



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônoma



RODRIGO FAVORETTO RISSARDI

**AVALIAÇÃO AGRÔNOMICA DE LINHAGENS DE ALFACE
EM CULTIVO HIDROPÔNICO NO SISTEMA
NFT (*Nutrient Film Technique*)**

ARARAS - 2024



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônoma



RODRIGO FAVORETTO RISSARDI

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE LINHAGENS DE ALFACE
EM CULTIVO HIDROPÔNICO NO SISTEMA
NFT (*Nutrient Film Technique*)**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Fernando Cesar Sala

ARARAS – 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela sabedoria e força que me concedeu durante esta jornada acadêmica. À minha amada família, expresso minha profunda e sincera gratidão pelo apoio incondicional, amor e inspiração constantes. Também expresso minha gratidão pelo apoio e orientação do Prof. Dr. Fernando Cesar Sala, que cordialmente se dispôs a me auxiliar nesta etapa final de minha carreira acadêmica, bem como no decorrer do curso, passando ensinamentos que serão sempre lembrados na jornada de minha carreira profissional. Dedico este trabalho à minha filha Ana Luiza, que mesmo tão jovem, no início de sua vida, me ensinou muito sobre amor e responsabilidade, me servindo de inspiração para manter-me sempre em evolução profissional, espiritual e pessoal, dia a dia. Sem a orientação divina e familiar, esta conquista jamais seria possível.

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa mais importante no mundo e a mais comercializada no Brasil, sendo consumida, principalmente, *in natura*, na forma de saladas. Este trabalho teve como objetivo avaliar as características agronômicas de linhagens de alface do programa de melhoramento genético da UFSCar – Araras, cultivadas em sistema hidropônico NFT. Para a realização desse trabalho foram selecionadas sete linhagens do Banco de Germoplasma de alface da UFSCar, além da cultivar comercial Vanda. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e três repetições. A colheita das alfaces foi realizada aos trinta dias após o transplântio. Foram avaliadas três plantas de cada repetição para as características agronômicas. Foram avaliados diâmetro da planta, número de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa fresca foliar, massa fresca da raiz, massa seca foliar e massa seca da raiz. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. Para a comparação de médias das cultivares foi utilizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. De acordo com a análise de variância e teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade, o diâmetro da planta, número de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz, massa fresca da folha e massa fresca da raiz obtiveram diferença estatística, para massa seca da folha e massa seca da raiz foram iguais estatisticamente. Para o sistema hidropônico, recomenda-se a utilização das linhagens 281-3-2-2, 184-5-3-1 e 226-1-3-3, pois entre essas há poucas diferenças estatísticas. Estas linhagens destacaram-se significativamente no ambiente hidropônico, exibindo características altamente favoráveis para atender às demandas do mercado consumidor, principalmente em maior biomassa.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., sistema NFT, melhoramento genético, linhagens.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Mudas com 30 dias após sementeira (DAS) para transplante no sistema hidropônico..... 17
- Figura 2-** Linhagens e cultivar de alface cultivadas no sistema hidropônico NFT, na UFSCar campus Araras-SP..... 17
- Figura 3-** Linhagens e cultivar de alface cultivadas no sistema hidropônico NFT, na UFSCar campus Araras-SP.....18
- Figura 4-** Estufa com sistema hidropônico (A), caixas de solução nutritiva (B) e timer de irrigação do sistema hidropônico (C).....18

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Cultivar comercial e linhagens de alface do programa de melhoramento genético da UFSCar, Araras..... 16
- Tabela 2** – Solução nutritiva de cultivo padrão para as alfaces no sistema hidropônico..... 19
- Tabela 3** – Solução nutritiva concentrada em 100x para as alfaces no sistema hidropônico..... 19
- Tabela 4** – Comparação das médias de diâmetro da planta (DP), número de folhas (NF), comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), comprimento da raiz (CR), massa fresca foliar (MFF), massa fresca da raiz (MFR), massa seca foliar (MSF) e massa seca da raiz (MSR) das linhagens e cultivar.....21

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 10 |
| 2.1. A cultura da alface | 10 |
| 2.2. Cultivo da alface no sistema hidropônico | 11 |
| 2.3 Caracterização agrônômica da alface..... | 12 |
| 3. OBJETIVO | 14 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 15 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 21 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 25 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 26 |

1. INTRODUÇÃO

Originária da região do mediterrâneo, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais importante no mundo e a mais comercializada no Brasil, sendo consumida, principalmente, *in natura*, na forma de saladas (SALA E COSTA, 2012; SANTI et al., 2013) e constitui-se na espécie mais popular dentre aquelas em que as folhas são consumidas cruas e ainda frescas (COMETTI et al., 2004).

