



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**GABRIEL ARTUR GARCIA**

**ANÁLISE SENSORIAL E INSTRUMENTAL DE LINHAGENS DE ALFACE VANDA  
EM DIFERENTES TIPOS DE CULTIVO**

Araras

2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**GABRIEL ARTUR GARCIA**

**ANÁLISE SENSORIAL E INSTRUMENTAL DE LINHAGENS DE ALFACE VANDA  
EM DIFERENTES TIPOS DE CULTIVO**

Trabalho Final de Curso de Engenharia  
Agrônoma – CCA – UFSCar para a obtenção  
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marta Regina  
VerrumaBernardi

Araras  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

- Primeiramente à minha família: minha mãe, Cristina, por ter proporcionado tudo o que foi preciso, e além, para eu ter chegado onde cheguei e aonde ainda vou chegar, fazendo tudo o que fosse possível para que essa graduação se tornasse possível. Aos meus avós, Antônia e Amadeu (em memória), por terem feito a pessoa que sou hoje. Ao meu irmão, Emanuel, por sempre se fazer presente. Aos meus padrinhos Luiz e Lucimara, por terem ido além das formalidades religiosas e se fazerem sempre um porto seguro para mim; à minha prima Solana, cujos conselhos e conversas foram essenciais nessa jornada e fora dela. E a todos os outros membros da minha família, que é minha base.
- Ao Klever, que me ensinou a ser amável e a amar, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo e sempre será um exemplo de motivação para eu seguir culatreado meus sonhos e objetivos.
- Às minhas amigas Beatriz, Daniele e Pamela por me permearem para além do campo da amizade e sempre terem acreditado no meu potencial e serem inspiração, cada uma com seu jeito único e peculiar.
- À minha orientadora e profa. Marta Regina Verruma Bernardi, pela oportunidade, pelos ensinamentos, dedicação, profissionalismo e paciência ao longo de todo esse trabalho.
- À profa. Josiane Rodrigues pela imprescindível ajuda que proporcionou à mim e ao prof. Fernando César Sala, a quem esse trabalho é possível.
- Ao técnico de laboratório João Henrique do Nascimento e Silva pelas horas de auxílio que foram cruciais para as coletas dos dados.

Este trabalho faz parte do projeto: Seleção de genótipos e biofortificação agronômica com zinco em alface no cultivo hidropônico - cadastrado Processo DS (Programa de Demanda Social) nº 88887.636087/2021-00. Parte do material obtido foi em parceria com o projeto da aluna Bianca Machado de Lima do Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001.

*To see the world,  
things dangerous to come to,  
to see behind walls,  
draw closer,  
to find each other and to feel.  
That is the purpose of life.*

James Thurber

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar dez linhagens de alface, sendo uma delas Vanda e outras nove desenvolvidas a partir dela, em três tipos de cultivo: hidroponia telada, hidroponia em estufa e cultivo em campo. As avaliações foram feitas utilizando análise instrumental de cor, índice de clorofila total, análise sensorial de preferência visual e intenção de compra. A linhagem com maiores índices de clorofila foi a 4-2-1 e a linhagem com melhor no valor  $L^*$  (luminosidade) foi a 176-3-2-1 em cultivo hidropônico em estufa. Para o valor  $a^*$  (coloração verde), destacou a linhagem F9 39-4, também em hidroponia em estufa. A linhagem 4-2-1 cultivada em campo apresentou-se como o maior valor  $b^*$ , que indica tonalidades mais amarelas. O valor *croma* (saturação da cor) mais alto foi verificado na linhagem 4-2-1 cultivada em campo e o valor *hue* mais bem avaliado foi observado na linhagem F10 47-2. Para os atributos sensoriais de cor e para brilho, a linhagem 1401-141-4 obteve maiores valores. Para textura visual, verificou-se que a linhagem F10 47-2 em estufa obteve melhores resultados. Para preferência global, as notas foram maiores para linhagem F10 206 em estufa e, quanto à intenção de compra, 4-2-1 no sistema telado. Houve interação entre os tipos de cultivo e as linhagens.

**Palavras-chave:** cor; brilho; clorofila; preferência.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Recomendação de adubação mineral para a cultura do alface no estado de São Paulo	18
<b>Tabela 2.</b> Composição centesimal de alfaces e rúcula cruas	20
<b>Tabela 3.</b> Análise química do solo da área experimental do cultivo convencional	27
<b>Tabela 4.</b> Solução nutritiva de cultivo padrão para as alfaces no sistema hidropônico	28
<b>Tabela 5.</b> Solução nutritiva concentrada em 100x para as alfaces no sistema hidropônico	28
<b>Tabela 6.</b> Valores médios do índice de clorofila total das alfaces estudadas	32
<b>Tabela 7.</b> Valores médios de valor L de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	33
<b>Tabela 8.</b> Valores médios do atributo <i>valor a*</i> de diferentes linhagens de alface em diferentes sistemas de cultivo	35
<b>Tabela 9.</b> Valores médios de valor <i>b*</i> de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	36
<b>Tabela 10.</b> Valores médios de valor croma de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	38
<b>Tabela 11.</b> Valores médios de valor <i>hue</i> de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	39
<b>Tabela 12.</b> Valores médios de valor cor, brilho e preferência de diferentes linhagens de alface nos três diferentes tipos de cultivo	40
<b>Tabela 13.</b> Valores médios da preferência de cor de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	41
<b>Tabela 14.</b> Valores médios da preferência do brilho de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	42
<b>Tabela 15.</b> Valores médios da preferência da textura de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	44
<b>Tabela 16.</b> Valores médios de impressão global de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	45
<b>Tabela 17.</b> Valores médios da intenção de compra de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo	46



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> À esquerda: alface lisa ou manteiga. À direita: <i>L. serriola</i> , espécie ancestral das alfaces consumidas	13
<b>Figura 2.</b> Forma primitiva de alface do Egito	14
<b>Figura 3.</b> Cor de uma maçã medida e pontuada na escala $L^*a^*b^*$	23
<b>Figura 4.</b> Escala de Cor CIE $L^*C^*h$	24
<b>Figura 5.</b> Condutividade elétrica da solução nutritiva das caixas na hidroponia estufa (A) e hidroponia telado (B) durante a condução do experimento	29
<b>Figura 6.</b> Valor do pH da solução nutritiva das caixas na hidroponia estufa (A) e hidroponia telado (B) durante a condução do experimento	29
<b>Figura 7.</b> Utilização do aparelho Chlorophyll Meter SPAD-502 para obtenção do índice de clorofila	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Hortaliças folhosas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Alface .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Produção da alface.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1 Produção da alface campo .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2 Produção em sistema hidropônico.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3 Produção da alface em estufa.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Composição nutricional da alface .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 Qualidade sensorial da alface .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Análises instrumentais de qualidade em hortaliças .....</b>	<b>22</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Local experimental .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Delineamento experimental.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3 Procedimento experimental.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3 Análises instrumentais .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.1 Índice de clorofila total .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.2 Análise de cor.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 Análise sensorial de preferência e intenção de compra.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 Análise estatística .....</b>	<b>31</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Índice de clorofila total das alfaces .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Cor instrumental.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.1 Valor L – Luminosidade .....</b>	<b>33</b>

<b>5.2.2 Valor <math>a^*</math></b> .....	<b>34</b>
<b>5.2.3 Valor <math>b^*</math></b> .....	<b>36</b>
<b>5.2.4 Valor cromático</b> .....	<b>37</b>
<b>5.2.5 Valor <math>hue</math></b> .....	<b>38</b>
<b>5.3 Análise sensorial de preferência</b> .....	<b>40</b>
<b>5.3.1 Cor</b> .....	<b>41</b>
<b>5.3.2 Brilho</b> .....	<b>42</b>
<b>5.3.3 Textura</b> .....	<b>43</b>
<b>5.3.4 Preferência global</b> .....	<b>44</b>
<b>5.3.5 Intenção de compra</b> .....	<b>45</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A alface é uma das culturas de maior importância econômica no Brasil. É a hortaliça folhosa mais consumida no país e no mundo, com uma produção que chegou a 24 milhões de toneladas mundialmente em 2021 (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2023). Por ser uma cultura de grande importância, existem diferentes variedades sendo produzidas no território nacional, apresentando diferentes características de cultivo e fluxos de comercialização, assim como diferentes especificações de conservação e características sensoriais. Em estudo realizado por Marjota-Maistro *et al.* (2021), mostraram que as variedades consideradas de alfaces crespas têm uma ampla vantagem na comercialização se comparadas às outras. Em 2020, a diferença na porcentagem da quantidade comercializada da variedade “crespa” para a segunda mais vendida, a variedade mimosa, chega a ser de quase 80%.

Por ser uma cultura muito sensível às influências edafoclimáticas e responder diretamente a diferenças de temperatura, incidência solar, disponibilidade hídrica e nutricional, acredita-se que o tipo de cultivo influencie muito no produto final (DEMARTELAERE *et al.*, 2020), alterando suas características físicas e sensoriais e, com isso, a percepção que o consumidor tem sobre ela. Em um sistema hidropônico, por exemplo, a cultura não está suscetível às influências de estresse hídrico e na técnica NFT, a qual fornece um fluxo laminar de nutrientes, ela não sofre deficiências nutricionais, desde que seja bem executada (ANDRADE, 2019).

Uma vez que o ambiente influencia na qualidade final do tipo de produto, o objetivo do trabalho foi avaliar dez linhagens de alface, sendo uma delas Vanda e outras nove desenvolvidas a partir dela em três tipos de cultivo: hidroponia telada, hidroponia em estufa e cultivo em campo. As avaliações foram feitas utilizando análise instrumental de cor, índice de clorofila total, análise sensorial de preferência visual e intenção de compra

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Hortaliças folhosas

A horticultura é a ciência cujos estudos abrangem o cultivo de diversos tipos de plantas com a finalidade de alimentar os seres humanos. São culturas caracterizadas por ciclos rápidos do plantio à colheita, geralmente cultivadas por pequenos produtores localizados próximo ao consumidor final, dada a sua fragilidade e tempo de prateleira curto. Entre um dos braços da horticultura, encontra-se a olericultura, que abrange verduras, legumes e hortaliças folhosas (AGRONEGÓCIO..., 2017). As hortaliças folhosas são vegetais cujas folhas são comestíveis e possuem significativo valor nutricional, além de aumentarem a atratividade do prato visualmente por serem consumidas, em sua maioria, *in natura* (VILELA; LUENGO, 2017).

