



ARIANA LEMES DA COSTA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E GANHO DE SELEÇÃO DE FAMÍLIAS
F_{2:3} DE ALFACE AMERICANA RICAS EM ANTOCIANINA E
TOLERANTES AO FLORESCIMENTO PRECOCE**

INCONFIDENTES-MG

2018

ARIANA LEMES DA COSTA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E GANHO DE SELEÇÃO DE FAMÍLIAS F_{2:3} DE
ALFACE AMERICANA RICAS EM ANTOCIANINA E TOLERANTES AO
FLORESCIMENTO PRECOCE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira

INCONFIDENTES-MG

2018

ARIANA LEMES DA COSTA

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E GANHO DE SELEÇÃO DE FAMÍLIAS F_{2:3} DE
ALFACE AMERICANA RICAS EM ANTOCIANINA E TOLERANTES AO
FLORESCIMENTO PRECOCE**

Data de aprovação: 11 de maio de 2018

Orientador: Cleiton Lourenço de Oliveira (IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes)

Sindynara Ferreira (IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes)

Daniele Fátima de Oliveira (UFLA)

DEDICATÓRIA

A Deus, por iluminar o meu caminho.

À minha avó Maria e à minha mãe Rosângela pela motivação, apoio e amor.

Ao meu namorado Bruno pela paciência, incentivo, companheirismo e carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por possibilitar a concretização de minha formação acadêmica e por me dar forças para enfrentar os obstáculos.

Ao IFULDEMINAS - Campus Inconfidentes, pela oportunidade de estudar e pelos fomentos de pesquisas e eventos.

À minha Vó Maria e minha Mãe Rosângela, pelas orações, preocupações, por nunca medirem esforços para que eu realize meus objetivos e por sempre me motivarem e ficarem felizes por minhas conquistas. Meus sinceros agradecimentos por me ajudarem no processo de limpeza das sementes de alface, no qual foi muito trabalhoso.

À minha irmã Mirian e ao meu sobrinho Victor Henrique, pelo carinho e apoio.

Ao meu namorado Bruno, pelo total apoio em minha vida profissional e ajuda em todas as coisas que precisei durante a execução do trabalho, pelo amor e motivação em buscarmos sempre o melhor para nós.

Ao meu orientador Cleiton, pela oportunidade de realizar o trabalho, paciência, ensinamentos, amizade e confiança.

Às minhas amigas Alessandra, Daniele, Janaína e Sandra, que foram extremamente importantes durante a graduação, que tenho um enorme carinho, pelo apoio e compartilhamento de conhecimentos.

Aos meus vizinhos de Campanha, Neuza e Sebastião (*in memoriam*) que sempre acreditaram em mim.

A todos os colegas de classe (turma de 2013), pela amizade e por terem contribuído de forma direta ou indireta para meu crescimento profissional.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Melhoramento Genético de Hortaliças (GeHort) que auxiliaram na execução de atividades deste trabalho.

Ao Professor Luiz Antônio Augusto Gomes, que cedeu as sementes para iniciar este trabalho.

A todos os professores da graduação, que transferiram conhecimentos que já me proporcionaram realizar sonhos. Em especial, ao professor Bruno pelos ensinamentos e reconhecimento profissional; à Professora Hebe pelas contribuições ao trabalho nas aulas de TCC; ao Professor Fernando pela disponibilização dos dados de temperaturas de Inconfidentes; aos Professores membros da banca por aceitarem a participação e por contribuírem com o trabalho.

A todos os funcionários do IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, que me auxiliaram na execução do trabalho, em especial ao Sebastião, ao José Amaro e ao Cláudio, que sempre estiveram dispostos a ajudar e a orientar.

A todos meus amigos que ficam felizes com minha conquista e que me auxiliaram na execução do trabalho de conclusão de curso.

EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

“Tudo tem seu tempo e até certas manifestações mais vigorosas e originais entram em voga ou saem de moda. Mas a sabedoria tem uma vantagem: é eterna”.

Baltasar Gracián

RESUMO

A alface possui pigmentos naturais relacionados à prevenção de diversas enfermidades que acometem o homem, a exemplo do beta-caroteno, do alfa-caroteno, da luteína e da antocianina, essa última responsável pela coloração arroxeada das folhas. Dentre os tipos de alface cultivadas no Brasil, a alface americana, apesar de ter crescente importância econômica, não está totalmente adaptada ao clima tropical, favorecendo seu rápido florescimento e tornando o produto impróprio ao consumo. Objetivou-se neste trabalho avaliar progênies de alface de famílias $F_{2:3}$ oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, selecionadas para o tipo americana, altos teores de antocianina e tolerância ao florescimento precoce, quanto aos caracteres agrônômicos desejáveis à comercialização e estimar os componentes genéticos e ganhos de seleção para as variáveis volume e densidade de planta. O experimento foi realizado no IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, com a condução de vinte progênies $F_{2:3}$ e duas variedades comerciais (Silvana e Grandes Lagos) em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de 16 plantas. Quando as plantas atingiram o tamanho comercial, as mesmas foram avaliadas para os parâmetros massa fresca, massa fresca comercial, circunferência, densidade, número de folhas, comprimento do caule e diâmetro do caule. Além disso, para os parâmetros volume e densidade estimou-se os valores das variâncias fenotípica, ambiental e genética, a herdabilidade, o diferencial de seleção das melhores progênies, o ganho com a seleção e melhor média da população. Os dados foram submetidos a análise de variância considerando distribuição normal dos dados com posterior teste de médias de Scott-Knott (1974) e correlação de Pearson. O teste F demonstrou significância para todos os parâmetros agrônômicos avaliados, evidenciando que os tratamentos diferiram significativamente entre si. Para o parâmetro volume, a progênie AFX-024B-1311 apresentou resultados superiores aos demais tratamentos. Além disso, essa progênie, a AFX-024B-1271 e a AFX-024B-1365 obtiveram os melhores resultados para o número de folhas. A Grandes Lagos, AFX-024B-1389 e AFX-024B-1397 apresentaram os menores tamanhos de diâmetro do caule em relação aos demais tratamentos. Todos os parâmetros avaliados apresentaram correlação significativa entre si, exceto a densidade com a massa fresca e com o diâmetro do caule e, o diâmetro do caule com o comprimento do caule. A maior correlação foi apresentada entre as variáveis massa fresca e massa fresca comercial, equivalente a 0,96. O volume apresentou uma alta herdabilidade de 87,20%, enquanto a densidade foi de 48,28%. O volume garante um ganho de seleção de 35,34% na média da geração seguinte e a densidade 8%. Acredita-se na possibilidade de obtenção de um genótipo com as características de interesse a partir do avanço da progênie AFX-024B-1311, considerando seus resultados de volume e número de folhas, assim como a AFX-024B-1389 e AFX-024B-1397 por apresentarem baixos valores de comprimento do caule e diâmetro do caule. A seleção para volume e densidade de cabeça em gerações iniciais é eficiente para aumentar os ganhos nas próximas gerações.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Antioxidante. Tolerância ao calor. Parâmetros genéticos. Herdabilidade.

ABSTRACT

Lettuce has natural pigments related to the prevention of various diseases that affect man, such as beta-carotene, alpha-carotene, lutein and anthocyanin, the latter responsible for the purple coloration of the leaves. Among the types of lettuce grown in Brazil, the crisphead, although of increasing economic importance, is not fully adapted to the tropical climate, favoring its rapid flowering and making the product unfit for consumption. The objective of this work was to evaluate lettuce progenies of families $F_{2:3}$ from the crosses between Salinas 88 and Colorado cultivars - selected for the crisphead type, high levels of anthocyanin and tolerance to early flowering - regarding the agronomic characteristics desirable for commercialization and to estimate the genetic components and selection gains for the variables volume and plant density. The experiment was carried out at IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, with twenty $F_{2:3}$ progenies and two commercial varieties (Silvana and Great Lakes) in a randomized complete block design with four replications and plots of 16 plants. When the plants reached commercial size, they were evaluated for the parameters fresh mass, commercial fresh mass, circumference, density, number of leaves, stem length and stem diameter. In addition, the values of the phenotypic, environmental and genetic variances, heritability, the differential of selection of the best progenies, the gain with the selection and the best mean of the population were estimated for the volume and density parameters. The data were submitted to analysis of variance considering normal distribution of data with later test of Scott-Knott (1974) averages and Pearson's correlation. The F test showed significance for all evaluated agronomic parameters, evidencing that the treatments differed significantly among themselves. For the volume parameter, the progeny AFX-024B-1311 presented superior results to the other treatments. In addition, this progeny, AFX-024B-1271 and AFX-024B-1365 obtained the best results for the number of leaves. The Great Lakes, AFX-024B-1389 and AFX-024B-1397 presented the smaller stem diameter sizes in relation to the other treatments. All the evaluated parameters showed a significant correlation with each other, except the density with the fresh mass and with the diameter of the stem and the diameter of the stem with the length of the stem. The highest phenotypic correlation was presented between the variables fresh mass and commercial fresh mass, equivalent to 0.96. The volume had a high heritability of 87.20%, while the density was 48.28%. The volume guarantees a selection gain of 35.34% in the average of the next generation and the density 8%. It is believed possible to obtain a genotype with the characteristics of interest from the progeny AFX-024B-1311, considering its results of volume and number of leaves, as well as AFX-024B-1389 and AFX-024B-1397 because they presented low values of stem length and stem diameter. Selecting for head volume and density in early generations is efficient to increase earnings in the next generations.

Keywords: *Lactuca sativa*. Antioxidant. Tolerance to heat. Genetic parameters. Inheritability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 A CULTURA DA ALFACE	17
2.2 A ALFACE AMERICANA E SEU FLORESCIMENTO PRECOCE.....	17
2.3 O PIGMENTO ANTOCIANINA	19
2.4 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS	20
2.5 MELHORAMENTO GENÉTICO DA ALFACE	21
2.6 COMPONENTES GENÉTICOS.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	25
3.2 OBTENÇÃO DAS PROGÊNIES F _{2,3}	26
3.3 PLANO EXPERIMENTAL	26
3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	27
3.5 VARIÁVEIS AGRONÔMICAS	27
3.6 COMPONENTES GENÉTICOS.....	28
3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE DE MÉDIAS	32
4.2 ANÁLISES DAS VARIÁVEIS AGRONÔMICAS	34
4.3 ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DE PEARSON	41
4.4 ANÁLISES DOS COMPONENTES GENÉTICOS	42
5 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – As vinte progênies $F_{2:3}$ de alface avaliadas. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 26
- Tabela 2 – As progênies $F_{2:3}$ de alface selecionadas para a avaliação dos parâmetros volume e densidade. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 30
- Tabela 3 - Análise de variância dos parâmetros agronômicos das progênies $F_{2:3}$ de alface americana. Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; MF: massa fresca; MFC: massa fresca comercial; NF: número de folhas; CC: comprimento do caule; DC: diâmetro do caule; V: volume; D: densidade. *Significativo pelo teste F ($P>0,001$). IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 32
- Tabela 4 - Médias das características agronômicas das progênies $F_{2:3}$ e das cultivares comerciais. Legenda: MF: massa fresca; MFC: massa fresca comercial; NF: número de folhas; CC: comprimento do caule; DC: diâmetro do caule; V: volume; D: densidade. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 33
- Tabela 5 - Correlações de Pearson das variáveis agronômicas avaliadas nas progênies $F_{2:3}$ de alface americana. Legenda: MF: massa fresca (g); MFC: massa fresca comercial; NF: número de folhas; CC: comprimento do caule; DC: diâmetro do caule; V: volume; D: densidade. *,**Significativo a 5% pelo teste t. ^{n.s.} não significativo. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 41
- Tabela 6 – Estimativas dos componentes genéticos para as características agronômicas volume e densidade avaliadas nas progênies $F_{2:3}$ de alface americana. Legenda: σ^2_f : variância fenotípica; σ^2_{e1} : variância ambiental 1; σ^2_{e2} : variância ambiental 2; σ^2_e : variância ambiental média; σ^2_g : variância genética; h^2 : herdabilidade no sentido amplo. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 42