Entre os tipos de alface mais cultivados e consumidos no Brasil, destaca-se a alface do tipo crespa. As condições ambientais desempenham um papel significativo no cultivo e desenvolvimento da espécie, como indicado por estudos (YURI et al., 2002). O progresso da cultura surge da interação entre o genótipo e o ambiente, ambos agindo de maneira conjunta nos processos fisiológicos (PUIATTI E FINGER, 2005).

A alface é amplamente cultivada em sistemas hidropônicos devido à sua fácil adaptação, elevado rendimento e ciclo reduzido em comparação com o cultivo em solo. No contexto da hidroponia, é essencial empregar uma solução que esteja em sintonia com as condições climáticas locais, além de realizar manutenções diárias para controlar as oscilações de pH. Essas práticas são fundamentais para garantir um desenvolvimento nutricional ótimo da cultura (SANTOS, 2020).

A hidroponia, derivada das palavras gregas *hydro* (água) e *ponos* (trabalho), é uma técnica de cultivo que dispensa o uso de solo ou substrato vegetal. Em vez disso, emprega um sistema controlado de alimentação para fornecer nutrientes às plantas por meio de uma solução aquosa chamada solução nutritiva. Segundo Bezerra Neto e Barreto (2011), a hidroponia destaca-se como um método reconhecido globalmente para o cultivo de hortaliças e vegetais. Além disso, é considerada uma ferramenta essencial para abordar questões fitossanitárias, nutricionais e de contaminação.

Diversos sistemas hidropônicos estão disponíveis, e entre eles, o sistema *Nutrient Film Technique* (NFT) tem experimentado um crescimento notável em diversos países, incluindo Alemanha, Austrália, Espanha, Estados Unidos, Holanda, Itália, Japão e Suécia, além do Brasil. Este método é especialmente apreciado por possibilitar o cultivo de espécies vegetais, especialmente hortaliças, sem a necessidade de solo. O processo envolve a direção de uma solução aquosa contendo os nutrientes minerais essenciais diretamente para as raízes, garantindo o desenvolvimento da cultura sem comprometer a respiração radicular. Esse método, no qual a solução é bombeada em intervalos, proporciona um desempenho eficaz às plantas (FURLANI, 1999; PAULUS et al., 2010).

A adoção dessa técnica proporciona benefícios como a redução do tempo de crescimento, facilitação do manejo para os produtores e minimização da infestação por pragas e fungos, uma vez que se trata de um cultivo sem solo. Além disso, ela resulta em um maior tempo de prateleira, pois mantém a raiz no produto final, estendendo sua vida útil em pelo menos cinco dias em comparação ao cultivo convencional. Contudo, é importante considerar que, apesar das vantagens, há desafios associados a essa prática, como o custo inicial mais elevado e a necessidade de um controle mais rigoroso da solução nutricional, dependendo exclusivamente da energia elétrica para o funcionamento do sistema (BEZERRA NETO E BARRETO, 2011).

Nesse contexto, o propósito deste estudo foi analisar as características agronômicas de diferentes linhagens de alface cultivadas no sistema hidropônico NFT. A pesquisa desse tema é essencial para fornecer informações relevantes na tomada de decisões acerca do desempenho dessas linhagens nesse método de cultivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da alface

A espécie *Lactuca sativa* L., conhecida como alface, é a principal hortaliça folhosa consumida globalmente. Segundo Boni (2017), esse padrão é corroborado no Brasil, onde o consumo per capita é de aproximadamente 1,5 kg por ano. Quanto às variedades mais comercializadas, dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) de 2016 a 2018 indicam a do tipo Crespa como a mais vendida, seguida pela Americana e, em terceiro lugar, a Lisa.

Entretanto, o Guia da CEAGESP (2018) revela uma mudança nesse padrão em 2017, destacando a Americana como a mais consumida, seguida pela Crespa e Mimosa. Além disso, é válido afirmar que a cultura da alface movimentou um mercado estimado em R\$ 8 milhões anualmente, resultando em uma produção de 1.624 milhões de toneladas por ano e gerando cinco vagas diretas de emprego por hectare produzido (SALA E COSTA, 2005; ABCSEM 2014).