No Brasil, é estimada uma área plantada de 174.061 hectares de hortaliças folhosas, sendo os três mais produzidos, em área, alface com 49%, rúcula com 22,8% e repolho com 15,3%. De acordo com Vilela e Luengo (2017), 55% são variedade crespa, 22% americana e 11% lisa. Entre as hortaliças folhosas, a mais consumida no Brasil é a alface, movimentando um total de 8 bilhões de reais com uma produção anual de 1,5 milhão de toneladas (UDSEN, 2016). No ano de 2019, foram comercializados 98.357.732 quilos de alface nos entrepostos – Ceasas do território nacional (MARJOTTA-MAISTRO *et al.*, 2021)

### 2.2 Alface

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023), a produção mundial de alface chegou a 27 milhões de toneladas e 1,21 milhão de hectares em área colhida. A alface (*Lactuca sativa L.*) pertence à família botânica Asteraceae, ordem Asterales, classe Magnoliatae, gênero *Lactuca*.

A alface é uma hortaliça folhosa, originária da região do mediterrâneo que se adapta melhor ao clima temperado, não-perene, herbácea, de caule pequeno e não ramificado, da família Asteraceae, que se desenvolve bem em climas amenos e é uma das hortaliças mais populares e consumidas no mundo, principalmente na

forma de saladas *in natura* (HENZ; SUINAGA, 2009) No Brasil, seja pela facilidade ou condições favoráveis ao cultivo, os centros produtivos se localizam próximos aos centros consumidores e geralmente são oriundos de agricultura familiar (SUINAGA *et al.*, 2013).

Antes de sua domesticação, as alfaces cresciam selvagens na natureza. Apenas de não ser muito claro qual espécie é a ancestral das espécies que consumimos em nossas saladas, pode-se afirmar que *L. serriola* é um ancestral direto da espécie pela semelhança morfofisiológica (MOU, 2008). A Figura 1 mostra algumas semelhanças entre as bordas foliares e a disposição das folhas entre as espécies

**Figura 1.** À esquerda: alface lisa ou manteiga. À direita: *L. serriola*, espécie ancestral das alfaces consumidas.



**Fonte:** Lactuca... (2022).

Existem evidências de que essas formas primitivas de alface já eram cultivadas no Oriente Médio há cerca de 4.500 anos, mais precisamente nas regiões onde se encontra o Egito. Esse povo, inclusive, tratavam a planta como afrodisíaca. Do Egito, a planta se espalhou para a Grécia e Roma. Ilustrações daquela época mostram uma forma de alface mais alongada (Figura 2), com folhas lanceoladas e cabeças alongadas, folhas com pontas, semelhantes às variedades produzidas no Egito (LINDQVIST, 1960).

**Figura 2.** Forma primitiva de alface do Egito.



Fonte: Mou (2008).

De acordo com Sala e Costa (2012), até os anos 1980, os sistemas de cultivo das alfaces no Brasil eram dominados por cultivares centenários (White Boston e San Rivale). Já em 1990, a alface lisa abrangia mais de 51% de todo o alface consumido na grande São Paulo. Como uma espécie de clima temperado e ameno, o produtor enfrenta grandes desafios ao produzir no clima tropical brasileiro. Além das temperaturas elevadas encurtarem o ciclo vegetativo, resultando em plantas menores, a alta umidade relativa também favorecia a incidência de doenças fúngicas e bacterianas. Um grande ponto de virada na alficultura brasileira foi o aparecimento do cultivar Regina, permitindo diminuir as limitações que o clima quente e úmido apresentava. Observou-se, a partir dessas mudanças varietais, que o consumo de alface lisa diminuiu, enquanto o da crespa cresceu, e isso se dá, em grande parte, pelas características do segmento crespa serem mais adequadas a um cultivo mais quente e úmido.

Henz e Suinaga (2009), dividem as cultivares produzidas no Brasil em 5 grupos, usando como critério de divisão o formato da cabeça e o formato de suas folhas e como estão dispostas: Repolhuda Lisa, cujas folhas são lisas, delicadas e sem nervuras aparentes, com cabeça compacta; Solta Lisa, com folhas lisas mas

sem uma cabeça muito delimitada; Solta Crespa, de folhas grandes e crespas, macias, sem formação de cabeça e cuja coloração pode ser verde ou arroxeadas; Romana, de folhas alongadas, mais rígidas e cabeça alongada e o grupo Crespa, com folhas crespas e cabeça grande e compacta. A variedade Vanda, originária das linhagens estudadas nesse estudo, pertence ao grupo das crespas.

Matos *et al.* (2011), dividem as alfaces em seis principais grupos: Crespa, Mimosa, Lisa, Americana, Romana e Roxa/Vermelha. Sendo o mercado brasileiro liderado pelas Crespas, seguido das Americanas e, em último lugar, Lisas. A Vanda está inserida no grupo da Crespa.

A busca cada vez maior dos produtores por cultivares que se adaptassem às necessidades de cultivo exigidas pelo mercado levou empresas internacionais e nacionais a desenvolver e lançar novas cultivares. Graças a isso, existem, hoje, dezenas de cultivares disponíveis no mercado brasileiro. A Vanda, que tem como vantagem ciclo rápido, resistência a LMV (Vírus do Mosaico do Alface) e porte grande, acabou se tornando a cultivar mais usada em diversas regiões do país, principalmente em regiões onde o LMV é mais incidente e um gargalo para a produção (SALA; COSTA, 2012).

### **2.3 Produção da alface**

Para a produção da alface, podem ser utilizados diversos métodos de cultivo. Esse método de cultivo deve ser escolhido de acordo com fatores edafoclimáticos da região em que será produzido, assim como infraestrutura do produtor, tamanho da área disponível para produção, proximidade do mercado consumidor destino da produção e como esse produto final vai ser transportado até os canais de comercialização (MATOS *et al.*, 2011).

A cultivar Vanda, utilizada na obtenção das nove linhagens analisadas nesse estudo, apresenta alta rusticidade e ampla adaptabilidade, alta tolerância ao *Tip Burn* (deficiência de Cálcio), tem alta segurança de plantio pela alta adaptabilidade às condições tropicais (elevadas temperaturas e umidade relativa) de cultivo e é resistente ao LMV-II (*Lettuce mosaic virus - cepa II*). Suas folhas são compridas, verde-claras, brilhantes e moderadamente crespas, com sistema radicular vigoroso e talo grosso. Seu ciclo médio dura em torno de 55 dias, sendo considerada precoce e

podendo ser cultivada durante o ano todo, seja em campo aberto ou hidroponia (SAKATA, 2022).

No Brasil, são utilizados, majoritariamente, quatro sistemas produtivos de alface: cultivo convencional em campo aberto, o sistema orgânico em campo aberto, cultivo protegido em hidroponia e em solo. Cada sistema com manejos e particularidades diferentes entre si, tanto durante o cultivo quanto no pós-colheita (FILGUEIRA, 2005).

Antes de ir para o seu sistema de cultivo final, seja ele campo, hidropônico, orgânico, convencional, ou qualquer outro, as alfaces são obtidas através de mudas. Sua produção corresponde a cerca de metade do ciclo de produção, de 25 a 30 dias. Essa fase do cultivo é de extrema importância para todo o ciclo e afetará positiva ou negativamente nas características e valor do produto final. A maioria dos produtores, com a finalidade de poupar espaço, tempo e mão-de-obra, utilizam de isopor ou plástico poliestireno, contendo de 128 a 288 espaços com alguns centímetros de cavidade. Essas células são preenchidas com substrato adequado para proporcionar às mudas boas condições de desenvolvimento, de forma segura e com o crescimento adequado até que possam ser transplantadas para o ambiente final de cultivo, seja ele campo ou hidroponia (VERAS *et al.*, 2019).

De acordo com Matos *et al.* (2011), recomenda-se que a irrigação das bandejas seja feita de duas a três vezes por dia, com um sistema de irrigação que não provoque grandes distúrbios no substrato e nas sementes até que ocorra a germinação destas. O controle de plantas invasoras é de grande importância para que não ocorra quaisquer competição por nutrientes, água ou espaço nessa primeira fase do seu desenvolvimento, bem como pragas e doenças. Dez dias após a germinação, deve ser feita uma pulverização de nitrato de cálcio à 0,5% com o intuito de evitar a queima dos brotos e aumentar a resistência geral da muda. O transplante, fixação das mudas ao seu sistema de cultivo final, é feito quando as mudas atingem 20 a 25 dias de idade após a semeadura, ou quando apresentarem 4 a 5 folhas definitivas. Condições de clima durante a fase de transplante também influenciarão no sucesso dessa etapa, sendo preferível que seja realizada nas partes mais frescas e úmidas do dia, com solo úmido de forma que apenas o torrão formado pelo substrato seja coberto.

### 2.3.1 Produção da alface campo

Quando plantadas em campo, a análise de solo é indispensável para promover para a cultura um substrato que consiga suprir suas demandas. Com ela, o produtor consegue saber as características e deficiências do solo. É uma forma simples, eficiente e de baixo custo para a diagnose da fertilidade e é fundamental para uma boa recomendação de corretivos e fertilizantes, visando o lucro e a alta produtividade. Evita o desperdício de adubação e mão-de-obra desnecessária, evita desequilíbrios nutricionais e minimiza os impactos ao meio ambiente (CARDOSO; FERNANDES; FERNANDES, 2009).

O cultivo de alface, assim como quase todas as culturas, é muito delimitado pelas condições ambientais, climáticas, químicas e físicas em que se encontra. Condições desfavoráveis para a cultura culminarão num desenvolvimento prejudicado da cultura, diminuindo seu rendimento e qualidade final do produto (VALERIANO *et al.*, 2016).