Tabela 7 - Valores de diferencial de seleção, ganhos com a seleção e médias melhoradas atribuídas às variáveis volume e densidade. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.	43
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Temperaturas média, máxima e mínima de novembro de 2016 a janeiro de 2017 de Inconfidentes, Minas Gerais. Legenda: a linha vermelha indica a temperatura máxima, a azul a temperatura média e a cinza a temperatura mínima. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 25
- Gráfico 2 – Médias da variável massa fresca das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 35
- Gráfico 3 – Médias da variável massa fresca comercial das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 36
- Gráfico 4 – Médias da variável número de folhas das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 37
- Gráfico 5 – Médias da variável comprimento de caule das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 37
- Gráfico 6 – Médias da variável diâmetro de caule das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 38
- Gráfico 7 – Médias da variável volume das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 39
- Gráfico 8 – Médias da variável densidade das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018. 40

LISTA DE ABREVIACÕES

P - Produtividade

MF - Massa fresca

MFC - Massa fresca comercial

CH - Circunferência horizontal

CV - Circunferência vertical

DE - Densidade

NF - Número de folhas

CC - Comprimento do caule

DC - Diâmetro do caule

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, destacando-se como a de maior importância econômica. Esta possui pigmentos naturais como a antocianina – que confere uma pigmentação roxa às plantas – no qual, quando presente, é encontrado na proporção de três vezes mais em relação à alface de coloração verde. Dentre as cultivares comerciais de alface de coloração roxa, pode-se citar: Maíra e Carmim da Empresa Sakata Seed Sudamerica e, Gabriela e Rubinela da Empresa Feltrin Sementes.

Os benefícios das antocianinas para a saúde humana estão associados ao seu efeito antioxidante, destacando sua capacidade de doar hidrogênios ou elétrons aos radicais livres, tornando-se relevante na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e de algumas neoplasias. Esses benefícios fazem com que a população em busca de qualidade de vida, priorize o alimento funcional, que rico nesses pigmentos atua na proteção contra o estresse oxidativo, que reduz danos ao DNA e outras estruturas celulares e, conseqüentemente, proporciona uma proteção contra lesões hepáticas, diminuição da pressão arterial, melhora da visão, atividades antiinflamatórias e antimicrobianas, inibição de mutações geradas por mutagênicos de alimentos cozidos, paralização da proliferação de células cancerígenas humanas e, como resultado a prevenção contra alguns tipos de câncer, doenças ligadas ao coração, acidente vascular cerebral, diabetes e envelhecimento precoce.

O cultivo da alface é realizado em diversas regiões e épocas, revelando algumas limitações climáticas ao desenvolvimento das plantas, como as elevadas temperaturas. No Brasil, a demanda por alface americana vem crescendo por apresentar crocância, possibilitar um maior período de armazenamento e ser predominante na utilização em redes de *fast food*. Entretanto, é um tipo de alface que não foi selecionada para o clima tropical, sendo as temperaturas elevadas responsáveis pela rápida passagem da fase vegetativa para a reprodutiva. Esse processo induz o florescimento precoce, que resulta no alongamento do caule, diminuição do número de folhas, má formação da cabeça e o aumento do teor de látex no interior das folhas, tornando-as amargas e impróprias ao consumo. Com isso, torna-se

necessário a colheita precoce, conseqüentemente, as alfaces não atingirão o padrão de comercialização, causando prejuízo ao produtor.

As estimativas de parâmetros genéticos são importantes no melhoramento de plantas, pois permitem identificar a natureza de ação dos genes responsáveis pelo controle dos caracteres quantitativos. Além disso, é necessário estimar os parâmetros fenotípicos, ambientais e os coeficientes de correlação – que permitem estimar a relação entre as características. O conjunto desses valores auxilia no estudo de estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos.

Portanto, evidencia-se a necessidade de desenvolver cultivares de alface do tipo americana, com folhas imbricadas, cabeça repolhuda e densa, que possuam resistência ao florescimento precoce, para aumentar a abrangência do cultivo desse tipo de alface no território brasileiro, atrelado às características agrônômicas de interesse do consumidor e elevados teores de antocianina. Objetivou-se avaliar progênies de alface de famílias $F_{2:3}$ quanto aos caracteres agrônômicos desejáveis à comercialização e estimar os componentes genéticos e ganhos de seleção para as variáveis volume e densidade de planta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA ALFACE

A alface é uma das hortaliças folhosas mais presentes na alimentação brasileira, sendo mais consumida *in natura* como salada (LUZ et al., 2009). Rica em vitaminas A, B1, B2 e C e em sais minerais como o cálcio, potássio, fósforo, ferro, magnésio e flúor, apresenta propriedades calmantes, diuréticas e laxantes e, além disso, possui boa quantidade de fibras e poucas calorias (CARVALHO; MAKISHIMA, 2005 apud SOUZA, 2006).

A espécie *Lactuca sativa* L., pertence à família Asteraceae, sendo uma planta herbácea delicada, com caule diminuto onde se prendem as folhas que por sua vez, crescem em roseta. A coloração e o formato da cabeça dependem da cultivar. As raízes são muito superficiais e ramificadas, quando a planta é transplantada. A planta é anual e floresce nos dias longos e com altas temperaturas, entretanto, nos dias curtos e com temperaturas baixas ou amenas, o ciclo vegetativo é prolongado (FILGUEIRA, 2008). É considerada uma espécie de clima temperado, na qual a temperatura é o parâmetro que mais influencia na qualidade do produto final (SOUZA et al., 2008).

A planta de alface possui a inflorescência do tipo panícula, constituída por capítulos, no qual cada um contém de 10 a 25 flores ou floretes. O florete apresenta uma única pétala amarela envolvida por brácteas, formando um involúcro. O ovário é unilocular com um único óvulo. A antese ocorre pela manhã e cada flor abre uma única vez. Desta forma, a alface é autógama devido à cleistogamia (polinização e fecundação antes da abertura da flor). A semente amadurece entre 12 e 14 dias após a abertura da flor. A semente é do tipo aquênio, ou seja, um fruto seco cuja semente está ligada apenas pela região do funículo desenvolvido a partir do ovário com um único óvulo (PAIVA; SILVA; MACIEL, 2004).

2.2 A ALFACE AMERICANA E SEU FLORESCIMENTO PRECOCE

Segundo dados da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), em 2010 a produção total de alface foi de 47.496 toneladas, em 2016 foi de 53.662

toneladas e de janeiro a julho de 2017 foi de 32.656 toneladas (ANUÁRIO..., 2012). Paralelo a isso, o consumo de alface do tipo crespa ainda é a preferência dos consumidores, correspondendo a 48% do total comercializado no ano de 2010, 43,96% no ano de 2016 e 44,44% considerando os meses de janeiro a julho de 2017 (ANUÁRIO..., 2017). Com isso, verifica-se que nos últimos anos houve uma redução no consumo de alface do tipo crespa em virtude do aumento do consumo de outros tipos de alface.

De acordo com Sala e Costa (2012), a alface do tipo americana tem se destacado com uma crescente demanda, desde a introdução de cultivares norte-americanas no Brasil na transição da década de 1960 para 1970. O consumo de alface americana passou de 9% em 1995 para mais de 34% em 2010, conforme os dados mais recentes, devido principalmente ao aumento de lanchonetes *fast foods* que necessitam de uma matéria prima mais firme, que não derreta sob temperaturas elevadas quando em contato com a carne dos sanduiches.

A temperatura é um fator que pode influenciar muito na cultura da alface, modificando a sua arquitetura, produção, ciclo e tolerância ao pendoamento (DIAMANTE et al., 2013). Por ser uma hortaliça de inverno, o cultivo em estações distintas aumenta a incidência de doenças e a ocorrência de desequilíbrios nutricionais nas plantas (SOUZA et al., 2013). As principais cultivares existentes apresentam restrições de cultivo em algumas épocas do ano e regiões em razão do pendoamento precoce, pois a elevada temperatura afeta a formação da cabeça, além da alta pluviosidade no verão, que favorece as doenças bacterianas e fúngicas (SALA; COSTA, 2008).

Segundo Carvalho Filho, Gomes e Maluf (2009), a maioria das cultivares que são comercializadas apresenta sensibilidade ao calor, o que reflete na rápida emissão da haste floral. Considera-se que temperaturas em torno de 12 e 22 °C são ideais para a produção de alfases com a qualidade requerida de folhas e compactação da cabeça (FILGUEIRA, 2008). Já temperaturas superiores a 22 °C favorecem o florescimento precoce (MOTA et al., 2003). Segundo Araújo et al. (2010) as temperaturas médias variando entre 20,9 a 22,8 °C reduzem a produção de alface americana.

O estudo de Fiorini et al. (2005) sobre o florescimento de populações F₂ a partir do cruzamento da cultivar Verônica (crespa) e linhagens obtidas de Regina 71 (lisa) x Grand Rapids (crespa), demonstraram que há plantas mais tolerantes ao calor que a cv. Regina 71, que é uma cultivar tolerante ao calor, e plantas mais sensíveis ao calor que a Grand Rapids. Isso indica a presença de uma possível segregação transgressiva para essa característica.

Estudos demonstraram que o alelo para o florescimento precoce em alface é parcialmente dominante, resultando na redução do tempo de florescimento pela metade (RYDER, 1985 apud SOUZA et al., 2008), sendo esse gene nomeado *Early flowering* (Ef). Posteriormente, foram identificados os genes Ef-1ef-1 e Ef-2ef-2. O gene Ef1 é parcialmente dominante sobre ef-1, já o gene Ef-2 é parcialmente dominante sobre ef-2, na presença de Ef-1, mas recessivo no genótipo ef-1ef-1, estando ligado quantitativamente ao fotoperíodo (RYDER; MILLIGAN, 2005 apud SOUZA et al., 2008).

2.3 O PIGMENTO ANTOCIANINA

A alface é um alimento funcional por apresentar em sua composição os polifénóis, e outros compostos bioativos como as antocianinas, carotenoides e clorofila que, por sua vez, modulam os processos metabólicos ou fisiológicos, acarretando em uma redução do risco de doenças e a manutenção da saúde e, além disso, a alface possui vitaminas e baixo teor calórico (MARTINS, 2016; FAGUNDES; COSTA, 2003).

Os compostos fenólicos são substâncias produzidas pelas plantas e que desempenham diversas funções biológicas, como a atividade antioxidante. O maior grupo dos compostos fenólicos são os flavonoides, no qual incluem as antocianinas (MARTINS, 2016).

As antocianinas são responsáveis pela coloração azul, vermelha, violeta e roxa das flores, frutos e folhas da maioria dos vegetais, principalmente espécies frutíferas e hortícolas, com destaque para a uva, açaí, ameixa, amora, cereja, framboesa, maçã, morango, acerola, batata roxa, berinjela e repolho roxo (VOLP et al., 2008; EIBOND et al., 2004). Esses pigmentos estão presentes nos vacúolos celulares dos vegetais (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Os antioxidantes são moléculas que possuem cargas positivas e, por isso, se ligam aos radicais livres que possuem cargas negativas, tornando-os inofensivos, ou seja, impedindo a oxidação de substâncias químicas (BARREIROS et al., 2010). Entre os benefícios para a saúde está a redução de risco de câncer e de doenças cardiovasculares (SANTOS et al., 2014).

Nos Estados Unidos e Brasil, o crescente mercado de *mix salad*, denominado saladas prontas, composta por diferentes folhosas, tem elevado o consumo de alface vermelha arroxeadada. O uso para tal finalidade faz com que a alface de pigmentação arroxeadada, a qual possui a presença elevada de antocianina, aumente a sua atratividade, tornando-se uma opção para estimular seu consumo por crianças (SALA; COSTA, 2005).