No mercado nacional, os tipos de alface disponíveis para consumo apresentam diversas classificações, incluindo a Crespa, que se destaca com mais de 50% da procura total. A Americana é voltada para o mercado de "Food Services" devido à sua crocância, enquanto a Lisa, Mimosa, Roxa e Romana diferenciam-se por características como sabor agradável, coloração, e formato de folhas. A variedade Mini destaca-se por seu porte menor e folhas numerosas (SALA E COSTA, 2012).

As empresas especializadas em aprimoramento genético desta espécie estão atentas à demanda do mercado, ajustando-se às preferências dos consumidores e inovando em variedades que buscam ampliar o consumo e assegurar o lucro desejado para os produtores rurais. As características mais valorizadas pelos consumidores dessas plantas incluem a crocância, o sabor agradável, a diversidade de cores, o tempo de prateleira e a disponibilidade de diferentes tamanhos. O objetivo é atender a uma ampla gama de compradores (SALA E COSTA, 2012).

Atualmente, a comercialização da alface hidropônica destaca-se como a modalidade mais eficaz no mercado nacional, caracterizada pela individualização do produto, adoção de marcas próprias e implementação de rastreabilidade (SALA E COSTA, 2012). Atualmente, os dois principais métodos de cultivo da alface são o hidropônico (NFT) e o convencional a campo aberto.

Andriolo (2000) destaca pelo menos duas distinções entre esses sistemas de produção, a saber: a capacidade de programação da produção dentro e fora da época de cultivo tradicional e a flexibilidade para manipular as variáveis que impactam a produção e o rendimento da cultura.

2.2. Cultivo da alface no sistema hidropônico

Nos últimos anos, foram desenvolvidos e refinados sistemas de cultivo protegido, com destaque para o hidropônico, que apresenta várias vantagens tanto para o agricultor quanto para o consumidor. Para o agricultor, essas vantagens incluem a capacidade de produzir alfaces ao longo de todo o ano, facilidade no manejo da cultura, eficiência no uso de insumos, um controle aprimorado sobre condições ambientais desfavoráveis, resultando em produtos de melhor qualidade e maior higiene no produto final (BLAT et al., 2011).

No cultivo hidropônico, diversas espécies vegetais podem ser empregadas, mas a alface (*Lactuca sativa* L.) tem se destacado devido a algumas vantagens em comparação com outras culturas. A facilidade de manejo e o rápido desenvolvimento fazem da alface a escolha principal para produtores que buscam iniciar o cultivo hidropônico de hortaliças (SANTOS et al., 2009).

A hidroponia é um método de cultivo vegetal que dispensa o uso do solo ou de outros substratos como fonte de nutrientes para as plantas. Nesse sistema, os minerais essenciais para o desenvolvimento e crescimento das culturas são fornecidos por meio de uma solução nutritiva equilibrada, que atende às necessidades das plantas. Tipicamente, o sistema hidropônico inclui uma estrutura de suporte para as hortaliças, juntamente com um reservatório de solução nutritiva e um meio de contato para as raízes (FURLANI et al., 1998).

O método de cultivo hidropônico surgiu como uma alternativa vantajosa em comparação ao cultivo convencional, oferecendo diversas vantagens para consumidores, produtores e o meio ambiente. Isso se traduz na produção de produtos de alta qualidade, ciclos de cultivo mais curtos, maior produtividade e redução significativa no consumo de água, insumos agrícolas e mão de obra (PAULUS et al., 2010).

O sistema NFT fundamenta-se no cultivo de plantas em perfis específicos elevados a 80 cm acima do solo. Nesse sistema, circula uma solução nutritiva composta por água pura e nutrientes dissolvidos, cuja proporção é controlada e equilibrada pela bomba hidropônica. Essa solução é armazenada em reservatórios e é bombeada para os perfis conforme a demanda, retornando ao mesmo reservatório posteriormente (MARTINS, 2016).

A adoção dessa técnica proporciona benefícios como a redução do tempo de crescimento, facilitação do manejo para os produtores e minimização da infestação por pragas e fungos, uma vez que se trata de um cultivo sem solo. Além disso, ela

resulta em um maior tempo de prateleira, pois mantém a raiz no produto final, estendendo sua vida útil em pelo menos cinco dias em comparação ao cultivo convencional. Contudo, é importante considerar que, apesar das vantagens, há desafios associados a essa prática, como o custo inicial mais elevado e a necessidade de um controle mais rigoroso da solução nutricional, dependendo exclusivamente da energia elétrica para o funcionamento do sistema (BEZERRA NETO E BARRETO, 2011).