O preparo do solo, juntamente com a sua correção, asseguram que nenhum empecilho químico, físico ou nutricional poderão atrapalhar a produção e a rentabilidade da cultura. Operações como a limpeza da área, remoção de plantas guaxa (provenientes de cultivos anteriores que persistem na lavoura atual), aração, gradagem e levantamento de canteiros são imprescindíveis. Deve-se evitar, no entanto, a utilização de rotoencanteirador para que a estrutura do solo seja preservada para que não ocorra a compactação do subsolo, o que agiria de forma negativa no desenvolvimento da cultura. No caso da compactação desta camada, é recomendado o uso de escarificadores ou subsoladores. Também é de grande importância que essas operações sejam feitas no sentido do nível do solo para evitar quaisquer erosões que possam degradar o solo. Já na parte de correção química, é necessário que seja corrigida a acidez a partir das análises químicas. Essa correção é feita com a calagem, que também fornece cálcio e magnésio às plantas. Recomenda-se que esse procedimento seja realizado com pelo menos três meses antes do plantio, sendo metade do volume total recomendado aplicado durante a aração, e a outra metade durante a gradagem, preferencialmente com calcário

dolomítico (MATOS *et al.*, 2011). De acordo com o Boletim 100 (RAIJ, 1996), deve-se aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

A correção nutricional é a suplementação dos nutrientes que, a partir da análise do solo e das exigências da cultura, serão insuficientes para uma produtividade satisfatória. Deve-se utilizar de 60 a 80 t/ha de esterco de curral ou 20 t/ha de esterco de galinha. Deve-se também, aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades da Tabela 1, misturadas com a adubação orgânica, cerca de 10 dias antes do plantio (RAIJ, 1996).

**Tabela 1.** Recomendação de adubação mineral para a cultura do alface no estado de São Paulo.

Nitrogênio	P Resina, mg/dm <sup>3</sup>			K+ Trocável, mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha			K <sub>2</sub> O, kg/ha		
40	400	300	200	150	100	50

Fonte: Rajj (1996).

### 2.3.2 Produção em sistema hidropônico

A hidroponia é o sistema de cultivo que permite cultivar plantas sem a utilização do solo ou substratos. O fornecimento dos nutrientes exigidos pelas culturas cultivadas sob esse sistema de cultivo é provida através de um fluxo laminar de nutrientes, ou NFT (Nutrient Film Technique). Tal técnica, devido a sua alta adaptabilidade e variações, se tornou a mais utilizada no que se trata de hidroponia. Tal técnica permite ao produtor fornecer à planta exatamente os nutrientes que ela precisa, no momento exato em que precisa e na quantidade demandada. Nesse cultivo, é possível controlar de forma mais precisa o pH em que as raízes se desenvolvem, tornando os nutrientes mais solúveis e disponíveis para as plantas. Essa característica permite que a planta faça a absorção dos nutrientes com o mínimo de esforço possível, já que no cultivo convencional em campo, a planta gasta energia emitindo raízes cada vez mais fasciculadas para irem atrás dos nutrientes (WILSON, 2019).

Segundo Ohse (2001), a alface é a planta mais cultivada através da técnica NFT pela sua fácil adaptação, o que revelou uma grande rentabilidade e diminuições no tempo do ciclo de cultivo. Um outro fator determinante para o protagonismo da técnica é a um aspecto visual mais atrativo no final do ciclo: por não ser cultivada em solo, a alface não apresenta “sujeiras” e partículas de terra quando chega na prateleira, aumentando a praticidade do alimento, bem como sua limpeza para consumo.

### **2.3.3 Produção da alface em estufa**

A alface é uma cultura muito suscetível às condições climáticas, grandes variações de temperatura podem fazer com que a produtividade caia significativamente pela prematuração do ciclo. Sistemas de cultivo que permitam um controle maior de temperatura, podem ser de grande aproveitamento para o cultivo da alface. Quando cultivada em estufa, há um maior controle da temperatura interna, além de uma menor suscetibilidade a ataques de pragas.

Radin (2004) constatou que o cultivo em estufa, quando comparado ao convencional em campo, apresentou diversos índices de melhora e melhor aproveitamento na produção. A massa de matéria fresca foliar e a massa de matéria seca foliar foram expressivamente maiores no cultivo em estufa, assim como o índice de área foliar. Em análises realizadas após a colheita, as alfaces produzidas no campo apresentaram cerca de 6% de matéria seca, contra 3% das produzidas em estufa, demonstrando que as produzidas em estufa estão mais hidratadas ao final do ciclo, deixando-as com aspecto mais fresco, verde e vigoroso. Observou-se, também, que houve uma antecipação na colheita e um aumento no número da quantidade de folhas no sistema de cultivo em estufa.

Em outro estudo, realizado por Segovia (1997), verificou-se que as plantas de alface que foram cultivadas dentro de estufas tiveram um crescimento maior e, conseqüentemente, um ciclo de produção precoce e com maior qualidade do que as cultivadas em ambiente desprotegido. Tal comportamento é decorrente da grande variedade na temperatura interna das estufas, condição ideal para um desenvolvimento apropriado da cultura.

## 2.4 Composição nutricional da alface

A alface, como qualquer outra cultura, apresenta variação quanto a sua composição, podendo apresentar diferenças significativas, ou não, no seu teor de umidade, quantidade de proteínas, gorduras, carboidratos e fibras. A Tabela 2 apresenta dados da composição centesimal da alface e outras hortaliças folhosas.

**Tabela 2.** Composição centesimal de alfaces e outras hortaliças folhosas.

Variedade	Água (%)	Proteína (g)	Gorduras totais (g)	Carboidratos (g)	Fibras (g)	kcal
Alface, americana	97,7	0,41	0,11	1,5	1,24	6
Alface, crespa	96,1	1,35	0,2	1,7	1,8	10
Alface, roxa	95,7	0,9	0,2	2,5	2	13
Alface, lisa	95	1,7	0,1	2,4	2,3	14
Couve, manteiga	90,9	2,9	0,5	4,3	3,1	27
Rúcula	94,8	13	0,1	2,2	1,7	13

Fonte: Tabela... (2011).

De acordo com Costa e Souza (2017), a porcentagem de água disponível no material biológico das plantas afeta diretamente na qualidade de seu crescimento, afetando, conseqüentemente, nos seus valores produtivos. Além da alface possuir um alto teor de água, também possui elevado valor de fibras insolúveis, elementos protagonistas na mobilidade intestinal. A fibra total da alface pode variar de 0,06 a 0,09% de seu volume total.

Estudo realizado por Covre *et al.* (2020), a variedade Vanda apresentou um valor de Brix (sólidos solúveis totais) maior do que as variedades Brunela e *Green Frisly*, podendo variar de 2,8 a 3,2. Neste mesmo estudo, foi constatado que, dentre essas três variedades, a Vanda teve um teor de ácido ascórbico de 6,5 mg 100g<sup>-1</sup> e, de Clorofila, 19,3 mg 100g<sup>-1</sup>.

## 2.5 Qualidade sensorial da alface

Segundo Teixeira (2009), a qualidade sensorial - qualidade que é captada através da visão, olfato, paladar, audição e tato de um alimento é medida através de análises sensoriais. É ela quem faz com que o consumidor se interesse pelo produto e volte a consumi-lo, certificando a fidelidade do mesmo a um produto específico. Podemos separar as características dos alimentos de acordo com o sentido que as avalia. Esses sentidos avaliam os atributos dos alimentos, determinando sua qualidade sensorial.

Covre *et al.* (2020), quando avaliaram a diferença sensorial entre cultivares de alface Brunela, Green Frisly e Vanda, não obteve diferença significativa quanto à cor, aroma, textura, preferência global e do pé de planta, diferentemente do sabor, característica que apresentou diferença significativa. Contudo, nas condições do estudo, a cultivar Brunela foi melhor avaliada perante aos atributos cor, aroma e textura. A variedade Green Frisly, que apresentou menor luminosidade nas análises laboratoriais, também apresentou menor média para esse resultado sensorial. Isso indica que, com luminosidade maior, a preferência do consumidor tende a aumentar, ou seja, ele prefere um alface com coloração verde-claro.

O primeiro contato do consumidor com o produto, geralmente, é o visual. Todo produto que possui uma aparência desperta no consumidor um interesse ou desinteresse imediato, sendo de extrema importância. A cor de um objeto subdivide-se em três categorias menores, que são o brilho (quantidade de luz que esse objeto reflete em sua superfície), o tom (varia com o comprimento da onda da luz) e a intensidade (depende da concentração de substâncias que atribuem essa cor ao objeto). A manutenção da qualidade sensorial desses produtos é de extrema importância para um mercado cada vez mais exigente, que quer alimentos cada vez mais frescos, de aparência saudável, tenros e com boas características de cor, brilho e textura.

Covre *et al.* (2020) analisaram que a variedade Brunela foi mais bem avaliada pelo público no quesito cor e, nos testes laboratoriais, foi percebido que as amostras dessa variedade tinham um valor  $a^*$  maior, ou seja, uma coloração mais próxima do vermelho do que do verde.

Em outro estudo, realizado por Fontana (2016), o atributo cor verde da análise sensorial, avaliou-se que as amostras cultivadas em sistema hidropônico apresentaram folhas de coloração verde mais clara, diferenciando-se significativamente das cultivadas em sistema de cultivo convencional, porém não do

orgânico. Essas análises corroboram com a ideia de que os consumidores preferem, de um modo geral, alfaces de coloração verde-clara, o que também foi observado nos testes laboratoriais: o sistema hidropônico resultou em amostras com valor  $L^*$  maior (mais claras), significativamente diferentes das cultivadas em cultivo orgânico.

