



**SYLMARA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE PROGÊNIES DE ALFACE QUANTO  
À TOLERÂNCIA AO VÍRUS DO MOSAICO DO ALFACE E  
AO NEMATOIDE DAS GALHAS E CARACTERÍSTICAS  
AGRONÔMICAS EM SISTEMA ORGÂNICO**

**LAVRAS – MG  
2018**

**SYLMARA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE PROGÊNIES DE ALFACE QUANTO À TOLERÂNCIA  
AO VÍRUS DO MOSAICO DO ALFACE E AO NEMATOIDE DAS GALHAS E  
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes  
Orientador

Dr. Renato Domiciano Silva Rosado  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2018**

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

Silva, Sylmara .

Caracterização de progênies de alface quanto à tolerância ao vírus do mosaico do alface e ao nematoide das galhas e características agronômicas em sistema orgânico / Sylmara Silva. - 2018.

82 p. : il.

Orientador(a): Luiz Antônio Augusto Gomes.

Coorientador(a): Renato Domiciano Silva Rosado.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Melhoramento genético. 2. Horticultura. 3. Lactuca sativa. I. Gomes, Luiz Antônio Augusto. II. Rosado, Renato Domiciano

**SYLMARA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE PROGÊNIES DE ALFACE QUANTO À TOLERÂNCIA  
AO VÍRUS DO MOSAICO DO ALFACE E AO NEMATOIDE DAS GALHAS E  
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, EM SISTEMA ORGÂNICO**

**CHARACTERIZATION OF LETTUCE PROGENIES REGARDING THE  
TOLERANCE TO LETTUCE MOSAIC VIRUS AND THE ROOT-KNOT  
NEMATODE AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS, IN ORGANIC SYSTEMS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2018.

Dra. Luciane Vilela Resende      UFLA

Dr. Luciano Donizete Gonçalves      IFMG

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes  
Orientador

Dr. Renato Domiciano Silva Rosado  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2018**

*Aos meus pais, Silma e Silmar,  
que sempre me incentivaram a buscar pelo conhecimento,  
mesmo diante das adversidades do cotidiano.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas de estudos.

Ao professor Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes, pela orientação, paciência, amizade e dedicação com que me orientou durante todo o mestrado, sempre me incentivando para que eu fizesse boas escolhas ao longo da minha trajetória, e para que eu não desanimasse diante das dificuldades.

Ao Dr. Renato Domiciano Silva Rosado, que me coorientou, e não mediu esforços para me auxiliar, sempre com muita dedicação, paciência e boa vontade.

Ao professor Cosme Damião Cruz, pelas sugestões na realização das análises estatísticas.

À HortiAgro Sementes S.A., por ceder as instalações e os materiais utilizados na condução dos ensaios experimentais que compõem este trabalho. E, em especial, aos seus funcionários, Vicente, Paulo, Ná, Naldo e Vanessa, pelo auxílio nas atividades.

Aos colegas do grupo de Melhoramento de Hortaliças, Gabriel, Raisla, Vitor, Andrei, Deborah, Pedro, Joana, André, Inês, Daniele e Breno, pela boa vontade, amizade e auxílio na condução dos experimentos.

À professora Dra. Luciane Vilela Resende, e aos funcionários do Setor de Olericultura, Stéfany, Josimar, Luiz e Alcione, que tão bem me receberam em Lavras, e que sempre me auxiliaram com boa vontade e alegria, apesar das dificuldades.

Ao professor Valter Carvalho de Andrade Júnior e à Doutora Aline, pelas contribuições para a melhoria desse trabalho, durante a qualificação.

À Prof. Dra. Antônia dos Reis Figueira, pela disponibilização do inóculo, e aos técnicos Carlos Roberto Torres e Alexandra, pelo auxílio na realização dos testes de LMV.

Ao Laboratório de Nematologia e ao técnico Tarley Luis de Paula, pela paciência e auxílio na realização do experimento com nematoides

Ao professor Luciano Donizete Gonçalves, que continuou me orientando profissionalmente e pessoalmente, mesmo após o término da graduação.

Aos meus pais, Silma e Silmar, e à minha irmã Synara, que mesmo distantes sempre me apoiaram, tentando tornar meus dias mais felizes e menos árduos.