2.3 Caracterização agrônômica da alface

A alface destaca-se como um vegetal de grande importância na alimentação e na saúde humana, devido principalmente por ser fonte de vitaminas e sais minerais, além de ser rica em folato e conter determinada quantidade de betacaroteno, devido à presença de vitamina C, potássio e fitoquímicos, dentro os quais podemos citar os flavonóides e lactucina. A alface também se destaca por ser produzida o ano todo, ser de fácil aquisição pelo consumidor final e em médias gerais apresentar um preço baixo durante o ano todo. Seu sistema de cultivo se baseia em três modalidades: sistema de cultivo convencional, orgânico e hidropônico, este último sendo amplamente difundido pela elevação da produção, prescindir a 4 rotação de culturas, diminuir o uso de defensivos agrícolas e ocupar menos espaço em campos de produção (BARBOSA et al., 2016).

Segundo Feltrin (2009), devido a existência de inúmeras cultivares de alface disponíveis no mercado torna-se necessário um estudo aprofundado em diferentes locais e ambientes de cultivo afim de identificar as melhores interações genótipo versus ambiente, destacando o desempenho agrônômico em função das condições específicas de cada local.

No mercado estão disponíveis inúmeras cultivares de alface, muitas já adaptadas ao cultivo protegido, no entanto, para muitas outras não há recomendação, principalmente para o cultivo hidropônico. Sendo assim, a ausência de cultivares específicas, ou seja, selecionadas ou melhoradas para o cultivo protegido tem se tornado um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento dessa modalidade em algumas regiões, principalmente regiões com clima desfavorável (BLAT et al., 2011).

Ao considerar o lançamento comercial de uma nova variedade de alface, é imprescindível contar com estudos prévios realizados sobre essas possíveis novas variedades. Essas pesquisas desempenham um papel crucial na identificação das características dessas variedades, com o intuito de comprovar que apresentam, no

mínimo, a mesma qualidade que as alfaces comerciais existentes ou, possivelmente, uma qualidade superior. Essa análise é fundamental para simplificar o processo de aprimoramento, uma vez que, desde a identificação da linhagem até o seu lançamento no mercado, passam-se vários anos, e esses testes desempenham um papel crucial na identificação das linhagens com potencial genético para melhoria (SÁ, 2017).

Quando se trata do aprimoramento genético da alface, há diversas características a serem consideradas no estudo de avaliação das linhagens. Entre essas características, incluem-se o formato das folhas, a estrutura da planta, a coloração e o brilho, a atratividade, o volume da planta, a tropicalização (resistência ao pendoamento), a resistência a pragas e doenças, além do aumento no tempo de prateleira, entre outras. Todas essas características são de grande importância para atender às demandas de um mercado final cada vez mais exigente e dinâmico (OLIVEIRA et al., 2004).

A escolha de produtos por parte dos consumidores varia conforme a região em que se encontram. No mercado interno, observa-se uma preferência por alfaces de cores claras e do tipo crespo, ao contrário dos mercados americano e europeu, onde há uma inclinação maior para o consumo de alfaces de cores escuras. Uma grande questão associada à nossa preferência é que, durante o verão, as plantas perdem rapidamente o pigmento clorofila após a colheita, resultando na diminuição da atratividade quando expostas para a comercialização (SILVA et al., 2007). Diante do exposto, compreende-se a importância de avaliar as características agronômicas das linhagens que podem ser incorporadas aos programas de melhoramento genético da alface.

3. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características agronômicas de linhagens de alface do programa de melhoramento genético da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *Campus* Araras, cultivadas em sistema hidropônico do tipo NFT.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no 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).

Para a realização desse trabalho foram selecionadas sete linhagens do Banco de Germoplasma de Alface da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), além de uma cultivar comercial de alface Vanda (Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos (cultivares) e três repetições.

Tabela 1 – Cultivar comercial e linhagens de alface do programa de melhoramento genético da UFSCar, Araras.

| Linhagens | Tipo varietal |
|--------------------|--|
| F10 206-2 | Alface Crespa |
| F10 47-2 | Alface Crespa |
| 281-3-2-2 | Alface Crespa |
| 184-5-3-1 | Alface Crespa |
| 105-1-1 | Alface Crespa |
| 226-1-3-3 | Alface Crespa |
| 1401-141-4 | Alface Crespa |
| VANDA ¹ | Alface crespa; porte grande e firme; folhas largas e com alta crespicidade; alto nível de resistência a deficiência de cálcio e ao pendoamento precoce; alto nível de resistência ao LMV-II; Ciclo médio total de 55 dias. |

¹ (SAKATA, 2019)

As mudas de alface foram produzidas em viveiro comercial (IBS Mudas em Piracicaba – SP) em bandejas de polipropileno com 128 células. Com 30 dias após semeadura foram transplantadas para os perfis do cultivo hidropônico, instalados dentro de ambiente protegido. A condução experimental foi realizada de 25/04/2023 a 25/05/2023.

