 22 % a mais de tolerância do que a média e logo em seguida COM. 05 e COM. 03.

Nesse quesito COM. 02 e COM. 04 se mostraram muito abaixo da média geral, sendo assim como baixa estabilidade e adaptabilidade em relação a tolerância às doenças avaliadas.

Um experimento conduzido por Mota et al. (2003), no sul de Minas Gerais, na cidade de Santana de Vargem avaliou 17 cultivares de alface americana durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2002 com relação a sanidade de plantas numa escala visual variando de 1 a 5, sendo que 1 (folhas altamente atacadas por doenças), 2 (presença abundante de lesões nas folhas externas), 3 (presença moderada de lesões nas folhas externas), 4 (lesões escassas nas folhas externas) e 5 (folhas externas saudáveis). Foram constatados valores entre 2 e 5, mostrando que houve genótipos com a nota máxima em relação a sanidade mesmo em épocas e condições desafiadoras.

Já um outro estudo realizado por Yuri et al. (2006) na avaliação de 12 cultivares de alface americana no mês de janeiro de 2005 na região de Boa Esperança em Minas Gerais, e utilizando-se da mesma escala de notas observou-se valores entre 1 e 4,6, mostrando uma pressão maior de doenças no geral.

E no presente trabalho nenhum genótipo chegou a receber nota máxima em relação a sanidade, ficando nos melhores casos, como EXP. 02 e COM. 05, próximos a nota intermediária, evidenciando assim a alta pressão de doenças nessa época do ano.

Tabela 8 – Ranking de cada genótipo de acordo com os dados do índice de confiança genotípico (W_i) pelo método de Annicchiarico (1992) em todos os ambientes, ambientes favoráveis, ambientes desfavoráveis e para cada parâmetro avaliado (tamanho do pendão, peso das cabeças, porcentagem de plantas comercializáveis e tolerância a doenças).

Ranking	Todos os ambientes				Ambientes favoráveis				Ambientes desfavoráveis			
	Tamanho do pendão (cm)	Peso das cabeças (g)	% de plantas comercializáveis	Tolerância a doenças	Tamanho do pendão (cm)	Peso das cabeças (g)	% de plantas comercializáveis	Tolerância a doenças	Tamanho do pendão (cm)	Peso das cabeças (g)	% de plantas comercializáveis	Tolerância a doenças
1	COM. 05	COM. 03	EXP. 02	EXP. 02	COM. 05	COM. 03	EXP. 02	EXP. 01	COM. 02	EXP. 01	EXP. 01	EXP. 02
2	EXP. 02	COM. 01	EXP. 01	COM. 03	EXP. 02	COM. 01	COM. 03	COM. 03	EXP. 02	COM. 02	EXP. 02	COM. 05
3	EXP. 01	EXP. 01	COM. 05	COM. 05	EXP. 01	COM. 04	COM. 05	COM. 01	COM. 05	COM. 03	COM. 02	COM. 03
4	COM. 04	COM. 04	COM. 03	EXP. 01	COM. 04	EXP. 01	COM. 04	COM. 05	COM. 04	COM. 01	COM. 01	EXP. 01
5	COM. 02	COM. 02	COM. 01	COM. 01	COM. 01	EXP. 02	EXP. 01	EXP. 02	EXP. 01	COM. 04	COM. 05	COM. 01
6	COM. 01	EXP. 02	COM. 04	COM. 04	COM. 03	COM. 02	COM. 01	COM. 04	COM. 03	COM. 05	COM. 03	COM. 04
7	COM. 03	COM. 05	COM. 02	COM. 02	COM. 02	COM. 05	COM. 02	COM. 02	COM. 01	EXP. 02	COM. 04	COM. 02

Fonte: Do autor (2025).

5. CONCLUSÕES

O genótipo EXP. 01 obteve destaque principalmente em ambientes desfavoráveis, mostrando potencial onde as condições de cultivo no geral não foram as ideais.

Já EXP. 02 se mostrou entre as mais adaptadas nos diversos cenários de ambientes, evidenciando sua performance mais estável.

Dentre as cultivares comerciais, COM. 03 obteve bons resultados em alguns parâmetros e ambientes e a COM. 02 atingiu resultados abaixo das demais, sendo assim um destaque negativo.