O teor de antocianina e o teor de clorofila determinam a intensidade e a coloração vermelha nas folhas de alface (RYDER, 1999 apud SALA; COSTA, 2005). É possível identificar uma série de tonalidades de verde, todavia, mutantes deletérios são responsáveis pela deficiência de clorofila. Estudos demonstram que o decréscimo do teor de clorofila é decorrente de um alelo recessivo (SALA, 2011).

A ausência ou presença de antocianina é controlada por um par de genes complementares (CcGg) e por alelos múltiplos que regulam a distribuição e intensidade da cor. Se apresentar um alelo dominante para os genes C e G, a coloração das folhas será vermelha, caso contrário, será verde. Os alelos múltiplos são: *R* atribui uma coloração vermelha uniforme sobre a superfície da folha, que com a prevalência do alelo *i* aumenta a quantidade de antocianina e, conseqüentemente, a intensidade do vermelho; *R^s* confere manchas foliares vermelhas; *R^f* atribui uma tonalidade avermelhada nas margens das folhas; *R^{bs}* concede uma coloração avermelhada às folhas jovens; e outros alelos como o *Rrb*, também foram identificados para a coloração vermelha. Além das folhas, o gene de antocianina afeta a distribuição da coloração no caule, botão da flor e pétalas florais (LINDQUIST, 1960; THOMPSON, 1938; RYDER, 1999 apud SALA, 2011).

Um exemplo de cultivar desenvolvida em programa de melhoramento genético objetivando a obtenção de elevado teor de antocianina é a Pira Roxa, do tipo crespa, de coloração vermelha intensa, e resistente ao pendoamento precoce, além de possuir resistência aos patógenos *Thielaviopsis basicola*, *Bremia lactucae* e ao vírus do mosaico da alface - LMV, patótipo II (SALA; COSTA, 2005).

2.4 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

A qualidade dos produtos hortícolas é baseada em características e propriedades de cada alimento, revelando propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor e aroma), valor nutricional e multifuncional, devido aos componentes químicos, propriedades mecânicas e a possibilidade de existência de defeitos no produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Vale destacar que a qualidade e a regularidade em hortaliças são práticas difíceis de serem mantidas devido a fatores como as altas temperaturas (acima de 20 °C) e fotoperíodo longo (SILVA; LEAL; MALUF, 1999).

A qualidade comercial da alface também é avaliada por meio de características comerciais atribuídas à cabeça. No caso da alface americana, o padrão comercial requer cabeças grandes e densas, bem formadas e simétricas (DORIGUETTO, 2014).

A importância dos estudos de correlação entre características agronômicas de interesse para a comercialização está relacionada com a seleção de caracteres considerando que um poderá influenciar o outro (SOUZA, 2006). A correlação pode ser definida como uma medida de intensidade de associação entre duas variáveis, ou uma medida do grau de variação conjunta de duas variáveis, que pode ser positiva ou negativa (ROSSMAN, 2001).

2.5 MELHORAMENTO GENÉTICO DA ALFACE

No Brasil, o melhoramento genético da alface começou na década de 1960 pelo pesquisador Hiroshi Nagai, concentrando-se seus estudos na obtenção de genótipos resistentes a fitopatógenos e ao calor (MELO; MELO, 2003).

O programa de melhoramento inicia-se com a seleção fenotípica de, no mínimo, dois progenitores que são escolhidos por apresentarem características de interesse agronômico, e que possuem divergências genéticas entre si e alto grau de compatibilidade (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Os principais métodos de seleção adotados na cultura da alface são: método genealógico, retrocruzamento, seleção massal e *Single Seed Descent* (SSD). O método genealógico é utilizado para combinar características de interesse entre dois ou mais genitores, visando eliminar expressões indesejáveis dos pais. O retrocruzamento tem o objetivo de introduzir um gene específico de um pai doador para um pai recorrente, com isso, as plantas selecionadas nas próximas gerações vão possuir o gene transferido ao pai recorrente. A seleção massal consiste em selecionar plantas desde inúmeros indivíduos resultantes de um cruzamento, e se destaca por uma enorme variabilidade genética e possibilidade de produzir variantes consideradas novas. O método SSD é baseado no avanço de gerações segregantes a partir de uma única semente de cada indivíduo, ou seja, a partir da geração F₂ cada linhagem corresponde a uma planta F₂ diferente, reduzindo a perda por amostragem deficiente (MOU, 2008).

A alface apresenta características que tornam a espécie favorável para estudos genéticos, como um ciclo precoce, autocompatibilidade, baixa taxa de polinização cruzada (máxima de 5%) e número reduzido de cromossomos (2n=18 cromossomos) (ARAÚJO, 2010). Os trabalhos de melhoramento genético com essa cultura devem considerar os efeitos do ambiente, da temperatura, das características agronômicas e da forma como esses afetam a qualidade do produto final (SOUZA et al., 2008).

2.6 COMPONENTES GENÉTICOS

O sucesso do programa de melhoramento genético consiste no conhecimento da natureza e da variabilidade genética de determinada população, visto que, a seleção de indivíduos influi na expressão do potencial genético (ARAÚJO et al., 2014b). Essa seleção baseia-se na transformação de um componente da biodiversidade em um recurso genético (CLEMENT, 2001).

A presença de variabilidade genética é fundamental na obtenção de genótipos superiores em gerações avançadas de um programa de melhoramento proveniente de hibridação de um germoplasma de interesse (SOUZA et al., 2008). As estimativas dos componentes da variabilidade existente nas populações e o quanto é decorrente das diferenças genéticas é fundamental em um programa de melhoramento, pois permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para a seleção (RAMALHO et al., 2012a).

A variância genética é um componente relevante para o melhoramento, visto que, é a principal causa de semelhança entre os parentes de uma família de plantas, enquanto a variância fenotípica é em função de variáveis herdáveis e não herdáveis (FALCONER, 1987 apud SOUZA, 2006).

Os indivíduos são geneticamente controlados ou não, com isso, é possível determinar a variabilidade de uma população e responder o motivo da variação fenotípica (CRUZ, 2005). Essa variação compreende os componentes decorrentes do efeito do ambiente, da segregação e a recombinação dos genes que originam a variabilidade genética (RAMALHO et al., 2012a), podendo ser deduzida pela fórmula $V_F = V_G + V_E + V_{GE}$, a qual é o resultado da soma da variância dos fatores genéticos, da variância ligada aos fatores ambientais e a interação entre essas variâncias (BESPALHOK FILHO; GUERRA; OLIVEIRA, 2007). O conhecimento da magnitude do efeito do ambiente é importante, pois o melhorista nem sempre pode prever suas variações (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Estimar as variações, sendo elas resultantes dos efeitos genéticos e ambientais, em relação a caracteres de interesse, contribui na escolha de indivíduos a serem selecionados e na determinação do método de melhoramento, assim como as correlações genéticas. Contudo, a estimativa de herdabilidade, além de auxiliar na definição de estratégias de seleção, também auxilia na predição de ganhos genéticos (CRUZ, 2005).

A análise dos caracteres quantitativos baseia-se na quantificação da variação em torno de uma população. Uma das contribuições da genética quantitativa é a possibilidade de

se estimar o ganho obtido com uma seleção adotada pelo programa de melhoramento genético (BESPALHOK FILHO; GUERRA; OLIVEIRA, 2007).

As estimativas dos componentes de variância e a herdabilidade podem orientar os melhoristas nas seguintes fases do programa de melhoramento: na criação da variabilidade genética; seleção de indivíduos superiores em uma população; e o modo de utilização desses indivíduos (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Deve-se salientar que a herdabilidade é a proporção de variância genética sobre a variância fenotípica total, em outros termos, é a proporção herdável da variabilidade total que pode ser modificada de acordo com os fatores ambientais (BESPALHOK FILHO; GUERRA; OLIVEIRA, 2007). A herdabilidade no sentido restrito expressa somente a variância genética aditiva, ou seja, aquela que é fixada pela seleção, e a herdabilidade no sentido amplo envolve toda a variância genética (RAMALHO et al., 2012a). Esta última pode variar de 0 a 1, sendo que 0 revela que a variabilidade do caráter não tem origem genética e sim, ambiental, portanto, não haverá ganhos genéticos por seleção; 1 indica que as variâncias fenotípicas entre os indivíduos são causadas somente por diferenças genéticas entre os mesmos; e entre 0 e 1, os fatores tanto genéticos quanto ambientais, influenciam na variância fenotípica (PIERCE, 2004 apud SOUZA, 2006).

A herdabilidade varia de acordo com as características agronômicas, com isso, em relação ao período fenológico de desenvolvimento de uma característica, uma das teorias é que as características que se desenvolvem em um curto tempo estariam menos sujeitas aos efeitos ambientais e, portanto, apresentam maior herdabilidade (BORÉM; MIRANDA, 2013).

O diferencial de seleção é a superioridade dos indivíduos selecionados, ou seja, a média da melhor população, em relação a todos os indivíduos da população. Uma aplicação desse componente é quando se seleciona poucos indivíduos mais extremos e, então, o valor do diferencial de seleção é elevado e, conseqüentemente, o ganho com a seleção é incrementado. Quanto menor é a estimativa de herdabilidade, menor será a proporção do diferencial de seleção, no qual será transmitido aos descendentes (RAMALHO et al., 2012a).

Prever a resposta à seleção antes de sua realização possibilita definir alternativas para melhorar a eficiência do processo. Em vista disso, a estimativa do ganho esperado com a seleção é muito relevante nos programas de melhoramento (RAMALHO et al., 2012b).

O ganho de seleção é obtido em função do diferencial de seleção e da herdabilidade (BESPALHOK FILHO; GUERRA; OLIVEIRA, 2007). A expressão do ganho

com a seleção pode ser obtida em qualquer geração em que as progênes sejam avaliadas, independentemente do método de seleção (RAMALHO et al., 2012b).

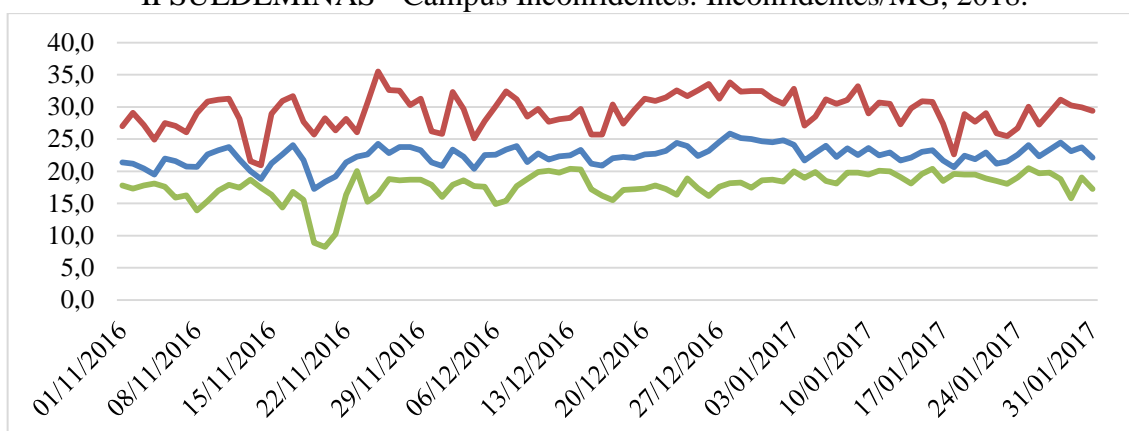
Em uma população de plantas em que haja variabilidade, ainda pode-se estimar a média da população ou indivíduo melhorado após a seleção. Esse parâmetro corresponde na somatória da média da população original e ao ganho de seleção (BESPALHOK FILHO; GUERRA; OLIVEIRA, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Unidade Educacional de Produção de Olericultura da Fazenda-Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes. Localizada a uma altitude de 869 metros, situados à latitude 22° 19' 00" Sul e longitude 46° 19' 40" Oeste, possui um clima classificado como Cwb (clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado), com a temperatura média anual de 19,3 °C (BRASIL, 1992; FAO, 1985). O Gráfico 1 demonstra os dados de temperatura durante a condução do experimento: no mês de novembro de 2016, a temperatura média foi de 21,6 °C, a máxima de 28,5 °C e mínima de 16,3 °C; no mês de dezembro do mesmo ano, a temperatura média foi de 22,9 °C, a máxima de 30,1 °C e mínima de 17,7 °C; e no mês de janeiro de 2017, a temperatura média de 22,8 °C, a máxima de 29,2 °C e mínima de 19,1 °C.