Na hidroponia, o ambiente protegido possui 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 ChromatiNet® Leno 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.

Figura 1– Mudas com 30 dias após semeadura (DAS) para transplanto no sistema hidropônico.



Figura 2- Linhagens e cultivar de alface cultivadas no sistema hidropônico NFT, na UFSCar campus Araras-SP.



Figura 3- Linhagens e cultivar de alface cultivadas no sistema hidropônico NFT, na UFSCar campus Araras-SP.



Figura 4- Estufa com sistema hidropônico (A), caixas de solução nutritiva (B) e timer de irrigação do sistema hidropônico (C).



A solução nutritiva na hidroponia seguiu recomendação padrão de Furlani et al. (1999) para alface (Tabela 2). Utilizou-se o fertilizante ConMicros®, em que é uma mistura de quelatos e sais puros totalmente solúveis em água, indicado para suprir a necessidade de micronutrientes pelas plantas crescidas em hidroponia. Na sua composição possui: Fe (7,26%), Cu (1,82%), Zn (0,73%), Mn (1,82%), B (1,82%), Mo (0,36%) e Ni (0,36%).

Tabela 2. Solução nutritiva de cultivo padrão para as alfaces no sistema hidropônico.

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

Fonte: Furlani et al., 1999.

Diariamente foram verificadas a condutividade elétrica 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, de acordo com compatibilidade e solubilidade de fertilizantes e nutrientes, separadas em caixas A e B ambas com volume de 60L (Tabela 3). Quando a EC estava abaixo do ideal para alface (1,6 Siemens/m) fazia-se a reposição dos nutrientes com a solução concentrada.

Tabela 3. Solução nutritiva concentrada em 100x para as alfaces no sistema hidropônico.

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

A colheita das alfaces foi realizada aos 30 dias após o transplântio (DAT). Foram avaliadas três plantas de três repetições para as características agrônômicas. O diâmetro da planta e comprimento da raiz foram avaliados em centímetros com o auxílio de fita métrica. O número de folhas foi avaliado considerando a contagem de folhas a partir de 1 cm.

As folhas e raízes da alface foram pesados separadamente em balança de precisão 0,01g de modelo S2202H 2200g, para obtenção de massa fresca. Após essa etapa, folhas e raízes foram colocadas em sacos de papel, fechados e levadas para a casa de vegetação (ambiente protegido), pois devido a elevada umidade das plantas

de alface, foi necessário realizar uma pré-secagem ao sol. Após dois dias, as plantas foram levadas para a estufa de secagem com circulação de ar forçada na temperatura de 65 °C até obter massa constante e assim obter a massa seca.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Para a comparação de médias das cultivares foi utilizado o teste de Scott Knott, a 5% de significância, para as análises dos dados se utilizou o Software Sisvar e para elaboração das tabelas e gráficos utilizou-se o pacote office, Excel 2016.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância e teste de Scott-Knot a 5% de significância, o diâmetro da planta, número de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz, massa fresca da folha e massa fresca da raiz obtiveram diferença estatística, para massa seca da folha e massa seca da raiz foram iguais estatisticamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação das médias de diâmetro da planta (DP), número de folhas (NF), comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), comprimento da raiz (CR), massa fresca foliar (MFF), massa fresca da raiz (MFR), massa seca foliar (MSF) e massa seca da raiz (MSR) das linhagens e cultivar.

| Genótipo | DP cm | NF - | CC cm | DC cm | CR cm | MFF g | MFR g | MSF g | MSR g |
|------------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Vanda | 25.5a | 17a | 5.6a | 1.5b | 26.4b | 130.1a | 39.3a | 9.3a | 4.3a |
| F10 206-2 | 20.2b | 14b | 4.0b | 2.3a | 35.1a | 130.0a | 29.3b | 8.6a | 2.6a |
| F10 47-2 | 20.7b | 18a | 4.0b | 1.8b | 33.8a | 102.4b | 36.0a | 6.3a | 3.0a |
| 105-1-1 | 21.5b | 17a | 4.3b | 1.6b | 29.5b | 114.2b | 40.8a | 7.2a | 4.6a |
| 1401-141-4 | 21.6b | 14b | 5.1a | 1.2b | 35.1a | 107.7b | 32.8b | 8.2a | 3.8a |
| 281-3-2-2 | 22.1a | 15b | 4.1b | 1.7b | 35.2a | 121.5a | 35.3a | 8.1a | 3.1a |
| 184-5-3-1 | 23.4a | 18a | 4.2b | 2.0a | 33.6a | 131.1a | 32.0b | 8.7a | 3.8a |
| 226-1-3-3 | 24.4a | 16b | 5.3a | 1.4b | 36.0a | 143.7a | 31.1b | 10.9a | 3.7a |
| CV (%) | 9.3 | 8.1 | 13.3 | 18.9 | 14.5 | 15.1 | 16 | 20 | 21.6 |