## 2.6 Análises instrumentais de qualidade em hortaliças

Um dos critérios mais comumente avaliados pelos pesquisadores que trabalham com plantas é a determinação do índice de clorofila. Tradicionalmente, essas medições eram feitas através da extração foliar e determinação espectrofotométrica. A necessidade de uma leitura mais rápida e fácil era de extrema necessidade para os pesquisadores que trabalhavam com um grande volume de material foliar. Mais recentemente, a Minolta Corporation desenvolveu um aparelho leitor de índice de clorofila através da determinação do *status* do nitrogênio nos cultivos. Tal índice obtido é denominado índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) e é uma variável que está altamente correlacionada com a quantidade de clorofila. Tais medições, mais rápidas e precisas, proveram leituras instantâneas dos índices de clorofila estudados, permitindo uma coleta de dados mais robusta e rápida (MARKWELL; OSTERMAN; MITCHELL, 1995).

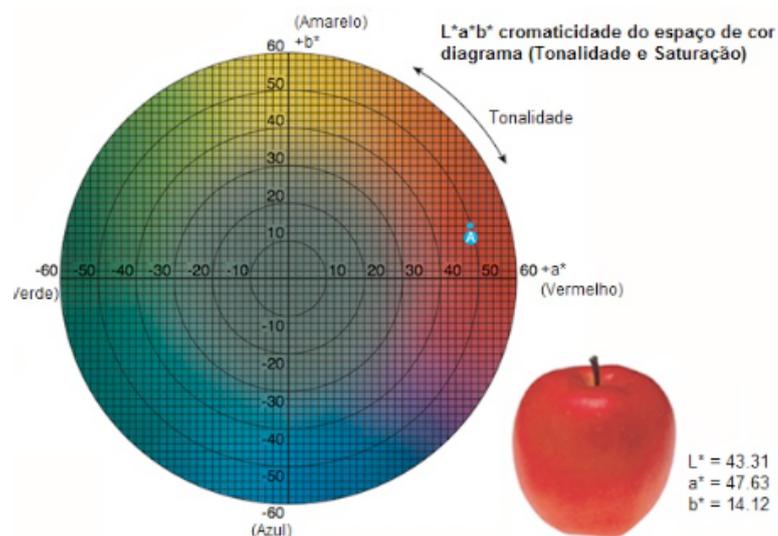
Contudo, essa correlação entre a concentração de nitrogênio, índice de clorofila e as leituras do SPAD podem ser pouco correlacionadas se a leitura for feita nos estágios iniciais do ciclo da cultura. Em culturas cuja disponibilidade de nitrogênio é alta, a correlação entre ambos os índices não é significativa (ARGENTA *et al.*, 2001).

Carvalho *et al.* (2012) afirmaram que o aumento da leitura SPAD indica um aumento na quantidade de clorofila através de uma melhor assimilação de nitrogênio pela planta. Um espaço de cor é definido como um tipo de notação utilizado para expressar uma cor de um determinado objeto, através de valores. De acordo com a Commission Internationale de l'Eclairage - CIE, autoridade nos estudos relacionados a luz e cor, estabelecer três espaços de cor: CIE XYZ, CIE  $L^*C^*h$  e CIE  $L^*a^*b^*$ . Dentre os três, o mais comumente utilizado é o CIELAB, já que, com ele, conseguimos correlacionar de forma precisa os valores de cor com a percepção visual, podendo identificar e desmembrar as cores de acordo com suas variações, por menores que elas sejam (ENTENDENDO..., 2022).

Por ser um critério subjetivo e pessoal, muitas vezes a leitura de cor, quando feita por diferentes pessoas, tendem a apresentar variações. Três avaliadores podem ter leituras completamente diferentes de uma mesma cor, ou terem uma percepção muito aproximada, mas a expressarem de formas diferentes. Leituras através de colorímetros conseguem transcrever essas leituras de forma padronizada por números, para que possam ser interpretadas em qualquer lugar, por qualquer pessoa, de forma universal.

As cores podem ser destrinchadas em níveis de tonalidade, luminosidade e saturação (ENTENDENDO..., 2022). Na escala CIELAB, podemos dizer que os valores são classificados em níveis de valores complementares: uma cor não pode ser vermelha e verde ao mesmo tempo, já que são pontos opostos de uma escala, assim como amarelo e azul. O valor  $L^*$  indica o nível de luminosidade; o valor  $a^*$  representa a coordenada vermelho/verde, onde valores positivos indicam vermelho e negativos verde; o valor  $b^*$  representa a coordenada amarelo/azul, números positivos indicando amarelo e negativos azul (Figura 3)

**Figura 3.** Cor de uma maçã medida e pontuada na escala  $L^*a^*b^*$ .

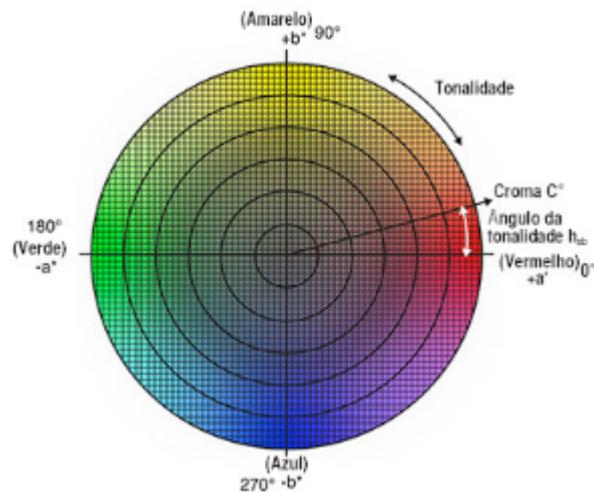


Fonte: Entendendo... (2022).

Um outro método de expressar precisamente uma cor, através de uma leitura, é usar o Espaço de Cor CIE  $L^*C^*h$ . Este método é considerado por alguns atuantes

da área o que mais se aproxima e é fidedigno à leitura que o olho humano faz de uma cor. O valor  $L^*$  representa a Luminosidade,  $C^*$  indica a saturação distância do eixo  $L^*$ , iniciando em 0, no centro (Figura 4). A tonalidade fica atribuída no valor  $h$  (Hue), em graus, indo de 0 a 360 no sentido anti-horário, sendo 0 vermelho, 90 amarelo, 180 verde e 270 azul (ENTENDENDO..., 2022).

**Figura 4.** Escala de Cor CIE  $L^*C^*h$ .



**Fonte:** Entendendo... (2022).

### **3 OBJETIVOS**

O estudo teve como objetivo avaliar a alface cultivar Vanda e nove linhagens desenvolvidas a partir dela (F10 206; F10 47-2; F9 195-1; F9 39-4; 281-3-2-3; 184-5-3-1; 176-3-2-1; 1401-141-4 e 4-2-1), cultivadas em três tipos de cultivo diferentes, buscando saber se o tipo de cultivo interfere na preferência no produto.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local experimental**

O experimento foi conduzido em três ambientes sistema convencional (campo), estufa e telado (cultivo hidropônico sistema NFT) pertencentes ao Departamento de Biotecnologia e Produção Vegetal e Animal, setor Horticultura, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, em Araras, SP (22° 21'S, 47°23'O; 640 metros de altitude).

### **4.2 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi delineamento inteiramente casualizado (DIC) na abordagem de grupo de experimentos. Foram observados 10 tratamentos (linhagens) e 3 blocos (hidroponia estufa, hidroponia telada e campo). As linhagens foram: Vanda, F10 206; F10 47-2; F9 195-1; F9 39-4; 281-3-2-3; 184-5-3-1; 176-3-2-1; 1401-141-4 e 4-2-1.

### **4.3 Procedimento experimental**

As mudas de alface para os três ambientes foram produzidas em viveiro comercial (IBS Mudas em Piracicaba – SP) em bandejas de polipropileno com 128 células. Posteriormente, transplantadas para os ChromatiNet<sup>®</sup> Lenoperfis do cultivo hidropônico nos ambientes estufa e telado, instalados dentro de ambiente protegido e no campo (cultivo com solo). A condução experimental no campo durou 49 dias, a hidroponia em estufa 30 dias e a hidroponia telada 36 dias.

Para o transplante das mudas no campo, preparou-se o solo com grade leve, seguido da grade para levantamento dos canteiros com altura de 30 cm e dividido em parcelas de 2m<sup>2</sup>. A adubação pré-plantio foi realizada com adubo 4-14-8 (1,2 t/ha de adubo), irrigação por aspersão com turno regulado para fornecer lâmina d'água de aproximadamente 8 mm dia<sup>-1</sup> e controle manual de plantas daninhas, por capina. Posteriormente, o transplante foi realizado com espaçamento de 0,3 m x 0,25 m. A

adubação de cobertura foi feita com nitrato de cálcio ( $0,3 \text{ t/ha}^{-1}$ ) e cloreto de potássio ( $0,12 \text{ t/ha}^{-1}$ ) aos 12 dias após o transplante. Foi coletado amostras do solo e encaminhadas para o laboratório para análise química do solo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Análise química do solo da área experimental do cultivo convencional.

P Resina	M. O	pH	K	Ca	Mg	H <sup>+</sup> A I	Al	SB	CTC	V	m	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg/dm <sup>3</sup>		g/dm <sup>3</sup>			Ca Cl <sub>2</sub>		mmolc/dm <sup>3</sup>			%		%		mg/dm <sup>3</sup>			
108	34	5,2	6,7	69	14	26	0,5	89,7	115,7	78	0,6	14	0,86	1,4	24	36,6	5,0

**Fonte:** Lima (2022).

Na hidroponia estufa, o ambiente protegido possuía pé direito de 3,5 m, 15 m de comprimento e 7 m de largura, coberta com plástico difusor e laterais fechadas com malha de sombreamento vermelha 20%. O arranjo estrutural correspondeu a duas bombas Dancor® modelo Pratika CP-4R, 0,5 cv, quatro bancadas contendo doze perfis de 75 mm (7,5 cm de altura e 10 cm de largura), 0,25 m de espaçamento entre perfis e 0,25 m entre plantas, quatro reservatórios que abastecem as quatro bancadas, sendo dois com capacidade para 1000 L e dois com capacidade para 500L. O timer de irrigação foi ligado automaticamente em intervalos de 15 minutos.