Às minhas avós, Aparecida e Eni, e à minha madrinha Maria, que sempre me colocaram em suas orações.

Ao Tiago, pelo companheirismo, carinho e incentivo ao longo desta caminhada.

A todos os meus amigos que torceram por mim mesmo, mesmo estando muitas vezes distantes.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma etapa na minha vida!

**MUITO OBRIGADA!**

*“A natureza, em seus caprichos e mistérios  
condensa em pequenas coisas o poder de dirigir as grandes.*

*Nas sutis, a potência de dominar as mais grosseiras,  
nas coisas simples, a capacidade de reger as complexas”.*

*(Ana Primavesi)*

## RESUMO GERAL

A produção de alimentos orgânicos é um segmento em constante expansão no país, devido a busca dos consumidores por alimentos produzidos de forma mais sustentável. Entre os alimentos produzidos pela agricultura orgânica, a alface (*Lactuca sativa* L.) se destaca por ser a hortaliça folhosa de maior importância econômica para o Brasil. Além disso, possui uma grande importância social, uma vez que é largamente cultivada por agricultores familiares. Entretanto, não existem cultivares de alface desenvolvidas para esse sistema de cultivo. Entre as características desejáveis em uma cultivar de alface para a agricultura orgânica, destaca-se a resistência a doenças, dentre elas o nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) e o *Lettuce Mosaic Virus* (LMV), além de boas características agronômicas. Neste contexto, o objetivo neste trabalho foi caracterizar progênies F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, com vistas a obtenção de cultivares apropriadas para a agricultura orgânica. Foram realizados três experimentos. No primeiro, visando selecionar progênies resistentes ao LMV, avaliou-se a manifestação dos sintomas a partir de uma escala de notas. Cinco progênies foram selecionadas para avançarem no programa de melhoramento, sendo elas AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 e AFX 024D 1211 3167. No segundo experimento, visando selecionar progênies resistentes ao nematoide das galhas, avaliou-se número de ovos, o índice de reprodução, o fator de reprodução e a incidência de galhas. As progênies AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1351 3404, AFX 024D 118 13182, AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1241 3277, foram selecionadas para avançarem no programa de melhoramento, visando resistência ao nematoide das galhas. Nos dois ensaios, as progênies AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1309 3487, destacaram-se das demais, sendo selecionadas para ambas as características. No terceiro experimento, buscou-se caracterizar progênies, visando identificar materiais promissores que apresentassem características fenotípicas desejáveis em relação aos tipos de folha, o pendoamento precoce, e a produção de sementes. Verificou-se que existe grande variabilidade genética para características agronômicas avaliadas, sendo necessário o avanço das gerações, para se identificar materiais com características comerciais desejáveis. Os valores de herdabilidade foram altos em ambos os ensaios, aumentando a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético. Horticultura. *Lactuca sativa* L.

## GENERAL ABSTRACT

The production of organic food is a segment that is constantly expanding in the country, due to consumers demand for food produced in a more sustainable way. Among the foods produced by organic agriculture, lettuce (*Lactuca sativa* L.) stands out as the green leafy vegetable of the greatest economic importance for Brazil, besides having a great social importance, since it is widely cultivated by family farmers. However, there are no lettuce cultivars developed for this cultivation system. Among the desirable characteristics in a lettuce cultivar for organic agriculture, resistance to diseases, among them the root nematode (*Meloidogyne incognita*) and the Lettuce Mosaic Virus (LMV), as well as good agronomic characteristics, are noteworthy. In this context, the objective of this work was to characterize lettuce F2:4 progenies from the crosses between Salinas 88 and Colorado cultivars, in order to obtain suitable cultivars for organic agriculture. Three experiments were carried out. In the first one, in order to select LMV-resistant progenies, the manifestation of symptoms was evaluated from a scale of notes. Five progenies were selected to advance the breeding program, AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 and AFX 024D 1211 3167. In the second experiment, to select progenies resistant to the root nematode, the number of eggs, the reproduction index, the reproduction factor and the incidence of galls were evaluated. Progenies AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1351 3404, AFX 024D 118 13182, AFX 024D 1309 3306 and AFX 024D 1241 3277 were selected to advance the breeding program for resistance to the root nematode. In both trials the progenies AFX 024D 1309 3306 and AFX 024D 1309 3487, stood out from the others, being selected for both characteristics. In the third experiment was aimed to characterize progenies, aiming to identify promising materials that presented desirable phenotypic characteristics in relation to leaf types, early flowering and seed production. It was verified that there is a great genetic variability for agronomic characteristics evaluated, being necessary the advance of the generations to identify materials with desirable commercial characteristics. Heritability values were high in both trials, increasing the possibility of genetic gains with selection.