Gráfico 1 – Temperaturas média, máxima e mínima de novembro de 2016 a janeiro de 2017 de Inconfidentes, Minas Gerais. Legenda: a linha vermelha indica a temperatura máxima, a azul a temperatura média e a cinza a temperatura mínima. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Da Autora (2018).

3.2 OBTENÇÃO DAS PROGÊNIES F_{2:3}

As plantas foram obtidas a partir do cruzamento das cultivares ‘Salinas 88’ e ‘Colorado’. A cv. Salinas 88 é do tipo americana, com sensibilidade ao florescimento precoce, e com resistências ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne incognita*, raças I e II) e ao vírus do mosaico da alface (*Lettuce mosaic virus*, LMV, raças I, II e III) (ARAÚJO et al., 2014a). A cv. Colorado é do tipo crespa, com folhas soltas, de coloração arroxeadada, o que indica elevado conteúdo de antocianina (CARVALHO FILHO; GOMES; CARVALHO, 2012), e com resistências ao florescimento precoce e ao míldio (*Bremia Lactuca*).

Na geração F₂ foram selecionadas vinte plantas com as características de interesse: tipo americana, coloração avermelhada indicando altos teores de antocianina e resistência ao florescimento precoce (maior tempo para emissão do pendão floral).

3.3 PLANO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com vinte progênies F_{2:3} de alface (Tabela 1) e duas testemunhas, sendo a cultivar Grandes Lagos e a cultivar Silvana, cultivares comerciais do tipo americana, com quatro repetições e parcelas de dezesseis plantas, espaçadas 30 cm entre linhas e entre plantas. As parcelas foram dispostas em canteiros de 1,20 m de largura e quatro fileiras de plantas.

Tabela 1 – As vinte progênies F_{2:3} de alface avaliadas. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

Progênies		
AFX-024B-1369	AFX-024B-1354	AFX-024B-1179
AFX-024B-1303	AFX-024B-1129	AFX-024B-1152
AFX-024B-1271	AFX-024B-2156	AFX-024B-2313
AFX-024B-1126	AFX-024B-1159	AFX-024B-1365
AFX-024B-1311	AFX-024B-1332	AFX-024B-1389
AFX-024B-1213	AFX-024B-1206	AFX-024B-1397
AFX-024B-2115	AFX-024B-1318	

Fonte: Da Autora (2018).

3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a formação das mudas, no dia 04 de novembro de 2016 foi feita a semeadura em bandeja de polipropileno, previamente preenchidas com substrato comercial organomineral e recobertas com vermiculita expandida. Em cada célula, foram semeadas três sementes e, após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando uma plântula por célula.

Quando as mudas apresentaram seu pleno desenvolvimento, com três pares de folhas verdadeiras bem desenvolvidas, as mesmas foram transplantadas para canteiros pré-preparados em estufas cobertas. Os tratos culturais e adubações foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura da alface.

No dia 25 de janeiro de 2017, quando as plantas atingiram o tamanho comercial (cabeças compactas e bem formadas), as quatro plantas centrais de cada parcela foram colhidas para a avaliação agronômica. As plantas remanescentes foram mantidas para posterior colheita de sementes $F_{3;4}$, que foram utilizadas em um novo ciclo de seleção.

3.5 VARIÁVEIS AGRONÔMICAS

As avaliações agronômicas foram realizadas para auxiliar na determinação das progênes que serão utilizadas na obtenção das próximas gerações, visto que, além do alto teor visível de antocianina e resistência ao florescimento precoce, os parâmetros agronômicos descritos abaixo são relevantes para a comercialização:

a) Massa fresca (MF): as plantas colhidas foram pesadas para obtenção da massa fresca total em gramas, aferida em balança digital, levando-se em consideração a planta toda, logo após a colheita.

b) Massa fresca comercial (MFC): consiste na massa em gramas de cada planta após a realização do toalete, ou seja, depois da retirada das folhas externas, deixando as plantas limpas tal como são comercializadas.

c) Número de folhas (NF): foi contado o número de folhas presentes em cada planta após o toalete, sendo representado pela quantidade de folhas por planta.

d) Comprimento do caule (CC): foi medido com uma fita métrica, sendo expresso em centímetros.

e) Diâmetro do caule (DC): foi aferido com o auxílio de um paquímetro digital, sendo expresso em milímetros.

f) Circunferência horizontal (CH) e vertical (CV): foram mensuradas as circunferências de cada planta em centímetro, com o auxílio de uma fita métrica. A medição foi realizada para calcular, posteriormente, o volume.

g) Densidade (D): foi calculada por meio da relação massa fresca comercial, em gramas, pelo volume, em centímetro cúbico (1).

$$D = \text{MFC}/V \quad (1)$$

Em que:

D = densidade

MFC = massa fresca comercial

V = volume de cabeça

h) Volume (V): calculado através da fórmula do volume da esfera, dado em cm³ (2).

$$V = \frac{4\pi R^3}{3} \quad (2)$$

Em que:

V = volume

Após a realização dos cálculos acima apresentados foi calculada a Correlação de Pearson entre os parâmetros.

3.6 COMPONENTES GENÉTICOS

Com base nas variáveis agrônômicas, estimou-se os componentes de variância fenotípicos, ambientais e genéticos das progênies F_{2:3} de alface para os parâmetros de volume e densidade de cabeça, sendo estes:

a) Variância fenotípica (σ_f^2): calculado para cada variável agrônômica, baseando em todos os indivíduos da população F_{2:3} (3).

$$\sigma_f^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2} \quad (3)$$

Em que:

σ_f^2 = variância fenotípica

n = número total de indivíduos da população F_{2:3}

x = dados coletados de cada planta da população para cada parâmetro

b) Variância ambiental 1 (σ_{e1}^2): calculado para cada variável agrônômica, baseando nos dados coletados da testemunha cv. Grandes Lagos (4).

$$\sigma_{e1}^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2} \quad (4)$$

Em que:

σ_{e1}^2 = variância ambiental da testemunha cv. Grandes Lagos

n = número total de indivíduos avaliados da cv. Grandes Lagos

x = dados coletados de cada planta da cv. Grandes Lagos para cada parâmetro

c) Variância ambiental 2 (σ_{e2}^2): calculado para cada variável agrônômica, baseando nos dados coletados da testemunha cv. Silvana (5).

$$\sigma_{e2}^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2} \quad (5)$$

Em que:

σ_{e2}^2 = variância ambiental da testemunha cv. Silvana

n = número total de indivíduos avaliados da cv. Silvana

x = dados coletados de cada planta da cv. Silvana para cada parâmetro

d) Variância ambiental média (σ_e^2): é a média entre a variância ambiental 1 e 2 (6).

$$\sigma_e^2 = \frac{\sigma_{e1}^2 + \sigma_{e2}^2}{2} \quad (6)$$

Em que:

σ_e^2 = variância ambiental média

σ_{e1}^2 = variância ambiental da testemunha cv. Grandes Lagos

σ_{e2}^2 = variância ambiental da testemunha cv. Silvana

e) Variância genética (σ_g^2): calculado para cada variável agrônômica, onde reflete a variância fenotípica sem considerar a interferência ambiental (7). É dada pela diferença entre a variância fenotípica e a variância ambiental

$$\sigma_g^2 = \sigma_f^2 - \sigma_e^2 \quad (7)$$

Em que:

σ_g^2 = variância genética

σ_f^2 = variância fenotípica

σ_e^2 = variância ambiental média

f) Herdabilidade no sentido amplo (h^2): é o coeficiente resultante entre a variação do valor genotípico e o valor fenotípico (8).

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} \times 100 \quad (8)$$

Em que:

h^2 = herdabilidade no sentido amplo

σ_g^2 = variância genética

σ_f^2 = variância fenotípica

g) Diferencial de seleção (ds): o diferencial de seleção foi calculado pela diferença entre o valor médio volume e densidade das melhores progênes, consideradas aquelas com médias superiores e o valor médio de volume original de todas as famílias avaliadas (9). Foram selecionadas para o cálculo as progênes que apresentaram valor superior a 2700 cm³ de volume e 0,07 g.cm³ de densidade, que são valores correspondentes ao primeiro e segundo ranqueamento do teste de Scott-Knott (1974), o que implica em uma seleção menos rigorosa para manter a variabilidade genética das famílias (Tabela 2).

Tabela 2 – As progênes F_{2:3} de alface selecionadas para a avaliação dos parâmetros volume e densidade. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

Progênes		
Volume	Densidade	
AFX-024B-1303	AFX-024B-1369	AFX-024B-1179
AFX-024B-1271	AFX-024B-1126	AFX-024B-1152
AFX-024B-1311	AFX-024B-2115	AFX-024B-2313
AFX-024B-1354	AFX-024B-1129	AFX-024B-1389
AFX-024B-2156	AFX-024B-1159	AFX-024B-1397
AFX-024B-1206	AFX-024B-1332	
AFX-024B-1365	AFX-024B-1318	

Fonte: Da Autora (2018).

$$ds = Ms - Mo \quad (9)$$

Em que:

ds = diferencial de seleção

Ms = média das progênes selecionadas

Mo = média original da população

h) Ganho com a seleção (GS): foi calculado pelo produto entre o diferencial de seleção e a herdabilidade (10). Esse valor indica o quanto há de ganho ao fazer a seleção das melhores progênes.

$$GS = ds \times h^2 \quad (10)$$

Em que:

GS = ganho com a seleção

ds = diferencial de seleção

h^2 = herdabilidade no sentido amplo

i) Média melhorada (Mm): a média melhorada indica uma estimativa de qual será o valor fenotípico da geração seguinte, se apenas as plantas selecionadas forem utilizadas na composição da próxima geração. Esse valor é dado pela somatória da média original da população e do ganho de seleção calculado para volume e densidade com base nas melhores progênes (11).

$$Mm = Mo + GS \quad (11)$$

Em que:

Mm = média melhorada

Mo = média original

GS = ganho com a seleção

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados agronômicos avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974), através do Programa Sisvar (versão 5.6) (FERREIRA, 2014). No programa “R” foi calculada a correlação de Pearson, com significância aferida pelo teste t (R DEVELOPMENT..., 2008). Os componentes genéticos e os ganhos fenotípicos foram calculados pelo Software LibreOffice (versão 5.4.6) (LIBREOFFICE, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE DE MÉDIAS

O teste F foi significativo para todos os parâmetros avaliados, demonstrando que os tratamentos diferiram significativamente entre si. Os coeficientes de variação oscilaram entre 8,86% para o diâmetro do caule até 25,71% para o volume. Embora seja um valor alto, enquadrou-se como considerável, visto que na geração F_{2:3} a taxa de variabilidade genética ainda está muito alta por conta da segregação genotípica elevada nas gerações iniciais e, por isso, haviam indivíduos com florescimento precoce e tardio ao mesmo tempo. Além disso, pode-se observar que o segundo maior coeficiente foi o comprimento do caule (24,14%), sendo considerado um dos parâmetros mais influenciados pelas altas temperaturas (Tabela 3). Considerando as variáveis avaliadas neste trabalho, o estudo de Souza et al. (2008) revelou a maior variação (25,97%) para o comprimento do caule.