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

O cultivo da alface ao longo do ano é influenciado por diversos fatores, como temperatura, fotoperíodo, umidade relativa e disponibilidade hídrica. Tanto os elementos ambientais quanto os genéticos agem em conjunto, regulando, por meio de processos fisiológicos, o desenvolvimento ideal da cultura (PUIATTI; FINGER, 2005).

Quanto ao número de folhas esse é um parâmetro importante, devido ao fato da alface ser uma hortaliça folhosa, cujas folhas constituem a parte comercial, podendo ser comercializada por unidade, atraindo o consumidor pela aparência, volume e número de folhas (MOTA, et al., 2016). Neste experimento foram obtidos maiores números de folhas para a cultivar Vanda e linhagens F10 47-2, 105-1-1 e 184-5-3-1, com média de 18 folhas por planta.

Ao avaliar em conjunto as características, como diâmetro da planta e comprimento do caule, observa-se que a variedade Vanda, devido às suas

características genéticas associadas às condições ambientais, registra as maiores médias no diâmetro da planta, o que é vantajoso. Porém, apresentou maior comprimento do caule, uma característica desfavorável para a cultura, especialmente em regiões com temperaturas elevadas. Pois, isso pode propiciar o pendoamento da alface, tornando-a inadequada para o consumo.

A alface tem seu desenvolvimento normal em regiões de clima ameno com temperatura em torno de 20°C, sendo que ambientes com temperaturas superiores tendem a influenciar o estímulo ao seu pendoamento precoce, ou seja, a ocorrência de alongamento do caule que é responsável pelo florescimento na planta, sendo que este irá se acentuar conforme o aumento gradativo da temperatura (FILGUEIRA, 2000). O menor comprimento de caule, é uma característica muito apreciada pelos melhoristas durante o processo de seleção e melhoramento genético da alface, com isso, plantas que apresentam menores valores de comprimento de caule demonstram-se mais adaptadas as condições climáticas encontradas do verão no Brasil.

Lima (2016) obteve valores de comprimento de caule entre 5,93 e 13,32 centímetros em seu estudo avaliando cinco materiais diferentes de alface crespa, que foi realizado no verão de 2015, sendo os resultados obtidos muito superiores à média obtida neste experimento. Outro fator a ser considerado na variável comprimento de caule, é quanto à interferência na massa fresca da planta, onde caules maiores demonstram a não adaptação de cultivares, sendo fator limitante para a cultura (Nagai, 1980).

De acordo com Yuri et al. (2006), a alface demonstra sua melhor produtividade durante o inverno, uma vez que seu desenvolvimento é significativamente influenciado pelas condições ambientais. Temperaturas superiores a 22°C aumentam a probabilidade de ocorrência do pendoamento, resultando em folhas amargas e inadequadas para o comércio e consumo. Portanto, considerando a propensão da variedade Vanda para um crescimento elevado do caule, sua utilização é recomendada em ambientes com temperaturas moderadas, a fim de retardar o processo de pendoamento das plantas.

Santos et al. (2009) observaram um número de 10 folhas por planta para a variedade Vanda, quando submetida às condições climáticas de Cárceres-MT, onde a temperatura média atinge 27,8°C. Isso contrasta significativamente com a região deste estudo, onde a média de temperatura é de 22,1°C, destacando a importância da interação genótipo x ambiente e dos programas de tropicalização de variedades.

A interação entre o ambiente e o componente genético desempenha um papel crucial nas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas. O fotoperíodo e a temperatura são fatores determinantes nas alterações do estágio de desenvolvimento

das plantas, sendo a temperatura o principal elemento ambiental que influencia o desenvolvimento das folhas e as mudanças nos estágios fenológicos (RADIN, 2004).