Na hidroponia telado, possuía uma bomba d'água autoescorvante motor de 1 cv, reservatório com capacidade de 3000 L, cobertura de tela vermelha 30% e paredes laterais de tela vermelha com comprimento de 40 m, largura de 48 m e pé direito de 1,95 m, quatro bancadas contendo sete perfis de 75 mm (7,5 cm de altura e 10 cm de largura) com 15 m de comprimento e 0,30 m de espaçamento entre perfis e 0,25 m entre plantas.

A solução nutritiva na hidroponia seguiu recomendação padrão de Furlani *et al.* (1999) para alface (Tabela 4). Utilizou-se o fertilizante ConMicros®, uma mistura de quelatos e sais puros totalmente solúveis em água, indicado para suprir a necessidade de micronutrientes pelas plantas crescidas em hidroponia, composto por (%): Fe (7,26), Cu (1,82), Zn (0,73), Mn (1,82), B (1,82), Mo (0,36) e Ni (0,36).

**Tabela 4.** Solução nutritiva de cultivo padrão para as alfaces no sistema hidropônico.

Fertilizante	g 1000L <sup>-1</sup>
Nitrato de cálcio hydro especial	500
Nitrato de potássio	500
Fosfato monoamônio (MAP)	100
Sulfato de magnésio	350
ConMicros <sup>®</sup>	41,10

**Fonte:** Furlani *et al.* (1999).

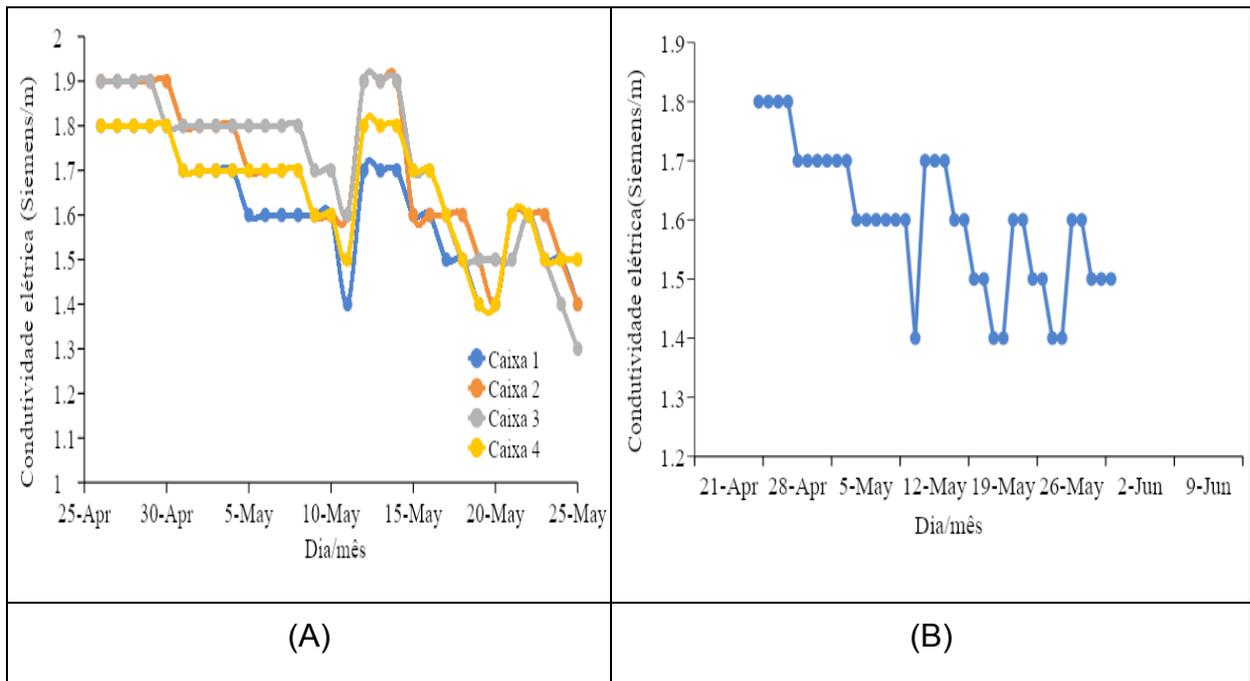
Diariamente foram verificadas a condutividade elétrica (Figura 5) e pH (Figura 6) dos reservatórios durante todo o ciclo das alfaces nas hidroponias. Para a reposição dos nutrientes foi utilizada solução estoque, ou seja, uma solução nutritiva concentrada em 100x da solução nutritiva de cultivo (Tabela 5) de acordo com compatibilidade e solubilidade de fertilizantes e nutrientes, separadas em caixas A e B ambas com volume de 60L. Quando a condutividade elétrica (EC) estava abaixo do ideal para alface (1,6 Siemens/m) fazia-se a reposição dos nutrientes com a solução concentrada. As Figuras 5 e 6 mostram a condutividade elétrica e o pH da solução nutritiva, respectivamente, em sistema hidropônico estufa (A) e telado (B).

**Tabela 5.** Solução nutritiva concentrada em 100x para as alfaces no sistema hidropônico.

Caixa	Fertilizante (g 60L <sup>-1</sup> )				
	Nitrato de cálcio	Nitrato de potássio	Sulfato de magnésio	MAP	ConMicros <sup>®</sup>
A	3000	3000	-	-	-
B	-	-	2100	600	246,6

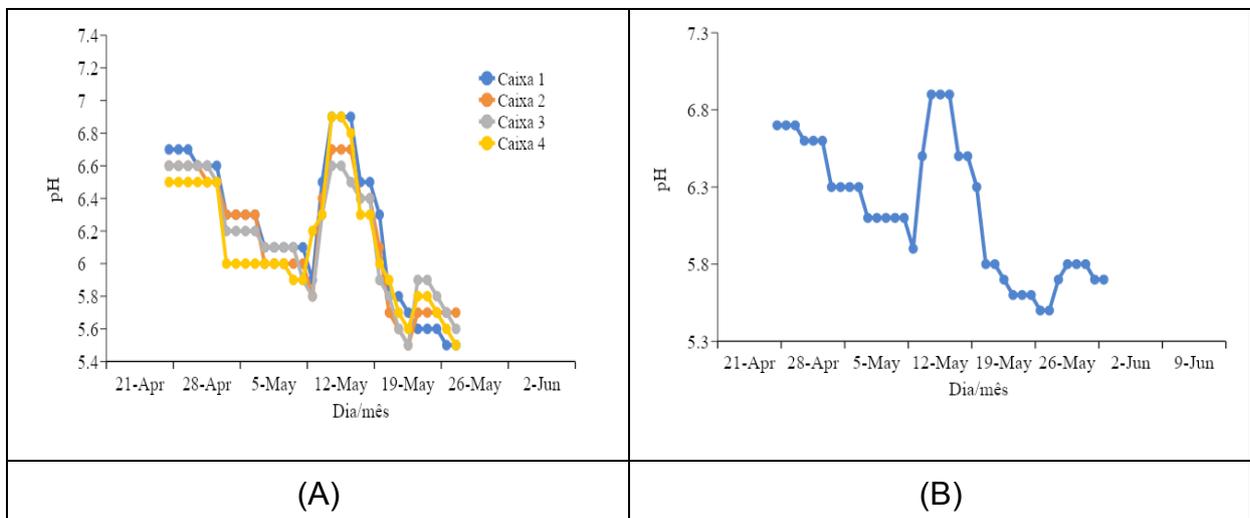
**Fonte:** Lima (2022).

**Figura 5.** Condutividade elétrica da solução nutritiva das caixas na hidroponia estufa (A) e hidroponia telado (B) durante a condução do experimento.



Fonte: Lima (2022, p.47).

**Figura 6.** Valor do pH da solução nutritiva das caixas na hidroponia estufa (A) e hidroponia telado (B) durante a condução do experimento.



Fonte: Lima (2022, p.48).

### 4.3 Análises instrumentais

#### 4.3.1 Índice de clorofila total

Para as medidas do índice de clorofila total foi utilizado o equipamento Chlorophyll Meter SPAD-502 da marca Konica Minolta Sensing. Foram feitas duas medições em folhas centrais, seguidas de duas medições em folhas medianas, totalizando Konica Minolta CR400s 4 repetições por linhagem/sistema de plantio (Figura 7). O equipamento foi devidamente calibrado entre cada linhagem.

**Figura 7.** Utilização do aparelho Chlorophyll Meter SPAD-502 para obtenção do índice de clorofila.



**Fonte:** Elaborada pelo autor.

### 4.3.2 Análise de cor

A coloração das alfaces foi analisada no Laboratório de Tecnologia Pós-colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação, São Carlos) usando o Modelo de colorímetro Konika Minolta CR400s (Konika Minolta Sensing Americas, Inc., Nova Jersey, EUA). Três folhas jovens de cada tratamento foram selecionadas para leitura, resultando em seis leituras usando o sistema CIELab  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (vermelho-verde) e  $b^*$  (amarelo-azul). O cálculo do ângulo *hue* ( $h^\circ$ ) em graus, considerando o atributo qualitativo de cor, foi realizado conforme Eq. 1. O cálculo do índice croma ( $C^*$ ) considerou o atributo quantitativo de cor e a diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) serão realizados de acordo com a Eq. 2 e Eq. 3, respectivamente.

$$h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad \text{Eq. (1)}$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad \text{Eq. (3)}$$

### 4.4 Análise sensorial de preferência e intenção de compra

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial, em três dias. As amostras foram apresentadas de uma vez, separadas por sistema de cultivo. Para realizar o teste de preferência, participaram 60 avaliadores, consumidores de hortaliças e responderam sobre o quanto gostava ou desgostava das alfaces, quanto a cor, brilho, textura visual e preferência global, utilizando escala hedônica facial (7 pontos pontos) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Também foi realizado o teste quanto a intenção de compra.