Tabela 3 - Análise de variância dos parâmetros agrônômicos das progênies F_{2:3} de alface americana. Legenda: FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; MF: massa fresca; MFC: massa fresca comercial; NF: número de folhas; CC: comprimento do caule; DC: diâmetro do caule; V: volume; D: densidade. *Significativo pelo teste F (P>0,001). IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

FV	GL	QM						
		MF (g)	MFC (g)	NF (unid.)	CC (cm)	DC (mm)	V (cm ³)	D (g/cm ³)
Bloco	3	1026,04	333,00	29,70	59,80	8,44	35047,65	0,000511
Famílias	21	11103,44*	11250,86*	44,42*	282,89*	26,97*	3804849,13*	0,002104*
Erro	63	103426,65	967,47	6,03	16,38	3,72	398544,73	0,000218
Total	87	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	230,54	171,81	20,06	17,16	21,80	2455,09	0,077
CV (%)	-	17,52	18,10	12,25	24,14	8,86	25,71	19,15

Fonte: Da Autora (2018).

Tabela 4 - Médias das características agrônômicas das progêneses F_{2,3} e das cultivares comerciais. Legenda: MF: massa fresca; MFC: massa fresca comercial; NF: número de folhas; CC: comprimento do caule; DC: diâmetro do caule; V: volume; D: densidade. As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

Tratamento	Média						
	MF ^l (g)	MFC (g)	NF (unid.)	CC (cm)	DC (mm)	V (cm ³)	D (g/cm ³)
Grandes Lagos	362,00 a	342,50 a	22,66 b	9,66 f	15,97 c	2432,07 c	0,1475 a
AFX-024B-1369	294,79 b	210,79 b	22,92 b	11,29 d	25,24 a	2206,27 c	0,0950 b
AFX-024B-1303	289,06 b	201,27 b	18,12 c	13,43 d	24,59 a	3011,31 b	0,0675 c
AFX-024B-1271	288,37 b	232,50 b	23,89 a	28,49 b	23,24 a	3694,32 b	0,0625 c
AFX-024B-1126	277,44 b	208,87 b	20,81 b	17,16 d	23,60 a	2324,17 c	0,0925 b
AFX-024B-1311	277,42 b	222,50 b	27,33 a	34,88 a	22,43 a	5288,00 a	0,0425 d
AFX-024B-1213	245,06 c	169,19 c	19,75 c	20,56 c	23,47 a	2778,65 b	0,0650 c
AFX-024B-2115	239,17 c	159,42 c	18,08 c	11,63 d	24,67 a	1946,88 c	0,0800 b
AFX-024B-1354	232,31 c	184,87 c	21,12 b	26,66 b	22,16 a	3075,30 b	0,0600 c
AFX-024B-1129	223,12 c	151,94 c	21,06 b	14,78 d	21,14 a	2251,24 c	0,0725 c
AFX-024B-2156	221,06 c	163,94 c	21,94 b	21,03 c	21,74 a	2793,83 b	0,0600 c
AFX-024B-1159	219,19 c	150,69 c	17,87 c	8,69 e	22,90 a	1649,17 c	0,0950 b
AFX-024B-1332	216,29 c	161,02 c	18,60 c	12,99 d	21,91 a	1807,55 c	0,0900 b
AFX-024B-1206	213,48 c	163,79 c	23,37 b	21,79 c	23,61 a	2746,71 b	0,0600 c
AFX-024B-1318	213,14 c	150,94 c	21,21 b	18,50 c	22,94 a	1945,36 c	0,0800 b
AFX-024B-1179	206,31 c	143,81 c	15,75 d	12,19 d	19,32 b	1689,55 c	0,0900 b
Silvana	209,08 c	149,21 c	19,34 c	21,16 c	20,76 a	3683,13 b	0,0425 d
AFX-024B-1152	204,03 c	145,11 c	16,75 d	11,65 d	23,09 a	1711,39 c	0,0900 b
AFX-024B-2313	199,56 c	132,37 c	16,75 d	11,88 d	23,16 a	1597,69 c	0,0875 b
AFX-024B-1365	199,53 c	160,69 c	24,53 a	32,07 a	19,31 b	3209,50 b	0,0500 d
AFX-024B-1389	132,50 d	92,50 d	15,06 d	8,56 e	17,70 c	1055,05 c	0,0875 b
AFX-024B-1397	125,25 d	81,86 d	14,44 d	8,49 e	16,65 c	1114,85 c	0,0775 b

Fonte: Da Autora (2018).

Na Tabela 4, as médias das características agrônômicas apresentaram-se em pelo menos quatro grupos de significância pelo teste de Scott-Knott (1974), exceto diâmetro do caule e volume que se posicionaram em três grupos.

Os parâmetros número de folhas, volume e massa fresca comercial são importantes para a rentabilidade da cultura, principalmente quando se necessita de uma planta compacta e com massa fresca mínima para a comercialização. Nestes quesitos, a progênie AFX-024B-1311 se sobressaiu em dois desses parâmetros, sendo o número de folhas, no qual essa progênie apresentou média de 27,33 folhas por planta e volume de cabeça de 5288 cm³ por planta. No entanto, em termos de densidade de cabeça, essa progênie não apresentou resultados satisfatórios, de modo que as plantas apresentam um volume significativo, mas o peso médio comercial não é elevado (Tabela 4).

Observa-se na Tabela 4, que o comportamento da cv. Grandes Lagos foi inverso nos parâmetros massa fresca e comprimento do caule, apresentando 362g e 9,66 cm, respectivamente. Oliveira et al. (2003) avaliando a estabilidade fenotípica de cultivares de alface, destacaram que a massa fresca pode ser influenciada pela cultivar, fotoperíodo e temperatura. Visto isso, é admissível esse antagonismo. Além disso, o comprimento do caule das plantas pode ser apontado como um parâmetro para verificar a resistência ao pendoamento (LUZ et al., 2009), podendo considerar que o pequeno alongamento do caule sofrido pela cv. Grandes Lagos, quando comparado aos demais tratamentos, implicou em um florescimento tardio, o que possibilitou um bom desenvolvimento da planta, ou seja, elevada massa fresca. Concomitantemente, a densidade de cabeça dessa cultivar foi de 0,1475 g.cm⁻³, sendo o tratamento com melhor desempenho para essa característica.

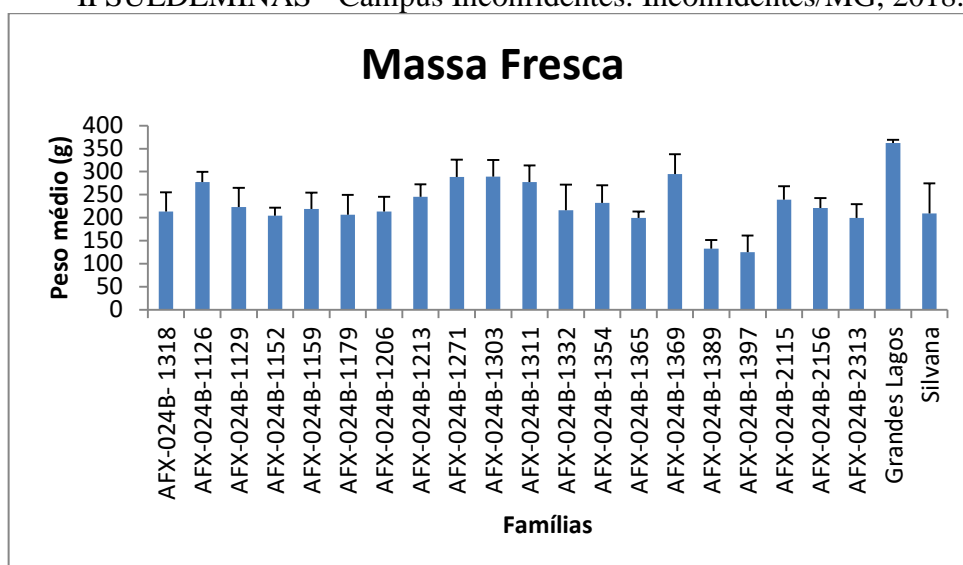
4.2 ANÁLISES DAS VARIÁVEIS AGRONÔMICAS

No Gráfico 2 é possível visualizar de maneira mais clara que a cultivar Grandes Lagos foi superior aos demais tratamentos, apresentando 362 g de massa fresca, o que resulta em 67,21 g a mais que o segundo maior valor encontrado referente a progênie AFX-024B-1369, porém esta não diferiu das progênies AFX-024B-1303, AFX-024B-1271, AFX-024B-1126 e AFX-024B-1311. Os dados médios de MF variaram de 125,25 até 362,50 g.planta⁻¹. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Yuri et al. (2005) que avaliou em condições de verão as cultivares de alface no município de Santo Antônio do Amparo e, obteve uma variação de massa fresca da cabeça entre 332,8 a 620 g.planta⁻¹. Porém na literatura encontram-se dados superiores, como o estudo de Doriguêto (2014) com a avaliação de linhagens avançadas de alfaces americanas, com massas médias de cabeça variando entre 860 a 1150 g.planta⁻¹. Porém, esses resultados superiores foram obtidos com o plantio da alface

americana em condições de clima ameno (mês de junho de 2013), que permitiu um bom desenvolvimento vegetativo das plantas.

A cv. Grandes Lagos teve a menor variação de valores dentro das parcelas quando comparado as progênes e a cv. Silvana (Gráfico 2). Já o tratamento com a cv. Silvana apresentou a maior variação dentro das parcelas, provavelmente por se tratar de uma alface americana de inverno conduzida no verão, o que pode ter influenciado na desuniformidade das plantas.

Gráfico 2 – Médias da variável massa fresca das progênes e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Da Autora (2018).

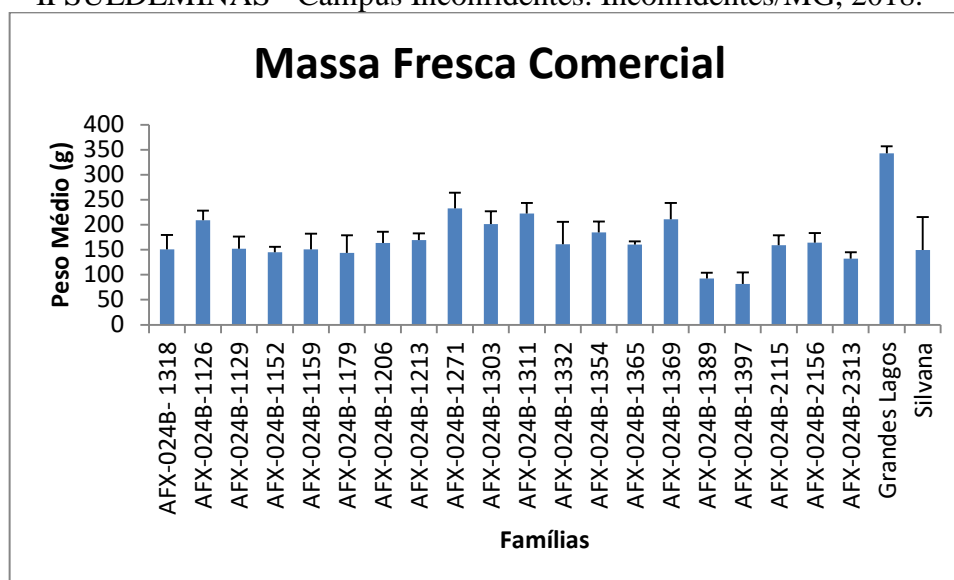
A significância dos parâmetros massa fresca (Gráfico 2) e massa fresca comercial (Gráfico 3) foram estatisticamente iguais, portanto, a maior massa fresca comercial foi encontrada para a cv. Grandes Lagos (342,50 g), no qual diminuiu apenas 19,50 g por planta após o toalete. Esse valor de massa fresca comercial é superior à média das plantas de todos os tratamentos que ficou em torno de 171,81 g (Tabela 3) e também superior à média de todos os tratamentos estudados por Souza (2006), com 289 g por planta.