Conforme destacado por Sá (2017), o diâmetro do caule não possui uma relevância significativa para o consumo doméstico, dado o manejo geralmente limitado de alface nesse contexto. No entanto, Mota et al. (2002) argumentam que, para a indústria de *fast food* e processamento mínimo, um diâmetro de caule maior é preferível. Isso se deve ao fato de que o caule é removido manualmente para facilitar o subsequente fatiamento da alface.

Portanto, um caule mais espesso torna a remoção mais fácil e rápida, resultando em maior eficiência e rendimento para a indústria. Foi possível observar as linhagens F10 206-2 e 184-5-3-1 como as que indicaram maiores diâmetros de caule. Costa et al. (2014) obtiveram valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, aproximando-se dos 2 centímetros enquanto no presente experimento foram obtidos valores até 2,3 centímetros.

Raízes saudáveis são extremamente importantes no cultivo hidropônico. Além de serem responsáveis por um melhor aproveitamento e absorção de nutrientes, as raízes são importantes também no pós-colheita, sendo intimamente ligada ao tempo de prateleira do produto, pois além de armazenar água, são responsáveis pela produção de hormônios denominados citocininas que atrasam o amarelecimento e senescência das folhas (SPRICIGO, et al., 2009).

A avaliação do comprimento das raízes é uma característica de extrema importância ao analisar linhagens de alface, pois aquelas que apresentam um sistema radicular mais desenvolvido demonstram uma maior eficiência na absorção de água e nutrientes. Consequentemente, essas linhagens têm uma melhor capacidade de competição com outras plantas. Neste estudo, observou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os materiais utilizados no que diz respeito ao comprimento das raízes. As linhagens Vanda e 105-1-1 apresentaram médias inferiores em comparação com as demais linhagens (LIMA et al., 2018).

A massa da planta, juntamente com o número de folhas por planta são características importantes de produção que podem ser influenciados pela cultivar, fotoperíodo e temperatura (SEDIYAMA et al., 2007).

Assim, as linhagens F10 206-2, 281-3-2-2, 184-5-3-1, 226-1-3-3 e Vanda apresentaram médias mais elevadas de massa fresca da folha quando sujeitas às condições edafoclimáticas de Araras-SP. Essas linhagens demonstraram superioridade em relação às demais estudadas, conforme Gualberto et. Al. (2009), que destaca a dependência da manifestação do potencial produtivo da alface da interação genótipo x ambiente.

Quanto à massa fresca das raízes, as linhagens Vanda, F10 47-2, 105-1-1 e 281-3-2-2 apresentaram as médias mais elevadas de peso, demonstrando diferença estatística em relação às demais. No estudo realizado por Blat et al. (2011), que avaliaram cinco variedades de alface crespa em dois ambientes distintos de cultivo hidropônico, os valores obtidos para a massa fresca das raízes variaram de 16,9 a 33,4 gramas.

Esses valores são consideravelmente inferiores aos encontrados no presente trabalho, evidenciando a superioridade dos materiais utilizados aqui. Além disso, destaca-se a melhor interação genótipo x ambiente, uma vez que, neste estudo, os materiais foram avaliados aos 30 dias, enquanto no estudo de Blat et al. (2011), a avaliação ocorreu aos 60 dias após a semeadura.

6. CONCLUSÃO

Para o sistema hidropônico, recomenda-se a utilização das linhagens 281-3-2-2, 184-5-3-1 e 226-1-3-3, pois estas linhagens foram superior a cultivar Vanda. Estas linhagens destacaram-se significativamente no ambiente hidropônico, exibindo características altamente favoráveis para atender às demandas do mercado consumidor, principalmente em maior biomassa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. **Segundo levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**, Holambra, 29 mai 2014. p. 58.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília - DF, v.18, p.26-33, jul. 2000.
- BARBOSA, V. A. A.; FILHO, F. C. C.; SILVA, A. X. L. de; OLIVEIRA, D. G. S.; ALBUQUERQUE, W. F. de; BARROS, V. C. Comparação da contaminação de alface (*Lactuca sativa*) proveniente de dois tipos de cultivo. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.**, Piauí, v. 10, n. 2, p. 231-242, abr./jun. 2016.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 8, p.107-137, 2011.
- BONI, Felipe. **Cultivos de novos tipos de alface é boa oportunidade para o produtor obter renda com maior valor agregado**. 2017. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br/visualiza.php?id=2115>>. Acesso em: 26 novembro 2023
- BLAT, S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO, J. A. C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília – DF, v. 29, n. 1, p. 135-138, jan/mar. 2011.
- CEAGESP. **Guia Ceagesp**. 2018. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/alface-romana/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- CEAGESP. **Guia Ceagesp**. 2018. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/alface-crespa/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- CEAGESP. **Guia Ceagesp**. 2018. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/alface-lisa/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- COMETTI, N. N., MATIAS, G. C. S., ZONTA, E., MARY, W., FERNANDES, M. S. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura brasileira**, v. 22, p. 748-753, 2004.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://dw.ceasa.gov.br/#>>. Acesso em: 22 de nov. 2023.
- COSTA, J. B.; SALA, F. C.; CAMPOS, M. B. S.; CUBA, R. S. Efeito do tipo de perfil na produção de alface em sistema hidropônico sob telado. **Revista Hidroponia**, v. 25, n. 8, p.18-20, 2014.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV. 402 p. 2000.
- FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 30 p.
- FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**,