### 4.5 Análise estatística

Para a análise dos dados de cor instrumental e teste de preferência foi aplicado a análise de variância em blocos casualizados, seguido do teste de Scott-Knott. As análises foram realizadas com o auxílio dos softwares R versão 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020), considerando um nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Índice de clorofila total das alfaces

A interação entre as variedades de alface e os ambientes não foi significativa (p-valor = 0,36496), desta forma, todas as variedades apresentaram um comportamento similar em todos os ambientes de cultivo (Tabela 6).

As variedades 4-2-1, 176-3-2-1 e 1401-141-4 apresentaram maiores valores do índice de clorofila total. Essas mesmas variedades também apresentam maiores valores no valor *hue*, que é o valor de identificação da tonalidade da amostra, ou seja, quanto mais próximos do número 180, mais verdes.

Em estudo realizado por Aviz *et al.* (2019), o índice de clorofila total de sete variedades de alface foi de 24,55. Estão acima dessa média as linhagens 176-3-2-1, 281-3-2-3, F9 39-4, F10 47-2, 1401-141-4 e 4-2-1 tendo uma média de 28,24 no experimento.

**Tabela 6.** Valores médios do índice de clorofila total das alfaces estudadas.

Linhagem	Índice de clorofila total
Vanda	23,28b
F10 206	23,47b
F9 195-1	22,91b
176-3-2-1	34,92a
281-3-2-3	25,61b
F9 39-4	29,18b
184-5-3-1	26,69b
F10 47-2	28,41b
1401-141-4	32,12a

4-2-1

35,76a

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

## 5.2 Cor instrumental

### 5.2.1 Valor L – Luminosidade

Para o atributo Luminosidade (L), a interação entre variedades de alface e ambiente foi significativa ( $p$ -valor interação  $< 0,05$ ). Como a interação entre ambiente e alface foi significativa, isso implica que as linhagens de alface se comportaram de forma diferente em cada ambiente. Por isso, a análise de cada ambiente foi feita de forma independente (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores médios de valor L de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	59,37Aa	54,46Be	57,50Ad
F10 206	59,67Aa	58,60Ad	58,96Ac
F9 195-1	59,96Ba	64,20Ab	64,47Ab
176-3-2-1	60,44Ba	69,98Aa	57,00Cd
281-3-2-3	60,89Ba	68,25Aa	67,93Aa
F9 39-4	54,00Bb	50,53Cf	57,01Ad
184-5-3-1	60,96Ba	68,00Aa	58,95Bc
F10 47-2	54,30Bb	50,24Cf	57,86Ad
1401-141-4	60,65Aa	60,97Ac	56,79Bd
4-2-1	56,08Ab	57,33Ad	56,95Ad

L\* = Luminosidade (0= negro e 100= branco). \*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (sistemas) e minúscula na coluna (linhagem) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,0000000000000002$ .

O atributo L é a medida obtida referente à luminosidade da cor, ou seja, resultados maiores representam amostras mais claras. No sistema de cultivo telado, as linhagens F9 39-4, F10 47-2 e 4-2-1 se mostraram mais escuras. No sistema de cultivo em estufa, as linhagens 176-3-2-1, 281-3-2-3 e 184-5-3-1 se diferenciaram estatisticamente das demais por serem mais claras. Já no campo, a mais bem avaliada foi a 281-3-2-3. Comparando os sistemas, verificou-se que a linhagem 281-3-2-3, além de ter apresentado valores maiores dentro de cada tipo de cultivo, se saiu melhor (cores mais claras) na estufa e no campo.

Em estudo realizado por Vicentini-Polette *et al.* (2018), verificaram que o Valor L da alface Vanda foi de 57,3, um valor inferior à média dos três tipos de cultivo das amostras analisadas no presente experimento, que foi de 58,63 no cultivo telado, 60,28 na estufa e 59,34 em campo. A linhagem 176-3-2-1 em estufa apresentou o maior valor L (69,98) dentre todas as amostras, porém no cultivo em campo, apresentou um valor inferior à média encontrada na literatura, sendo 57,00

### **5.2.2 Valor $a^*$**

Para o valor  $a^*$  a interação entre variedades de alface e ambiente foi significativa ( $p$ -valor interação  $< 0,05$ ), portanto as variedades se comportam de forma diferente em cada ambiente. Por isso, a análise de cada ambiente foi feita de forma independente (Tabela 8).

**Tabela 8.** Valores médios do atributo *valor a\** de diferentes linhagens de alface em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	-11,21Ab	-11,38Ab	-11,56Ac
F10 206	-5,24Ba	-10,88Bb	-11,18Ac
F9 195-1	-10,36Ab	-9,36Aa	-10,15Ab
176-3-2-1	-10,35Bb	-7,88Aa	-11,68ABc
281-3-2-3	-11,02Ab	-8,70Ab	-9,06Aa
F9 39-4	-12,01Ab	-12,19Ab	-11,6A3c
184-5-3-1	-11,06Ab	-9,09Aa	-11,45Ac
F10 47-2	-11,13Ab	-11,62Ab	-11,64Ac
1401-141-4	-10,67Ab	-10,49Ab	-11,19Ac
4-2-1	-11,31Ab	-10,05Aa	-11,68Ac

$a^*$  = coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde).

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (sistemas) e minúscula na coluna (linhagem) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,0000376$ .

O valor  $a^*$  representa a coordenada vermelho/verde do espaço de Cor Lab, valores mais positivos indicam cores mais vermelhas e valores mais negativos, cores mais verdes. No sistema de plantio em campo, a linhagem 281-3-2-3 se sobressaiu como a menos verde. No sistema telado, a linhagem F10 206 apresentou uma expressiva diferença das demais, sendo a menos verde de todas as amostras, se diferindo muito da amostra de mesma linhagem no cultivo em campo, que obteve um bom resultado.

Em estudo realizado por Vicentini-Polette *et al.* (2018), verificou-se que o Valor  $a^*$  médio da cultivar Vanda foi de -23,3, valor considerado “mais verde” na escala  $a^*$  do que a média encontrada no presente experimento, que foi de -10,57.

### 5.2.3 Valor $b^*$

Para o atributo valor  $b^*$  houve uma interação significativa entre as variedades de alface e o ambiente (p-valor interação < 0,05), isso implica que as linhagens de alface agem de forma diferente em cada ambiente. Por isso, a análise de cada ambiente deve ser feita de forma independente.

**Tabela 9.** Valores médios de valor  $b^*$  de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	37,50Bb	36,63Ba	42,54Aa
F10 206	34,90Bb	35,86Bb	38,70Ab
F9 195-1	37,20Bb	39,47ABa	41,58Aa
176-3-2-1	37,40Ab	35,45Ab	41,68Aa
281-3-2-3	39,14Aa	35,97Bb	39,97Ab
F9 39-4	37,53Ab	36,46Ab	38,78Ab
184-5-3-1	40,27Aa	36,83Bb	42,17Aa
F10 47-2	36,67Bb	33,42Cc	39,41Ab
1401-141-4	39,61ABa	38,77Ba	41,25Aa
4-2-1	39,02Ba	38,83Ba	43,97Aa

$b^*$  = coordenada amarelo/azul (+b indica amarelo e -b indica azul).

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,00000000059$ .

A coordenada do valor  $b^*$  (Tabela 9), se diz respeito aos valores amarelo/azul das amostras. Ao contrário do valor  $a^*$ , aqui espera-se que os valores sejam maiores e positivos. No sistema telado (colunas), a linhagem mais bem avaliada foi a 184-5-3-1, seguido das linhagens 281-3-2-3, 1404-141-4 e 4-2-1. No sistema em estufa, a linhagem F10 47-2 se destacou por se distanciar estatisticamente das outras por ter

um menor valor e, verificando horizontalmente, além da linhagem estar nos subgrupos de menores valores, o sistema estufa obteve os menores resultados. De uma forma geral, o sistema em campo apresentou amostras mais amarelas comparando horizontalmente as linhagens.

O atributo  $b^*$  em alfaces encontrado na literatura por Vicentini-Polette *et al.* (2018) é 40,0. No experimento, a média desse valor foi de 38,57. Linhagens como J, A e I em campo tiveram melhores valores que se distanciaram estatisticamente de suas mesmas linhagens nos outros tipos de cultivo.

#### **5.2.4 Valor croma**

Como a interação entre ambiente e alface foi significativa ao nível de 5% (p-valor < 0,05), as linhagens de alface atuam de forma diferente em cada ambiente e, por isso, cada experimento (em cada ambiente) deve ser analisado individualmente.

O valor Croma representa a saturação da cor, sendo o 0 cinza e 60 a maior saturação (Tabela 10). No cultivo telado as linhagens Vanda, 184-5-3-1, 1401-141-4 e 4-2-1 se sobressaíram perante as demais. Na estufa, F9 195-1, 1401-141-4 e 4-2-1 obtiveram bons valores de saturação. Comparando horizontalmente, a linhagem F10 47-2 se comportou diferente de acordo com o tipo de produção, apresentando valores maiores em campo e menores na estufa.

**Tabela 10.** Valores médios de valor Croma de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	39,14Ba	38,36Bb	44,08Aa
F10 206	38,27ABb	37,48Bb	40,29Ab
F9 195-1	38,62Bb	40,81ABa	42,81Aa
176-3-2-1	38,62Bb	36,32Bc	43,29Aa
281-3-2-3	40,67Ab	37,01Bb	40,99Ab
F9 39-4	39,41Ab	38,45Ab	40,49Ab
184-5-3-1	41,77Aa	37,94Bb	43,70Aa
F10 47-2	38,40Bb	35,39Cc	41,10Ab
1401-141-4	41,03Aa	40,17Aa	42,74Aa
4-2-1	40,63Ba	40,43Ba	45,50Aa

\*Valor croma representa a saturação da cor, sendo 0=cinza e 100=cor pura, completamente saturada.

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (sistemas) e minúscula na coluna (linhagem) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,000000227$ .