A perda de folhas não comerciais, após o toalete, variou de 19,5 g a 87,79 g para a cv. Grandes Lagos e AFX-024B-1303, respectivamente. Vale destacar que grandes perdas não são interessantes, pois afetam no volume final da cabeça.

Os rendimentos da cultura da alface são bastante variáveis dependendo da cultivar, do local de produção e das condições climáticas (VILLELA et al., 2010). Assim, uma cultivar para ser comercializada passa por um processo de testes em diferentes regiões

para definir suas recomendações para o plantio. Por isso, a cv. Grandes Lagos expressa algumas características relevantes sobre as progênes avaliadas, porém deve ser lembrado que essas progênes ainda estão com alta taxa de heterozigose.

Gráfico 3 – Médias da variável massa fresca comercial das progênes e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Da Autora (2018).

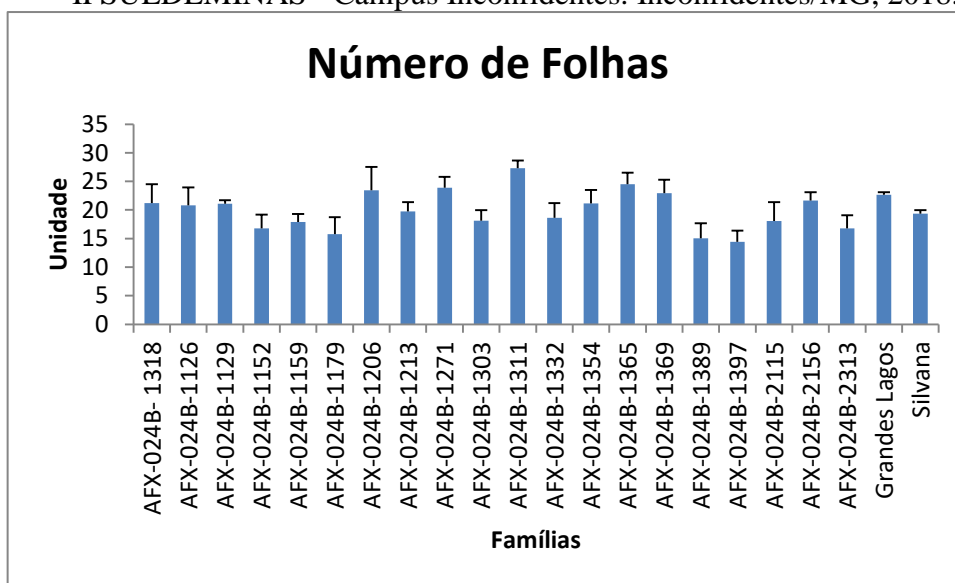
O Gráfico 4 revela que a progênie AFX-024B-1397 demonstrou a menor média de número de folhas, equivalente a 14,44, e a progênie AFX-024B-1311 a maior média com 27,33 folhas. A AFX-024B-1311 não diferiu significativamente das progênes AFX-024B-1365 e AFX-024B-1271. Sala (2011) relatou que o mercado brasileiro exige plantas com formação de cabeça protegida com o maior número de folhas possível.

A temperatura e o comprimento do dia são os principais elementos do ambiente condicionantes do desenvolvimento das plantas e, assim, interfere tanto na emissão de folhas quanto na mudança do estágio fenológico (SANTANA et al.,2005). Paralelo a isso, o florescimento precoce provoca o alongamento do caule e a redução do número de folhas e da formação da cabeça comercial (FIORINI, 2005) para a emissão do pendão floral durante a transição da fase vegetativa para reprodutiva (OLIVEIRA et al., 2015).

O Gráfico 5 expressa o comprimento do caule, como uma variável indicativa de limitação para a produção de alfaces no verão, pois quanto mais sensível a planta às variações de temperatura, mais precocemente ocorre a alongação do caule, indicando a transição do período vegetativo para o reprodutivo. Desta forma, plantas mais sensíveis tendem a ter os caules maiores, levando à emissão precoce do pendão floral. Neste sentido, as progênes

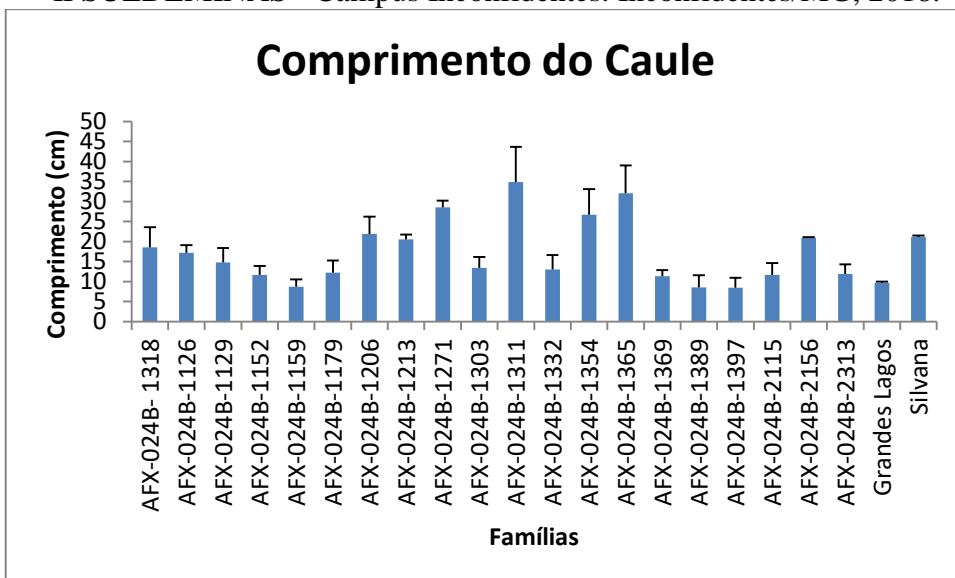
AFX-024B-1311 e AFX-024B-1365 demonstraram os maiores valores, respectivamente, de 38,44 cm e 32,07 cm de comprimento de caule, valores esses irrelevantes ao melhoramento da cultura, uma vez que indicam que a planta já estava em pleno florescimento na ocasião da colheita, que ocorreu aos 57 dias após o transplante. Sala (2011) abordou que a prioridade para um genótipo de alface americana é a tolerância ao pendoamento, variedades aquelas que apresentam um caule pequeno no período de colheita.

Gráfico 4 – Médias da variável número de folhas das progênes e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Da Autora (2018).

Gráfico 5 – Médias da variável comprimento de caule das progênes e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

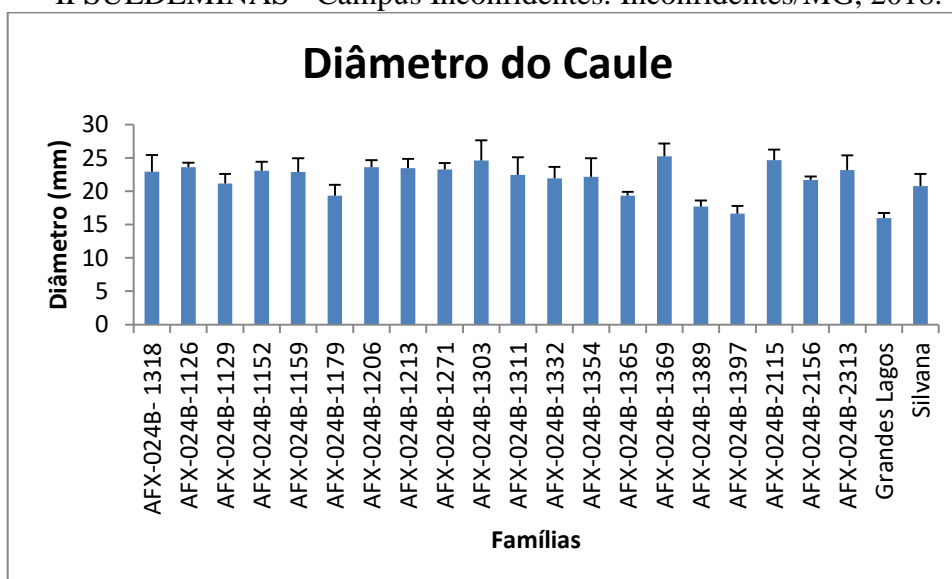


Fonte: Da Autora (2018).

De acordo com Sala et al. (2005), temperaturas elevadas ocasionaram uma aceleração no desenvolvimento das plantas de alface, promovendo o aumento no comprimento do caule. Suinaga et al. (2013) revelaram que a cv. Grandes Lagos apresenta uma baixa tolerância ao florescimento precoce, com um comprimento do caule de 8,02 cm, porém neste trabalho apresentou o menor tamanho de caule (9,66 cm), diferindo dos outros tratamentos (Tabela 4). Essa pequena diferença provavelmente se deu por conta das altas temperaturas registradas na época da instalação do ensaio, que foram da ordem de 21,6 °C (Gráfico 1).

No Gráfico 6, o diâmetro do caule foi menor para a cultivar Grandes Lagos e progênes AFX-024B-1389 e AFX-024B-1397, com uma média de 16,77 mm. É possível comprovar através da visualização do gráfico que foi o parâmetro que teve o menor coeficiente de variação. No trabalho de Santi et al. (2010) com a ação de materiais orgânicos na influência do diâmetro do caule de alface, em Alta Floresta/MT, cuja temperatura média anual é de 24 °C, verificou-se com o tratamento de esterco um diâmetro para a cv. Grandes Lagos de 16,95 mm, sendo que neste trabalho a cv. apresentou 15,97 mm. Portanto, os valores aproximados mostraram que não houve uma discrepância nos dados mesmo com os experimentos sendo conduzidos em áreas distantes e com condições ambientais diferentes.

Gráfico 6 – Médias da variável diâmetro do caule das progênes e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Da Autora (2018).

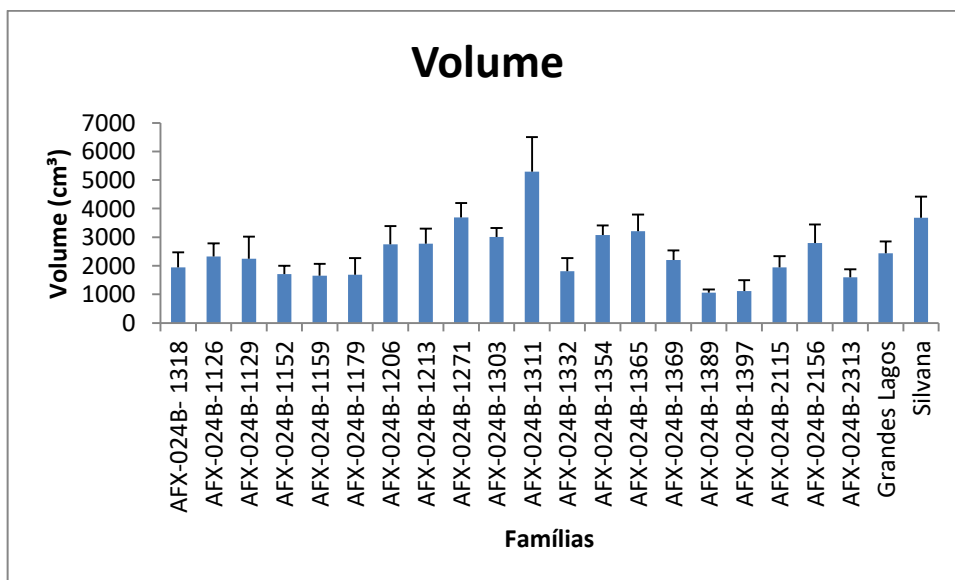
Além desses tratamentos em destaque, todas as outras progênes não diferiram entre si, exceto a AFX-024B-1179 e AFX-024B-1365, novamente mostrando que é um

parâmetro que não sofre tanta modificação. Brzezinski et al. (2017) com o estudo de produção de cultivares de alface americana cultivado no campo e em túnel baixo, a cv. Grandes Lagos apresentou um diâmetro do caule maior (23,3 mm), nas condições de União da Vitória no Paraná, com temperatura média de 21 °C.