**Keywords:** Plant breeding. Horticulture. *Lactuca sativa* L.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de notas utilizadas para avaliação da manifestação dos sintomas em plantas de alface infectadas com LMV .....	35
Tabela 2- Estimativa dos parâmetros genéticos .....	36
Tabela 3 - Resumo da análise de variância do caráter Notas referentes a manifestação dos sintomas ao LMV, em 27 progênes F2:4 de alface provenientes do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 x Colorado, considerando como testemunhas os genitores com base no padrão de resistência do genótipo Salinas 88 e suscetibilidade dos genótipos Regina 71 e Colorado .....	37
Tabela 4 - Comparação das médias de notas para incidência de sintomas de LMV em 27 progênes F2:4 de alface provenientes do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 x Colorado com base no padrão de resistência do genótipo Salinas 88 e susceptibilidade dos genótipos Regina e Colorado através do teste de Dunnett a 5% de probabilidade. ....	38
Tabela 5 - Estimativas de parâmetros genéticos e ambientais de progênes F2:4 de alface avaliadas quanto a resistência ao LMV .....	40
Tabela 6 - Escala de notas proposta por Fiorini et. al, (2005) utilizadas para avaliação da incidência de galhas por sistema radicular (IG) em plantas de alface infectadas com ( <i>Meloidogyne incognita</i> ).....	47
Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros genéticos .....	49
Tabela 8 - Resultados da análise de variância das variáveis: NO, IR, FR e IG, avaliados em 27 progênes F2:4 do cruzamento de alface dos genótipos Salinas 88 e Colorado para resistência ao nematoide das galhas.....	51
Tabela 9 - Avaliação de progênes de alface F2:4, oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas ( <i>Meloidogyne incognita</i> ).....	52
Tabela 10 - Estimativas dos parâmetros genéticos e ambientais de quatro caracteres, avaliados em 27 progênes F2:4 oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas ( <i>Meloidogyne incognita</i> ).....	55
Tabela 11 - Ganhos por seleção direta a serem obtidos para os caracteres Ovos, IR, FR e IG, avaliados em 27 progênes F2:4 oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas ( <i>Meloidogyne incognita</i> ).....	57

Tabela 12 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre quatro caracteres, avaliados em progênes F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das das galhas ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) .....	57
Tabela 13 - Estimativas das Médias Originais ( $\bar{X}_o$ ) e das Progênes Seleccionadas ( $\bar{X}_s$ ), das Herdabilidades ( $h^2$ ), e dos Ganhos de Seleção (GS) Direto e Indireto para cinco caracteres, avaliados em 27 Progênes F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas. ....	59
Tabela 14 - Escala de notas utilizadas para avaliação da coloração das folhas de alface .....	67
Tabela 15 - Escala de notas utilizadas para avaliação do tipo de borda em folhas de alface..	68
Tabela 16 - Escala de notas utilizadas para avaliação do tipo de limbo em folhas de alface..	68
Tabela 17 - Escala de notas utilizadas para classificação comercial em plantas de alface .....	69
Tabela 18 - Comparação de médias de coloração , tipo de borda e tipo de limbo pelo Teste de Dunnett, a 5 %de probabilidade, entre progênes F2:4 de alface, obtidas partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado e cultivares comerciais ...	71
Tabela 19 - Comparação de médias de classificação comercial , matéria fresca , número de dias até a primeira antese e produção de sementes pelo Teste de Dunnett, a 5 %de probabilidade, entre progênes F2:4 de alface, obtidas partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado e cultivares comerciais .....	73
Tabela 20 - Coeficientes de correlação fenotípica (acima da diagonal) e correlação genotípica (abaixo da diagonal), entre características avaliadas em progênes de alface obtidas partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado .....	75
Tabela 21 - Parâmetros genéticos e ambientais de progênes F2:4 de alface avaliadas quanto as características agronômicas .....	76