Fontana (2016) constatou que a média do valor croma em alfaces 37,67, uma média menor do que a encontrada neste experimento, com um valor de 40,13. A linhagem F10 47-2 cultivada em estufa destacou-se negativamente não só dentro do seu tipo de cultivo como também se comparada à sua mesma linhagem nos outros cultivos, distanciando-se estatisticamente de todas as outras por apresentar a coloração mais acinzentada.

### 5.2.5 Valor hue

A interação entre linhagens de alface e ambiente foi significativa, então é necessário avaliar cada experimento individualmente. O valor hue representa a angulação da cor, valores mais próximos de 180, que representaria a cor verde, são

desejados (Tabela 11). No ambiente telado, somente a variedade F10 206 se destacou negativamente das demais, obtendo um valor relativamente baixo mesmo se comparada horizontalmente, observando sua mesma linhagem nos outros tipos de cultivo. No campo, as linhagens F10 206, F9 39-4 e F10 47-2 se saíram melhor e a 281-3-2-3 foi a que se destacou negativamente.

**Tabela 11.** Valores médios de valor *hue* de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	106,66Aa	107,27Aa	105,23Ab
F10 206	100,06Bb	106,91Aa	106,13Aa
F9 195-1	105,56Aa	103,21Ab	103,72Ac
176-3-2-1	105,52Aa	102,51Ab	105,67Ab
281-3-2-3	105,76Aa	103,57Ab	102,77Ad
F9 39-4	107,76Aa	108,52Aa	106,73Aa
184-5-3-1	105,40Aa	103,88Ab	105,24Ab
F10 47-2	106,96Aa	109,18Aa	106,49Aa
1401-141-4	105,11Aa	105,15Ab	105,21Ab
4-2-1	106,19Aa	104,47Ab	104,89Ab

Valor *hue*\* é o valor referente à angulação da cor comparada ao eixo x, sendo 0°=vermelho, 90°=amarelo, 180°=verde e 270°=azul.

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (sistemas) e minúscula na coluna (linhagem) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. Pr(>F) = 0,000031.

Fontana (2016) constatou que a média do Valor *hue* em alfaces é 115,33, um valor menor do que a média 105,39 encontrada neste experimento, o que quer dizer que, de modo geral, foram aqui observadas amostras menos verdes. No cultivo em campo, a variedade 281-3-2-3 foi a que teve o menor valor avaliado, mas não difere-se estatisticamente dos outros tipos de cultivo.

### 5.3 Análise sensorial de preferência

De uma forma geral, as linhagens 1401-141-4 e 4-2-1 foram as que foram mais bem avaliadas (Tabela 12), sendo a 1401-141-4 a que foi mais bem avaliada. Em contrapartida, as linhagens Vanda, F9 39-4 e F10 47-2 obtiveram pontuações inferiores. De acordo com os valores obtidos laboratorialmente, percebemos que as linhagens mais bem avaliadas são as com tonalidade mais verde, mais amarela e mais claras.

**Tabela 12.** Valores médios para cor, brilho e preferência global de diferentes linhagens de alface nos três diferentes tipos de cultivo.

Linhagem	Preferência		Preferência
	Cor	Brilho	Global
Vanda	3,70d	3,9d	3,57d
F10 206	6,81a	6,48b	5,84b
F9 195-1	4,67c	5,10c	4,67c
176-3-2-1	5,90b	6,02b	5,98b
281-3-2-3	4,40c	4,10d	4,27c
F9 39-4	3,59d	4,06d	3,51d
184-5-3-1	7,37a	6,81b	7,33a
F10 47-2	3,57d	4,08d	3,98d
1401-141-4	7,83a	7,48a	7,86a
4-2-1	7,14a	7,60a	8,00a

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (variável) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 2e-16$ ;

### 5.3.1 Cor

Para o atributo cor houve uma interação entre variedades de alface e ambiente foi significativa (p-valor interação < 0,05). Cada ambiente deve ser analisado de forma independente (Tabela 13).

**Tabela 13.** Valores médios da preferência de cor de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	5,13c	5,53b	5,60a
F10 206	4,72c	6,12a	5,75a
F9 195-1	5,22c	5,33b	5,42a
176-3-2-1	4,88c	6,18a	5,60a
281-3-2-3	4,93c	5,13b	5,00b
F9 39-4	5,47b	5,23b	5,20b
184-5-3-1	5,98a	5,90a	5,72a
F10 47-2	4,28d	4,97b	4,57c
1401-141-4	6,00a	6,03a	5,87a
4-2-1	5,65b	6,10a	6,12a

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,000000122$ .

Observando as análises laboratoriais de clorofila total, valor  $a^*$ , valor  $b^*$ , valor croma\* e valor  $hue^*$ , podemos observar que os dados obtidos na cor preferência corroboram com os valores analisados: a variedade 1404-141-4 em cultivo telado também foi mais bem avaliada tanto em clorofila total, quanto valor  $b^*$ , croma e hue, resultando numa coloração mais atrativa ao público. A mesma variedade também apresentou resultados melhores em clorofila total, valor  $a^*$ , croma e  $hue$ .

A variedade 4-2-1, que na preferência de cor em campo se destacou positivamente, também obteve os melhores resultados nos critérios clorofila total, valor  $a^*$ , valor  $b^*$  e valor croma – amostras cujas cores são mais esverdeadas e saturadas são preferidas pelos avaliadores.

### 5.3.2 Brilho

Para o atributo brilho a interação entre variedades de alface e ambiente foi significativa ( $p$ -valor interação  $< 0,05$ ) (Tabela 14). Por isso, a análise de cada ambiente deve ser feita de forma independente.

**Tabela 14.** Valores médios da preferência do brilho de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	4,88b	4,63c	3,25c
F10 206	4,67b	5,97a	6,00a
F9 195-1	4,85b	5,27b	5,35b
176-3-2-1	4,82b	5,88a	5,60a
281-3-2-3	4,85b	5,08b	5,12b
F9 39-4	4,58b	4,85c	4,90b
184-5-3-1	5,85a	6,30a	6,05a
F10 47-2	4,63b	5,22b	4,90b
1401-141-4	5,78a	6,03a	5,87a
4-2-1	5,92a	6,25a	6,10a

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,00000000000217$ .

De forma geral, o consumidor tende a preferir alfaces mais claras, com maior índice de luminosidade, de tonalidade verde-claro. Os tipos de cultivo diferem entre si de forma significativa. A linhagem mais bem avaliada, isto é, com a média maior

(mais clara), foi a 184-5-3-1 em estufa hidropônica, contudo, não houve diferença significativa sobre outras 4 linhagens sob o mesmo tipo de cultivo. As análises instrumentais de cor, especificamente o valor L, indicam que essa linhagem possui altos índices de luminosidade, corroborando para o senso comum de que os consumidores preferem, de um modo geral, alfaces mais claras.

Tais resultados corroboram com as análises laboratoriais para Valor L (luminosidade): em estufa, a linhagem 184-5-3-1 que aqui apresentou o maior valor (6,30), para Valor L também obteve o maior resultado 68,00, tendo os melhores resultados em ambos os critérios em todos os tipos de cultivo. Para a linhagem F9 39-4 em estufa, foram observados os menores valores de brilho, preferência e valor L (4,85 e 50,53 respectivamente).

### **5.3.3 Textura**

Para o atributo textura houve uma interação significativa entre as variedades de alface e o ambiente (p-valor interação < 0,05), isso implica que as linhagens de alface agem de forma diferente em cada ambiente. Por isso, a análise de cada ambiente deve ser feita de forma independente (Tabela 15).

**Tabela 15.** Valores médios da preferência da textura visual de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Código	Telado	Estufa	Campo
Vanda	A	4,43d	4,67c	4,23c
F10 206	B	4,48d	5,45b	5,27b
F9 195-1	C	4,98c	6,03a	6,08a
176-3-2-1	D	5,40b	4,68c	4,53c
281-3-2-3	E	4,990c	5,68b	5,62b
F9 39-4	F	4,72c	5,97a	5,32b
184-5-3-1	G	6,12a	5,92a	6,07a
F10 47-2	H	4,25d	6,20a	5,65b
1401-141-4	I	6,12a	5,60b	5,55b
4-2-1	J	5,58b	5,85a	5,97a

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,0000000000000002$ .

As variedades 184-5-3-1 e 1401-141-4 no cultivo telado se destacaram estatisticamente das demais, se compararmos verticalmente. No cultivo em estufa, não foram obtidos bons resultados nas variedades Vanda e 176-3-2-1. Para o campo, temos as variedades F9 195-1, 184-5-3-1 e 4-2-1 se destacando positivamente.

### 5.3.4 Preferência global

Para o atributo preferência global também ocorreu uma interação significativa entre as variedades de alface e o ambiente (p-valor interação < 0,05), isso implica que cada linhagem age de forma diferente em ambientes diferentes. Por isso, a análise de cada ambiente deve ser feita de forma independente (Tabela 16).

**Tabela 16.** Valores médios da preferência global de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	4,95b	5,60b	3,98c
F10 206	4,98b	6,08a	5,57a
F9 195-1	5,12b	5,32b	5,37a
176-3-2-1	4,62b	4,48c	4,67b
281-3-2-3	5,30b	5,90a	5,73a
F9 39-4	5,05b	5,67b	5,17a
184-5-3-1	6,05a	6,00a	5,95a
F10 47-2	5,27b	5,80a	5,62a
1401-141-4	5,83a	5,48b	5,72a
4-2-1	5,93a	5,40b	5,60a

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,00000005$ .

Para preferência global, as variedades 184-5-31, 4-2-1 e 1401-141-4 foram as que se obtiveram melhor resultado no cultivo telado, valores que coincidem, de uma forma geral, com os outros critérios avaliativos acima, mas com destaque para a semelhança com o valor  $b^*$ , que indica a tonalidade amarela da amostra, podendo indicar que este seja um critério de grande importância na impressão sensorial.

Na estufa, destacaram-se a F10 206, 184-5-3-1, 281-3-2-3 e F10 47-2 em preferência global. Nas condições do campo, destacou-se negativamente a amostra Vanda. É importante ressaltar que, em campo, as amostras estão mais susceptíveis às intempéries, o que pode influenciar negativamente no produto final.