No Gráfico 7, pode-se perceber que a AFX-024B-1311 obteve o maior volume de planta, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos. Isso ocorreu porque essa progênie apresentou um bom valor para MFC de 222,50 g, que só não foi superior a cv. Grandes Lagos. Uma planta volumosa implica em uma alta quantidade de área foliar. Embora a cv. tenha apresentado a maior MFC (342,50 g), seu volume foi abaixo da média 2455,09 cm³ (Tabela 4), pois apresentou o menor diâmetro de caule e número de folhas, sendo neste caso, folhas maiores e mais finas.

A variável V foi a única em que a cultivar Silvana se superou em relação a cultivar Grandes Lagos, por ter demonstrado um desempenho semelhante nos parâmetros MF, MFC, DC e V que a progênie AFX-024B-1311, porém, com valores abaixo, apresentando a mesma significância somente para o parâmetro DC.

Gráfico 7 – Médias da variável volume das progênies e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



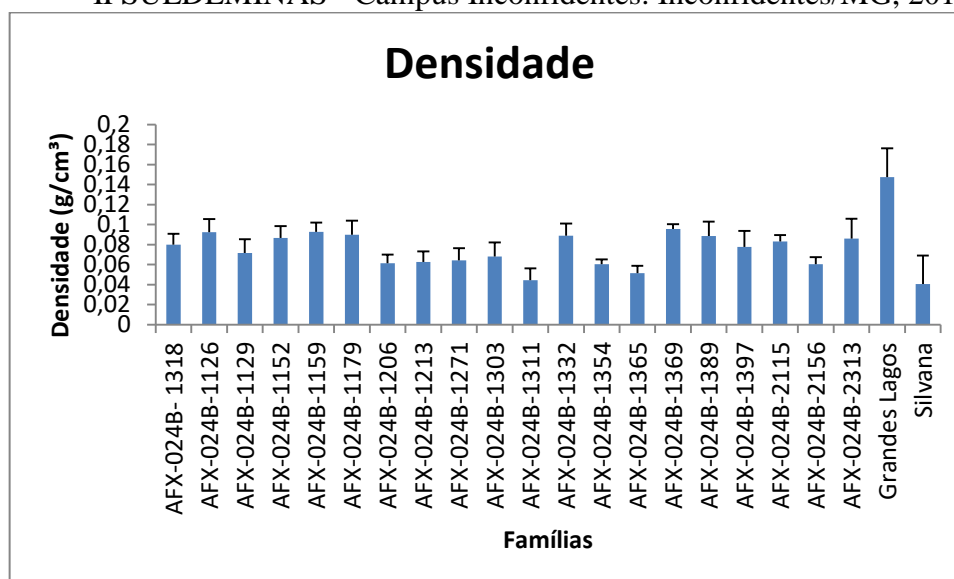
Fonte: Da Autora (2018).

De acordo com os dados dispostos no Gráfico 8, a cultivar Grandes Lagos indicou a maior densidade de planta (0,1475 g.cm³), pois quanto maior é a MFC e menor o V, maior é a densidade. As menores médias de densidade foram encontradas em AFX-024B-1311, AFX-024B-1365 e Silvana, com 0,0425 g.cm⁻³, 0,0500 g.cm⁻³ e 0,0425 g.cm⁻³, respectivamente.

Doriguêto (2014) apontou que as características desejáveis para uma alface americana de qualidade para a comercialização são cabeças bem formadas e simétricas, sendo o tamanho e a densidade dependentes do nicho de mercado.

Oliveira (2012) avaliou o desempenho de famílias F₃ de alface americana do cruzamento ‘Salinas 88’ e ‘ALF-008’ nos municípios de Bambuí/MG, onde a temperatura média anual é de 20,7 °C, a média máxima anual 28,5 °C e mínima anual de 14,6 °C e, em Ijaci/MG, onde a temperatura média anual é de 19,4 °C, média máxima anual 26,1 °C e mínima anual 14,8°C. Em Ijaci a semeadura foi em maio de 2011, com avaliação em agosto do mesmo ano e, em Bambuí a semeadura foi em agosto de 2011 e colheita em novembro de 2011. A média de densidade de cabeça encontrada no município de Bambuí foi de 0,3383 g.cm⁻³, enquanto em Ijaci foi de 0,3424 g.cm⁻³. Esses valores são acima da média encontrada no presente trabalho (0,077 g.cm⁻³), pois no estudo de Oliveira (2012) foram obtidas maiores resultados para MF e MFC, com médias de 519,79 g e 345,92 g, respectivamente. Além disso, essas progênes avaliadas por Oliveira (2012) já encontram-se com a característica de alface americana compacta. O mesmo autor relatou que cabeças comerciais com maior massa, associada à maior densidade, caracterizam um produto de melhor qualidade para a comercialização.

Gráfico 8 – Médias da variável densidade das progênes e variedades comerciais. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Da Autora (2018).

Um ponto que merece destaque é que as progênes estudadas apresentaram diferenças estatísticas entre si para as variáveis avaliadas, o que facilita o processo de seleção.

Mesmo havendo parâmetros em que a cv. Grandes Lagos melhor se expressou em relação às progênies, algumas dessas obtiveram um desempenho equiparado a cv.

Atrelado às características agronômicas, a coloração das arroxeadas das folhas é importante e deve ser priorizada no decorrer das seleções.

4.3 ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DE PEARSON

Todos os parâmetros avaliados apresentaram correlação significativa entre si, exceto a D com a MF e com o DC e, o DC com o CC (Tabela 5).

Tabela 5 - Correlações de Pearson das variáveis agronômicas avaliadas nas progênies F_{2:3} de alface americana. Legenda: MF: massa fresca (g); MFC: massa fresca comercial; NF: número de folhas; CC: comprimento do caule; DC: diâmetro do caule; V: volume; D: densidade. *,**Significativo a 5% pelo teste t. ^{n.s.} não significativo. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

	Variáveis agronômicas					
	MFC (g)	NF (unid.)	CC (cm)	DC (mm)	V (cm ³)	D (g/cm ³)
MF	0,96**	0,54**	0,43**	0,79**	0,60**	-0,11 ^{n.s.}
MFC		0,65**	0,57**	0,69**	0,72**	-0,23*
NF			0,75**	0,33*	0,69**	-0,49**
CC				0,18 ^{n.s.}	0,84**	-0,67**
DC					0,26*	0,14 ^{n.s.}
V						-0,76**

Fonte: Da Autora (2018).

No trabalho de Falconer (1987 apud SOUZA et al., 2008), as causas da variação genética e ambiental influenciaram na correlação de NF e CC de modo que apresentaram uma correlação negativa. Entretanto, neste trabalho a correlação fenotípica entre esses parâmetros foram positivas (0,75) e, inclusive, foi alta. Radin et al. (2004) revelou que a temperatura exerce efeito significativo na taxa de aparecimento de folhas em diversas espécies de plantas e, além disso, como mencionado anteriormente, as altas temperaturas também propiciam o aumento do comprimento do caule, sendo assim, é aceitável a correlação apresentada.

A maior correlação fenotípica foi apresentada entre as variáveis MF e MFC, equivalente a 0,96. Isso demonstra uma característica interessante das progênies que devem ser prelevadas durante o programa de melhoramento.

O DC com o CC não apresentaram correlação significativa, em virtude da maioria das médias das progênies não terem se diferenciado entre si no parâmetro DC, ao contrário da variável CC (Tabela 4). Por esse mesmo motivo encontrado em DC, não houve correlação com o parâmetro D. Espera-se de uma planta densa que o diâmetro do caule seja reduzido, pois o objetivo para a comercialização é uma cabeça com grande quantidade de folhas e, não, um aumento do tamanho do caule.

O parâmetro V associado a MF e MFC, obtiveram bons valores de 0,60 e 0,72, respectivamente, pois cabeças bem desenvolvidas e tenras e com um tamanho volumoso é resultado de uma área foliar maior (FELTRIM; REGHIN; VINNE, 2003).

4.4 ANÁLISES DOS COMPONENTES GENÉTICOS

O parâmetro volume apresentou uma variância genética (1062078,41) maior que a ambiental (155881,16), ao inverso da densidade que apresentou uma maior variância ambiental (0,00033) quando comparada à genética (0,00031) (Tabela 6).

Tabela 6 – Estimativas dos componentes genéticos para as características agronômicas volume e densidade avaliadas nas progênies $F_{2:3}$ de alface americana. Legenda: σ^2_f : variância fenotípica; σ^2_{e1} : variância ambiental 1; σ^2_{e2} : variância ambiental 2; σ^2_e : variância ambiental média; σ^2_g : variância genética; h^2 : herdabilidade no sentido amplo. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

Componentes Genéticos	Parâmetros	
	Volume	Densidade
σ^2_f	1217959,57	0,00064
σ^2_{e1}	129864,56	0,00061
σ^2_{e2}	181897,75	0,00005
σ^2_e	155881,16	0,00033
σ^2_g	1062078,41	0,00031
h^2 (%)	87,20	48,28

Fonte: Da Autora (2018).

A herdabilidade mede o quanto da variação fenotípica é ligado a genes. Com isso, a variável V pode possuir caracteres controlados por poucos genes, tornando real a pequena ou nula influência do ambiente e, portanto, mostra uma alta herdabilidade de 87,20%. Segundo Cruz (2005), o alto valor compreende em alta correlação entre o valor fenotípico e o

genotípico, de forma que as diferenças encontradas nos indivíduos refletem as verdadeiras diferenças genéticas e garantirão, então, o sucesso da estratégia de seleção adotada.

No caso da densidade, a estreita diferença entre os valores de variância ambiental e a variância genética, gerou uma baixa herdabilidade.

Os valores do diferencial de seleção e do ganho com a seleção para os parâmetros volume e densidade estão dispostos na Tabela 7. Esses valores foram obtidos pela seleção de famílias cuja média de volume de cabeça tenha sido superior a 2700 cm³ e a média de densidade de cabeça tenha sido superior a 0,07 g.cm³.

Tabela 7 - Valores de diferencial de seleção, ganhos com a seleção e médias melhoradas atribuídas às variáveis volume e densidade. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

Parâmetros	Média original	Diferencial de seleção	Ganho com a seleção	Média melhorada
Volume (cm ³)	2394,84	970,79	846,55	3241,39
Densidade (g.cm ³)	0,075	0,0125	0,006	0,0812

Fonte: Da Autora (2018).

Os valores obtidos para diferencial de seleção para volume indicam que há uma superioridade de 970,79 cm³ nas melhores famílias selecionadas em relação à média geral. Esse valor quando utilizado no cálculo do ganho de seleção, considerando uma herdabilidade de 87,20% (Tabela 6), sugere que ao selecionar essas famílias, há um ganho da ordem de 35,34% na média da geração seguinte que é estimada em 3241,39 cm³ (Tabela 7).

Da mesma forma, as famílias selecionadas com base na densidade de cabeça superior a 0,07 g.cm³, resultam em um ganho com a seleção de 0,006 g.cm³, que resulta numa média de 0,0812 g.cm³ na geração seguinte. Um acréscimo da ordem de 8%. Esse menor acréscimo da densidade em relação ao volume se dá pelo reduzido valor de herdabilidade da densidade, o que sugere uma maior influência do ambiente nessa característica em relação ao volume de cabeça.