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
1	<b>INTRODUÇÃO GERAL ..... 15</b>
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO ..... 16</b>
2.1	<b>Agricultura orgânica ..... 16</b>
2.2	<b>Aspectos da cultura da alface (<i>Lactuca sativa L.</i>) ..... 18</b>
2.3	<b><i>Lettuce Mosaic Virus</i> (LMV) ..... 20</b>
2.4	<b>Nematoides das galhas..... 22</b>
2.5	<b>Características agronômicas e tolerância ao florescimento precoce..... 23</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 26</b>
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS* ..... 30</b>
	<b>ARTIGO 1 - Seleção de progênes de alface resistentes ao <i>Lettuce Mosaic Virus</i> (LMV) para cultivo em sistemas orgânicos..... 31</b>
1	<b>INTRODUÇÃO ..... 31</b>
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 33</b>
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 36</b>
4	<b>CONCLUSÃO..... 41</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 42</b>
	<b>ARTIGO 2 - Seleção direta e indireta de caracteres relacionados a resistência ao nematoide das galhas em progênes de alface para cultivos orgânicos..... 44</b>
1	<b>INTRODUÇÃO ..... 44</b>
2	<b>MATERIAIS E MÉTODOS ..... 46</b>
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 50</b>
4	<b>CONCLUSÃO..... 60</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 61</b>
	<b>ARTIGO 3 - Caracterização de progênes F2:4 de alface para utilização em cultivos orgânicos..... 64</b>
1	<b>INTRODUÇÃO ..... 64</b>
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 66</b>
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 70</b>
4	<b>CONCLUSÃO..... 76</b>

	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>80</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Questões relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente, têm sido uma preocupação cada vez maior por parte da população mundial, nos últimos anos, e isso tem influenciado diretamente as atividades agrícolas. Neste contexto, a agricultura orgânica vem ganhando destaque, uma vez que tem como princípio o manejo ecológico da fauna e flora do agroecossistema, com responsabilidade social, equilíbrio econômico e segurança alimentar (SIMÕES et al., 2015).

Apesar da crescente demanda deste setor, esse segmento da agricultura ainda enfrenta grandes desafios, com destaque para obtenção de cultivares de diferentes espécies que sejam adaptadas a esse sistema de produção. A agricultura orgânica demanda a utilização de cultivares que possuam maior adaptabilidade, bons índices produtivos, sejam resistentes às principais doenças, e que tenham sementes de qualidade produzidas de forma orgânica. No entanto, grande parte das cultivares utilizadas na agricultura orgânica foi desenvolvida para uso na agricultura tradicional.

A alface é a hortaliça folhosa de maior importância econômica para o Brasil, sendo a mais procurada pelos consumidores durante todo o ano. Além de sua importância econômica, a alface possui uma grande importância social, uma vez que possibilita uma alta produtividade por hectare, sendo uma atividade bastante rentável para agricultores familiares. A alface também vem ganhando destaque por ser uma importante fonte de nutrientes para a alimentação humana (OHSE et al., 2009), sendo um vegetal rico em vitaminas, sais minerais, baixo valor calórico, além de apresentar propriedades medicinais, sendo crescente seu consumo por consumidores que aspiram por uma alimentação mais saudável.

O segmento de produção de alface orgânica necessita de cultivares que atendam as especificidades dessa cultura. Entre as características desejáveis em uma cultivar de alface para a agricultura orgânica destaca-se a resistência a doenças, dentre elas, o nematoide das galhas e o vírus do mosaico da alface (LMV), a resistência ao florescimento precoce, bons índices produtivos, além de características agronômicas que atendam as diferentes demandas do mercado consumidor.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar progênies F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, para obtenção de uma cultivar apropriada para a agricultura orgânica.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Agricultura orgânica**

Nos últimos anos, a população mundial passou a se preocupar cada vez mais com questões relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente, influenciando as atividades agrícolas (GUIMARÃES; MANDELLI; SILVA, 2011). Neste contexto a agricultura orgânica surge como uma alternativa, por ter como princípio o manejo ecológico da fauna e flora no agroecossistema, com responsabilidade social, equilíbrio econômico e segurança alimentar (SIMÕES et al., 2015).