Portanto, o material experimental EXP. 02 se mostrou com bom potencial para ser recomendado comercialmente para plantio nas macrorregiões de Sorocaba/SP e Mogi das Cruzes/SP nos meses de verão, com melhor adaptabilidade e estabilidade dentre todos os genótipos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. K. **Isolamento e caracterização genômica de bacteriófago para biocontrole de *Pseudomonas cichorii***. 2021. 147 f. Universidade de Caxias do Sul, programa de pós-graduação em biotecnologia. Tese de doutorado.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS (ABCSEM), 2025.
- AZEVEDO, A. M.; JÚNIOR, V.C.A.; PEDROSA, C.E.; OLIVEIRA, C.M.; DORNAS, M.F.S.; VALADARES, N.R. Agrupamento multivariado de curvas na seleção de cultivares de alface quanto à conservação pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 362-367, 2015.
- BECKER, H.C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v.30, p. 835-840, 1981.
- BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v.64, n.1, p-83-89, 2017.
- FAVARATO, L.F.; GUARÇONI, R.C.; SIQUEIRA, A.P. Produção de alface de primavera/verão sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Científica Intelletto**, v.2, n.1, p.16-28, 2017.
- FELIX, K.C.S.; OLIVEIRA, W.J.; MARIANO, R.L.R.; SOUZA, E.B. Lettuce genotype resistance to “soft rot” caused by *Pectobacterium carotovorum*. **Scientia Agricola**, v.71, n. 4, p. 287-291, 2014.
- FRANTZ, J. M.; RITCHIE, G.; COMETTI, N. N.; ROBINSON, J.; BUGBEE, B. Exploring the limits of crop productivity: beyond the limits of tip-burn in lettuce. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 129, p. 331-338, 2004.
- FRIAS, A. G. **Caracterização de isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* obtidos de campos de produção comercial no Estado de São Paulo e avaliação de genótipos de alface**. 2014. 45f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dissertação de mestrado.
- GAUCH, H. G. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. **Crop Science**, 2006.
- HOTTA, L.F.K. **Interação de progênies de alface do grupo americano por épocas de cultivo**. 2008. 87f. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dissertação de mestrado.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis. Where do we stand? **Crop Science**, v.26, n.5, p. 894-899, 1986.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p. 193-198, 1988.

MARIOTTI, I.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.

MOTA, J.H.; YURI, J.E.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C.; RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 234-237, 2003.

MOU, B. Lettuce. In: PROENZ, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Cheonopiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer Science + Business Média, p. 75-118, 2008.

NASCIMENTO, G.R. **Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes épocas e condições de cultivo**. 2016. 61f. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado.

NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: Ed. UFV, 2016. 464 p.
PEREIRA, H.S.; COSTA, A.F.; MELO, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C.; WENDLAND, A. Interação entre genótipos de feijoeiro e ambientes no estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

Preços médios dos hortifrutícolas – HF Brasil. Disponível em <
<https://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolos.aspx>>.
Acesso em 07 de jul. de 2025.

QUEIROZ, J.P.S.; COSTA, A.J.M.; NEVES, L.G.; JUNIOR, S.S.; BARELLI, M.A.A. Estabilidade fenotípica de alfases em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.2, p.276-283, 2014.

RAMALHO, M.A.P.; NUNES, J.A.R.; PÁDUA, J.M.V.; TOLEDO, F.H.B. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Ed. da UFLA, 2024. 456 p.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. ‘Gloriosa’: cultivar de alface americana tropicalizada. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.409-410, 2008.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.187-194, 2012.

SANCHES, A.A. **Seleção de híbridos de alface visando à obtenção de populações produtivas e biofortificadas para caroteinoides**. 2023.1 18f. Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado.

SOUZA, A. L. de; SEABRA J. S.; SILVIA D. M.; CAMPOS DE SOUZA, L. H.; MOITINHO N. M. C. Comportamento de cultivares de alface americana sob clima tropical. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 123-129, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca da UFLA. Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos [Livro eletrônico] / Universidade Federal de Lavras; colaboradores Nivaldo Calixto Ribeiro *et al.* 6. ed. Lavras, MG: UFLA, 2025.

VILELA, N.J.; LUENGO, R.F.A. **Produção de hortaliças folhosas no Brasil**. Disponível em: < <https://revistacampoenegocios.com.br/producao-de-hortalicas-folhosas-no-brasil/> >. Acesso em 01 de out. de 2023.

YAN, W.; HUNT, L. A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. **Crop Science**, v. 40, p. 597-605, 2000.

YAN, W.; KANG, M. S. **GGE Biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists**. CRC Press, 2002. 288 p.

YURI, J. E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio e dois locais do sul de Minas Gerais**. 2000. 51 f. Universidade Federal de Lavras. Dissertação de mestrado.

YURI, J.E.; SOUZA, R.J.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; MOTA, J.H. Comportamento de cultivares de alface tipo americana em Boa Esperança. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.229-232, 2002.

YURI, J. E.; RODAS, C. L.; SANTOS, R. N. C.; PETRAZZINI, L. L.; RESENDE, G.M. Comportamento de cultivares de alface americana no sul de Minas Gerais, nas condições de verão. **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.317-321, 2006.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; PETRAZZINI, L.L. Produção de alface americana em função da época de cultivo e doses de nitrogênio. **Revista Agrotecnologia**, v.6, n.1, p.55-65, 2015.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J., GAUCH, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 388-393, 1988.