Os ganhos acima apresentados foram significativos, principalmente para o parâmetro volume, entretanto, para ambas as variáveis (V e D) há uma escassez de estudos de herdabilidade e ganhos genéticos para a cultura da alface e outras folhosas, tornando limitadas as comparações. Observa-se que os estudos são direcionados especialmente para as culturas de anuais de grande interesse econômico, visando vários parâmetros, como no estudo de Jost

et al. (2009) com o aumento de teor de ferro em feijão; Pinheiro et al. (2010) com a resistência de cenoura à nematoides; Costa et al. (2004) com ganhos por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja; Granate, Cruz e Pacheco (2002) com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43, entre outros. Sendo assim, esse trabalho se faz muito importante e de grande valia para a divulgação desse tipo de dados da cultura da alface.

5 CONCLUSÕES

Acredita-se na possibilidade de obtenção de um genótipo com as características de interesse a partir do avanço da progênie AFX-024B-1311, que se destacou nos parâmetros volume e número de folhas, considerando que uma seleção indireta ou combinada pode atrelar a característica de resistência ao florescimento precoce.

Da mesma forma, as progênies AFX-024B-1389 e AFX-024B-1397 devem ser avançadas, pois demonstraram serem as mais resistentes ao florescimento precoce, visto que, apresentaram baixos valores de comprimento do caule e, além disso, um menor diâmetro do caule e um bom resultado de densidade da cabeça.

A seleção para volume e densidade de cabeça em gerações iniciais é eficiente para aumentar os ganhos nas gerações seguintes sem perda de variabilidade genética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, FNP, 2012. 508 p.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, FNP, 2017. 482 p.

ARAÚJO, J. C. de. **Resistência de genótipos de alface ao míldio**. 2010. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

Disponível em:

<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4115/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Resist%C3%A4ncia%20de%20gen%C3%B3tipos%20de%20alface%20ao%20m%C3%ADdio.pdf>.

Acesso em: 30 mar. 2018.

ARAÚJO, T. S.; FIDELES FILHO, J.; KUMAR, K. K.; RAO, T. V. R. Crescimento de alface americana em função dos ambientes, épocas e graus-dia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 441-449, 2010.

ARAÚJO, J. C. de; GOMES, L. A. A.; FIORINI, C. V. A; DUTRA, T. de O. Reação de resistência ao míldio e seleção de genótipos nacionais resistentes em população F₂ de alface americana. **Revista Agroambiental**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 11-19, 2014a.

ARAÚJO, G. da S.; OSUNA, J. T. A.; PASSOS, A. R.; NASCIMENTO, M. N. do; SANTOS, K. S. dos. Estimativas dos parâmetros genéticos e correlações entre caracteres morfoagronômicos em progênies de *Ageratum conyzoides* L. **Magistra** [online], Cruz das Almas/BA, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2014b. Disponível em:

<<https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/486/265>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova** [online], v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n1/27866.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

BESPALHOK FILHO, J. C; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. Noções de genética quantitativa. In: _____. **Melhoramento de Plantas**. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2007. Cap. 5, p. 11-18. Disponível em:

<<http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%205.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Herdabilidade. In: _____. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2013. Cap. 8, 523 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normas climatológicas. 1961 – 1990. Brasília, 84 p. 1992.

BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 64, n. 1, p. 83-89, jan/fev 2017.

CARVALHO FILHO, J. L. S. de; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F4 de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2009.

CARVALHO FILHO, J. L. S. de; GOMES, L. A. A.; CARVALHO, R. R. C. Incidência de galhas de *Meloidogyne incognita* raça 1 em progênies de F_{2:3} ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface. **Scientia Plena**, Ijací, v. 8, n. 2, 7 p., 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 3. ed. rev. amp. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.

CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C., MELO I.S. VALADARES, M.C. (Eds). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2001. p. 423-441. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/95364855/Clement-2001-Melhoramento-Nativas>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; TREVISOLI, S. H. U; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, nov. 2004.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa/MG: UFV, 2005. 394 p.

DIAMANTE, M. S.; SEABRA JÚNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B. da; DALLACOR, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfices tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista de Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidante de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DORIGUETTO, M. C. de S. **Características comerciais e qualidade de sementes de linhagens avançadas de alface americana**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2880/2/DISSERTACAO_Character%20C3%ADsticas%20comerciais%20e%20qualidade%20de%20sementes%20de%20linhagens%20avan%20C3%A7ad as%20de%20alface%20americana.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2018.

EIBOND, L. S.; REYNERTSON, K. A.; LUO, X. D.; BRASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits. **Food Chemistry**, v. 84, n. 1, p. 23-28, 2004. Disponível em: < <https://ac.els-cdn.com/S0308814603001626/1-s2.0-S0308814603001626->

main.pdf?_tid=0d4d43d4-23fa-4747-b7bb-d7aedd3b513c&acdnat=1528298651_1082e3fb131f07cf6efda14c40002ceb>. Acesso em: 04 jun. 2018.

FAGUNDES, R. L. M.; COSTA, Y. R. Uso dos alimentos funcionais na alimentação. **Higiene alimentar**, v. 17, n. 108, p. 42-48, 2003.

FAO - Food and Agriculture Organization. Agroclimatological data for Latin América and Caribbean. Roma, 1985. (Coleção FAO: Produção e Proteção Vegetal, v. 24).

FELTRIM, A. L.; REGHIN, M. Y.; VINNE, J. V. A. Cultivo da alface com agrotêxtil em diferentes períodos. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 21-27, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. Asteráceas: Alface e outras hortaliças herbáceas. In: _____. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. Cap. 17, p. 301-306.

FIORINI, C. V. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; FIORINI, I. V. A.; DUARTE, R. P. F.; LICURSI, V. Avaliação de populações F₂ de alface quanto à resistência aos nematóides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 299-302, 2005.

GRANATE, M. J.; CRUZ, C. D.; PACHECO, C. A. P. Predição de ganho genético com diferentes índices de seleção no milho pipoca CMS-43. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 1001-1008, 2002.

JOST, E.; RIBEIRO, N. D.; CERUTTI, T.; POERSCH, N. L.; MAZIERO, S. M. Potencial de aumento do teor de ferro em grãos de feijão por melhoramento genético. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 35-42, 2009.

LIBREOFFICE. Versão 5.4.6. The Document Foundation, 2018. Disponível em: <<https://pt-br.libreoffice.org/baixar-já/>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

LUZ, A. O. da; SEABRA JÚNIOR, S.; SOUZA, S. B. S. de; NASCIMENTO, A. S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, Cáceres, v. 2, n. 6, p. 71-82, 2009.

MARTINS, L. M. **Cultivares de alface produzidas em três sistemas de produção**. 2016. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Dissertacao_Luma%2031_3_16.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2018.

MELO A. M. T.; MELO P. C. T. Hiroshi Nagai (1935-2003): sua vida e contribuições à olericultura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, 734 p., 2003.

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

MOU, B. Alface. In: PROENZ, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Vegetais I: Asteraceae, Brassicaceae, Cheonopiaceae e Cucurbitaceae**. New York: Springer Science + Business Media, 2008. p. 75-118.

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 v. 26, n. 2, p. 211-217, 2003.

OLIVEIRA, M. S. **Caracterização de famílias F₃ de alface americana quanto à resistência ao míldio e aos nematoides das galhas e aspectos comerciais**. 2012. 100 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1044/2/DISSERTACAO_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20fam%C3%ADlias%20F3%20de%20alface%20americana%20quanto%20%C3%A0%20resist%C3%Aancia%20ao%20m%C3%AD.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2018.

OLIVEIRA, N. S.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SILVA, D. O.; PASTORIZA, R. J. G.; MELO, R. A.; SILVA, J. W.; MENEZES, D. Seleção e parâmetros genéticos de progênes de coentro tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 319-323, 2015.

PAIVA, G. C.; SILVA, E. C.; MACIEL, M. G. Estimação da taxa de alogamia em alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMT, 2004. 1 CD-ROM.

PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F.; SILVA, G. O.; BISCAIA, D.; VIEIRA J. V. Herdabilidade e ganho de seleção na avaliação de populações de cenoura para resistência a mistura populacional de *M. javanica* e *M. incognita* raça 1. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 1169-1174, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Versão 3.4.4. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2008. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

RADIN, B.; REISSER JUNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 178-181, abril-junho 2004.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A. de; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. de. Genética quantitativa. In: _____. **Genética na agropecuária**. 5. ed. rev. Lavras: UFLA, 2012a. Cap. 12, p. 271-315.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; SANTOS, J. B. dos; NUNES, J. A. R. Conceito de herdabilidade e sua estimação. In: _____. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2012b. Cap. 7, 522 p.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola

Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001. Disponível em:
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-29072002-153415/publico/heiko.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SANTOS, A. C. A. dos; MARQUES, M. M. P.; SOARES, A. K. de O.; FARIAS, L. M. de; FERREIRA, A. K. A.; CARVALHO, M. L. Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. **Revista Interdisciplinar**, v. 7, n. 3, p. 149-156, 2014. Disponível em:
<https://revistainterdisciplinar.uninovafapi.edu.br/index.php/revinter/article/view/467/pdf_143>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. 'Piraroxa': cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 158-159, jan. 2005. Trimestral.

SALA, F. C.; FABRI, E. G.; COSTA, C. P.; MELO, P. C. T.; KEIGO, M. Pendoamento de alface roxa no cultivo de verão. **Horticultura Brasileira**, Piracicaba, v. 23, p. 2, 2005.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. da. 'Gloriosa': Cultivar de alface americana tropicalizada. **Horticultura Brasileira**, Paulínia, v. 26, n. 3, p. 409-410, 2008.

SALA, F. C. Melhoramento genético de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51., 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Horticultura Brasileira, 2011. v. 29, p. 5813 - 5827. Disponível em:
<http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/Fernando_sala_Melhoramento_Alfice.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

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

SANTANA, C. V. da S.; ALMEIDA, A. C. de; FRANÇA, F. dos S.; TURCO, S. H. N.; DANTAS, B. F.; ARAGÃO, C. A. Influência do sombreamento na produção de alface nas condições climáticas do semi-árido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2005. Disponível em:
<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/45_0028.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SANTI, A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; SILVA, A. F.; ALMEIDA, J. L.; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Alta Floresta, v. 28, n. 1, p. 87-90, 2010.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974. Disponível em:
<http://www.jstor.org/stable/2529204?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 05 fev. 2018.

SILVA, E. C. da; LEAL, N. R.; MALUF, W. R. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região norte-fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 491-499, jul./set. 1999.

SOUZA, M. da C. M. **Variabilidade genética e caracterização agrônômica de progênies de alface tolerantes ao calor**. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp004986.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

SOUZA, M. da C. M. de; RESENDE, L. V.; MENEZES, D.; LOGES, V.; SOUTO, T. A.; SANTOS, V. F. dos. Variabilidade genética para características agrônômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 354-358, 2008.

SOUZA, A. L. de; SEABRA JÚNIOR, S.; DIAMANTE, M. S.; SOUZA, L. H. C. de; NUNES, M. C. M. Comportamento de cultivares de alface americana sob clima tropical. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 123-129, 2013.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. da S. **Efeitos do calor e fontes tolerância ao florescimento precoce em variedades de alface do tipo americana**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 4 p. (88). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956365/efeitos-do-calor-e-fontes-tolerancia-ao-florescimento-precoce-em-variedades-de-alface-do-tipo-americana>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

VILLELA, R. P.; SOUZA, R. J. de; GUIMARÃES, R. M.; NASCIMENTO, W. M.; GOMES, L. A. A.; CARVALHO, B. O.; BUENO, A. C. R. Produção e desempenho de sementes de cultivares de alface em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 158-169, 2010.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4357744-Flavonoides-antocianinas-caracteristicas-e-propriedades-na-nutricao-e-saude.html>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

YURI, J. E.; SOUZA, R. J. de; RESENDE, G. M. de; MOTA, J. H. Comportamento de cultivares de alface americana em Santo Antônio do Amparo. **Horticultura Brasileira** [online], v. 23, n. 4, p. 870-874, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a02v23n4.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2018.