A demanda por produtos orgânicos tem crescido nos últimos anos, uma vez que os consumidores têm optado por produtos de melhor qualidade, que tragam maiores benefícios a saúde e que sejam produzidos de forma sustentável (GUIMARÃES; MANDELLI; SILVA, 2011; SILVA; COELHO JÚNIOR; SANTOS, 2012). A sustentabilidade da agricultura orgânica está relacionada à sua fundamentação em princípios ecológicos, como o manejo e conservação do solo através de processos biológicos, utilização de espécies e variedades adaptadas às áreas de cultivo, utilização de métodos naturais, biológicos e culturais no controle de pragas, doenças e plantas invasoras, em detrimento ao uso de insumos químicos, além da conservação da biodiversidade (SOUZA, 2008).

O cultivo em sistemas orgânicos representa, principalmente para pequenos produtores, uma oportunidade de diferenciar-se no mercado de hortaliças, conseguindo melhores preços em um seguimento que é tão competitivo, e que muitas vezes, remunera pouco pelos produtos obtidos.

A comercialização e a recomendação para a produção orgânica no Brasil foram aprovadas pela Lei 10.831/2003, sendo um importante dispositivo legal para assegurar a diferenciação dos alimentos advindos de sistemas orgânicos de produção, e para abrir novos mercados diferenciados (LIMA et al., 2015).

Dessa forma, os produtores orgânicos brasileiros devem fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, o que se torna possível caso o mesmo seja certificado por auditoria, por um sistema participativo de garantia ou mesmo através do controle social na venda direta (SANTOS et al., 2017). De acordo com dados do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), há no Brasil, um total de 17356 produtores orgânicos certificados (BRASIL, 2018).

Entretanto, a produção de hortaliças orgânicas ainda enfrenta grandes desafios, dentre os quais destaca-se a ausência de sementes orgânicas no mercado e a escassez de informações sobre o assunto, sendo fortes empecilhos para a produção orgânica no Brasil (BRUNO et al., 2007).

A Instrução Normativa 38, de 2 de agosto de 2011, estabelece as normas técnicas para a produção de sementes e mudas de acordo com o sistema orgânico de produção. As sementes orgânicas são produzidas com técnicas de cultivo sem uso de agrotóxicos, sem adubos minerais solúveis ou processados, não tratadas com fungicidas sintéticos e fazendo uso de germoplasma adaptado às condições locais (MALUF, 2002).

A produção de sementes orgânicas exige grandes mudanças nos atuais sistemas de produção, não sendo alvo de pesquisas de grandes empresas, de porte mundial. Entretanto, na Europa e nos Estados Unidos, já é possível encontrar produtores especializados em atender essa demanda de mercado (NASCIMENTO; VIDAL; RESENDE, 2011).

Atualmente, grande parte do cultivo de hortaliças em cultivos orgânicos ainda é feita utilizando sementes convencionais, uma vez que o mercado não consegue atender a demanda em quantidade e qualidade suficientes, levando muitos produtores brasileiros a importarem sementes orgânicas de outros países (NASCIMENTO; VIDAL; RESENDE, 2011). Desta forma, para que o Brasil consiga atender ao mercado de produtos orgânicos, é necessário que a produção de sementes orgânicas cresça na mesma medida, caso contrário, a certificação destes produtos será inviabilizada (LIMA et al., 2015).

Mesmo com o crescimento do sistema orgânico de produção, não há muitas informações referentes à produção de hortaliças neste sistema, principalmente quanto a origem da semente, e vigor da mesma, justificando a relevância de estudos que abordem esses aspectos (SILVA; COELHO JÚNIOR; SANTOS, 2012).