### 5.3.5 Intenção de compra

A preferência de compra mostrou-se diferente significativamente entre as variedades em cada tipo de cultivo diferente ( $p$ -valor interação  $< 0,05$ ). Logo, os dados obtidos dos ambientes foram ser analisados de forma independente (Tabela 17).

**Tabela 17.** Valores médios da intenção de compra de diferentes linhagens de alface, em diferentes sistemas de cultivo.

Linhagem	Telado	Estufa	Campo
Vanda	3,82b	4,33a	3,20c
F10 206	3,92b	4,15a	4,38a
F9 195-1	4,05b	3,95b	3,90b
176-3-2-1	4,02b	3,87b	4,23a
281-3-2-3	4,27a	3,98b	3,53c
F9 39-4	4,13b	3,38c	4,48a
184-5-3-1	4,10b	4,48a	3,33c
F10 47-2	4,10b	3,73b	3,98b
1401-141-4	3,92b	4,30a	4,20a
4-2-1	4,52a	4,48a	4,23a

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.  $Pr(>F) = 0,0000000000000002$ .

Para a intenção de compra, no campo se destacam as linhagens 281-3-2-3 e 4-2-1, que também apresentou bons valores nos outros tipos de cultivo e nos outros critérios também. Na estufa, a linhagem F9 39-4 se destacou negativamente e Vanda, 184-5-3-1 e 281-3-2-3 em campo.

A performance diferente da linhagem 281-3-2-3 no cultivo telado sobre as demais, por exemplo, pode indicar que ela seja mais indicada para este tipo de cultivo.

Comparando os dados obtidos de intenção de compra com os demais, verificou-se que, de um modo geral, este atributo sofre influência dos demais – os

avaliadores levariam em consideração os critérios de brilho e cor para escolherem qual linhagem comprariam.

## 6 CONCLUSÃO

A linhagem com maiores índices de clorofila foi a 4-2-1. A linhagem que se saiu melhor no valor L (luminosidade) foi a 176-3-2-1 em cultivo hidropônico em estufa. Para o valor  $a^*$  (coloração verde), destaca-se a linhagem F9 39-4, também em hidroponia em estufa. A linhagem 4-2-1 cultivada em campo performou melhor no valor  $b^*$ , que indica tonalidades mais amarelas. O valor *croma* (saturação da cor) mais alto foi verificado na linhagem 4-2-1 cultivada em campo e o valor *hue* mais bem avaliado foi observado na linhagem F10 47-2. Para o atributo cor e para brilho, a linhagem 1401-141-4 obteve os melhores valores. Na análise sensorial de preferência global a melhor foi a 4-2-1. Ambos os atributos cor e brilho foram mais bem avaliados no cultivo em estufa hidropônica. Para textura visual, verificou-se que a linhagem F10 47-2 em estufa obteve melhores resultados. O critério de avaliação preferência global foi maior na linhagem F10 206 em estufa e, quanto à intenção de compra, 4-2-1 em telado.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRONEGÓCIO: horticultura. Salvador: SEBRAE/BA, 2017. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Horticultura%20na%20Bahia.pdf> . Acesso em: 26 out. 2018.

ANDRADE, R. R. de. **Efeito da concentração da solução nutritiva em cultivares de alface em sistema hidropônico tipo NFT, em clima semiárido.** ano. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

ARGENTA, G.; DA SILVA, P. R. F.; BERTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, p. 158-167, 2001.

AVIZ, R. O.; BORGES, L. S.; SILVA, M. J. S.; CASAIS, L. K. N.; CARMO, A. S.; SOARES, D. S.; SILVA, F. C. G.; CARVALHO, F. S. Adaptação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) às condições climáticas do sudeste paraense. In: Santos, C. A. **Grandes temas em agronomia**. Maringá: Editora Uniedusul, 2019. p. 141-152.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. **Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem.** : Embrapa Pantanal, 2009.

CARVALHO, K.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVEIRA, M. H.; CABRAL, C. E. LEITE, N. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 1545-1553, 2012.

COSTA, T. P.; SOUZA, P. M. **Qualidade nutricional e determinação de compostos tóxicos em alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill).** Diamantina: UFVJM, 2017. Disponível: <http://site.ufvjm.edu.br/dequi/files/2017/07/Tatiana.pdf>. Acesso em: : 27 dez. 2022.

COVRE, E. A.; BORBA, K. R.; FERREIRA, M. D.; SPOTO, M. H. F.; SALA, F. C.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Caracterização físico-química e sensorial da alface Brunela. **Agrarian**, Dourados, v. 13, n. 48, p. 265-272, 2020.

DEMARTELAERE, A. C F.; PRESTON, H. A. F.; FEITOSA, S. S.; PRESTON, W; DA SILVA, R. M.; ROSADO, A. K. H. B.; MEDEIROS, D. C.; FERREIRA, M. S.; RODRIGUES, A. L. S.; BENJAMIN, R. F. A influência dos fatores climáticos sob as variedades de alface cultivadas no Rio Grande do Norte. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 90363-90378, 2020.

ENTENDENDO o espaço de cor  $L^*a^*b^*$ . Ramsey, 2022. **Blog da Konica Minolta**. Disponível em: <https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaco-de-cor-lab>. Acesso em: 27 dez. 2022.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005.

FONTANA, L. **Avaliação física, físico-química e sensorial de cultivares alface produzidas em diferentes sistemas de cultivo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT: crops and livestock products. Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 15 jan. 2023.

HENZ, G.P.; SUINAGA, F. A. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8587**: sensory analysis: methodology: ranking. Switzerland: ISO, 2006.

LACTUCA serriola L. *In*: ROYAL BOTANIC GARDENS. **POWO**: Plants of the World Online. Kew: Royal Botanic Gardens, [2022]. Base de dados de plantas de todo o mundo mantida pela Royal Botanic Gardens. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:228255-1>. Acesso em: 12 nov. 2022.

LIMA, B. M. de. **Seleção de genótipos e biofortificação agrônômica com zinco em alface no cultivo hidropônico**. 2022. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2022.

LINDQVIST, K. On the origin of cultivated lettuce. **Hereditas**, Landskrona, v. 46, n. 3-4, p. 319-350, 1960.

MARJOTTA-MAISTRO, M. C.; MONTEBELLO, A. E. S.; DOS SANTOS, J. A.; PEDROSO, M. T. M. Fluxo de abastecimento de alface e suas variedades: principais regiões de origem e destino. *In*: 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/soberebpc2021/341631-fluxo-de-abastecimento-de-alface-e-suas-variedades-principais-regioes-de-origem-e-destino/>. Acesso em: 1 ago. 2022.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Lincoln, v. 46, n. 3, p. 467-472, 1995.

MATOS, F. A. C. de; COSTA JÚNIOR, A. D.; SERRA, D. D.; BOAVENTURA, E. C.; DIAS, R. L.; CASCELLI, S. M. F. **Alface**: saiba como cultivar hortaliças para colher bons negócios. Brasília, DF: SEBRAE, 2011. Disponível em [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/E3D05C5BC28A430A83257984003EA3D8/\\$File/NT00047306.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/E3D05C5BC28A430A83257984003EA3D8/$File/NT00047306.pdf). Acesso em: 1 ago. 2022.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4th. ed. CRC Press: Boca Raton, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/b16452>. Acesso em: 27 dez 2022.

MOU, B. Lettuce. *In*: PROHENS-TOMÁS, J.P.; NUEZ, F. (ed.). **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer, 2008. cap. 3, p. 75-116.

OHSE, S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 181-185, 2001.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 12 dez. 2022.

RADIN, B. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 178-181, 2004.

RAIJ, B. Van. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996.

SAKATA. **Vanda: segurança em qualquer situação. Bragança Paulista, 2022..** Disponível em: <https://www.sakata.com.br/hortalicas/folhosas/alface/crespa/vanda>. Acesso em: 2 ago. 2022.

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

SEGOVIA, J. F. O. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, p. 37-41, 1997.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S.; **Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956025/desempenho-produtivo-de-cultivares-de-alface-crespa>. Acesso em: 3 abr. 2023.

TABELA Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161 p.

TEIXEIRA, L.V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

UDSEN, S. O mercado de folhosas: números e tendências. *In* : SEMINÁRIO NACIONAL DE FOLHOSAS, 1., 2016, Campinas. **[Palestras...]**. Campinas: ABCSEM, 2016. Disponível em: [https://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/O\\_mercado\\_de\\_folhosas\\_\\_Numeros\\_e\\_Tendencias\\_-\\_Steven.pdf](https://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/O_mercado_de_folhosas__Numeros_e_Tendencias_-_Steven.pdf) . Acesso em: 1 dez. 2022.

VALERIANO, T. T. B.; SANTANA, M. J. de; MACHADO, L. J. M.; OLIVEIRA, A. F. Alface americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. **IRRIGA**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 620, 2018. DOI: 0.15809/irriga.2016v21n3p620-630. Disponível em: <https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2196>. Acesso em: 1 dez. 2022.

VERAS, R. N. dos S.; LIMA, D. S.; CARVALHO, J. A.; REIS, A. S.; DA SILVA, M. R. Desempenho da alface Vanda em relação ao uso de adubo químico e composto orgânico. **Research, Society and Development**, Itajubá, v. 8, n. 1, p. e3581618, 2019.

VICENTINI-POLETTE, C. M.; SALA, F. C.; SPOTO, M. H. F.; FERREIRA, M. D.; BORBA K. R.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Avaliação das características físico-químicas e aceitação da alface crocanta produzida em sistema hidropônico na cidade de Araras, São Paulo. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 663-673, 2018.

VILELA, N. J.; LUENGO, R. F. A. Produção de hortaliças folhosas no Brasil. **Campo & Negócios**, Hortifruti, Uberlândia, v. 12, n. 146, 2017.

WILSON, A. **Hidroponia**: o melhor guia sobre hidroponia para ganhar tempo e dinheiro. [S. l.]: Adidas Wilson, 2019.