Wageningen, v. 481, n. 2, p. 777-778, 1999.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUIMARÃES, A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 07-11, jan/mar. 2009.

LIMA, J. C. S. Desempenho de cultivares de alface do grupo crespa em Jatai-GO. *In*: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO E ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA – Universidade do Vale do Paraíba., 20., 16., 6., 2016, Jatai-GO. **Anais...** Petrolina: UFG, 2016. p.1-6.

LIMA, T. J. L.; GAZAFFI, R.; CECCHERINI, G. J.; MARCHI, L.; MARTINEZ, M.; FERREIRA, C. G.; SALA, F. C. Volume of cells on trays influences hydroponic lettuce production. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista - BA, v. 36, n. 3, p. 408-413, jul/set. 2018.

MARTINS, Lauri Tadeu Corrêa. **Como montar uma hidroponia**. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-hidroponia,02387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 25 de nov. 2023.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, jul. 2002.

MOTA, J. H.; SILVA, C. C. R. da; YURI, J. e.; RESENDE, G. M. de. Produção de alface americana em função da adubação nitrogenada nas condições de primavera em jataí-go. **Revista de Agricultura**, Jataí, v. 91, n. 2, p. 156-164, jan. 2016.

NAGAI, H. Obtenção de novas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistentes ao mosaico e ao calor. **Revista de Olericultura.**, v.17, p. 129-137. 1980.

OLIVEIRA, A. C.B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá – PR, v. 26, n. 2, p. 211-217, 2004.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília - DF v. 28, n. 1, p. 29-35, jan/mar. 2010.

PUIATTI, M.; FINGER, F.L. Fatores climáticos. *In*: FONTES, P.C. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV. 2005. p. 17-30.

RADIN, Bernadete et al . **Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo**. Hortic. Bras., Brasília , v. 22, n. 2, p. 178-181, June 2004

SÁ, J. J. **Avaliação de cultivares e linhagens de alface em sistema hidropônico**. 2017. 49 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Agrônômica, Departamento de Biotecnologia e Produção Vegetal e Animal, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras - SP, 2017.

SAKATA. **Alface Vanda**. 2019. Disponível em: <<https://www.sakata.com.br/hortalicas/folhosas/alface/crespa/vanda>>. Acesso em:

20 nov. 2023.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. 'Pira Roxa': Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília – DF, v. 23, n. 1, p.158-159, jan/mar. 2005.

SALA, F. C; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista – BA, v. 5, n. 30, p.187-194, abr/jun. 2012.

SANTI, A., SCARAMUZZA, W. L., NEUHAUS, A., DALLACORT, R., KRAUSE, W., TIEPPO, R. C. Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 338-343, 2013.

SANTOS, C. L.; SEABRA JUNIOR, S.; LALLA, J. G.; THEODORO, V. C. A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, Dourados - MS, v. 2, n. 3, p. 87-98, 2009.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Alface (*Lactuca sativa* L.) In: DE PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Orgs.). 101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p.53-62.

SILVA, J. M.; ONGARELLI, M. G.; AGUILA, J. S. del.; SASAKI, F. F.; KLUGE, R. A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo – México, v. 8, n. 2, 2007.

SPRICIGO PC; BERTINI, VA; FERREIRA M.D; CALBO AG; TAVARES, M. Avaliação da pós-colheita de alface hidropônica, em função da quantidade de raízes, utilizando o equipamento Wiltmeter®. **Horticultura Brasileira** 27: S3790-S3796, 2009.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. Competição de cultivares de alface-americana no sul de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró – RN, v. 19, n. 1, p. 98-102, jan/mar. 2006.