A escolha da cultivar é um fator muito importante para o sucesso na produção comercial, uma vez que é desejável que a cultivar escolhida seja adaptada às condições ambientais da região onde será instalada a cultura, além de se adaptar às condições específicas de manejo, como é o caso da agricultura orgânica (FIORINI et al., 2016).

Logo, não havendo disponibilidade de genótipos que reúnam todas as características desejáveis para a produção, torna-se necessário um programa de melhoramento específico para obtê-los, sendo que o sucesso do programa dependerá, dentre outros fatores, da disponibilidade de populações que apresentem alta variabilidade genética para as características sob seleção (AZEVEDO et al., 2013).

## 2.2 Aspectos da cultura da alface (*Lactuca sativa L.*)

A alface (*Lactuca sativa L.*) destaca-se como uma espécie de grande importância econômica e nutricional, sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante no mundo. O consumo desta hortaliça é realizado principalmente na forma de saladas, sendo um alimento rico em vitaminas (A, B1, B2, B5), cálcio, potássio, sódio, fósforo, ferro, silício, flúor, magnésio, além de apresentar propriedades laxativas, diuréticas, depurativas, calmantes mineralizante, vitaminizantes e desintoxicantes (SILVA et al., 2016). A alface também é um alimento que possui baixo valor calórico, sendo um importante aliado para pessoas que buscam uma alimentação mais saudável (SALA; COSTA, 2016).

Nos últimos anos, o cultivo orgânico de alface vem despertando a atenção dos produtores, graças à crescente demanda do mercado, e à possibilidade de comercialização a preços superiores, quando comparado ao produto produzido de forma tradicional. No Brasil, a alface é produzida principalmente por pequenos produtores, uma vez que possibilita a obtenção de boas produtividades em pequenas áreas (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012). Dessa forma, a alficultura representa uma importante atividade para a agricultura familiar, ao contribuir para a fixação do homem no campo e, conseqüentemente, diminuir a ocorrência de êxodo rural (SALA; COSTA, 2016).

Entre os principais tipos de alface produzidos no Brasil, destacam-se os tipos: crespa, lisa, americana, mimosa, romana, roxa/vermelha e crocante, com uma grande variedade de formatos, tamanho e coloração, visando atender as diferentes preferências do mercado consumidor (SALA; COSTA, 2016).

Ao longo dos anos, essa preferência vem fazendo parte de um processo dinâmico, sendo que até o início dos anos 80, o principal padrão de alface consumido no Brasil era a alface lisa, tipo 'White Boston' (COSTA; SALA, 2005). Entretanto, aos poucos, a alface crespa foi sendo introduzida no mercado, passando a ser a principal alface comercializada no país, a partir da década de 90 (SALA; COSTA, 2012). Nos últimos anos, a produção de alface americana vem ganhando espaço, graças a sua utilização em redes de *fast-food*. Sua cabeça compacta também permite um processamento pós colheita, possibilitando sua venda na forma de saladas prontas, sendo que os alimentos minimamente processados, vêm a cada dia, ganhando mais espaço nas grandes redes de supermercado, devido a sua praticidade. Além do crescimento do consumo de alface americana, alguns seguimentos ainda pouco explorados no

Brasil possuem potencialidade de crescimento, com destaque para mini alface, *baby leaf*, frizze e crocante (SALA; COSTA, 2012).

A alface é uma hortaliça folhosa, pertencente à família Asteraceae, gênero *Lactuca* e espécie *L. sativa*. É uma planta anual, autógama e diploide, e que apresenta complemento cromossômico  $2n=2x=18$  cromossomos. Possui porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado, ao qual se prendem folhas amplas, dispostas em forma de roseta, podendo ser soltas ou fecharem em estrutura de cabeça (FILGUEIRA, 2008).

A primeira fase do seu desenvolvimento, conhecida como fase vegetativa, consiste na obtenção da alface hortaliça e pode variar entre 45 a 60 dias, sendo que em geral alfaces do tipo americana possuem um ciclo mais longo. Após esse período, não havendo colheita, tem início a fase reprodutiva, com a emissão do pendão floral, ou seja, o crescimento do caule da planta. O tempo de transição entre a fase vegetativa e reprodutiva, conhecido como processo de pendoamento, irá variar conforme a cultivar (SALA; COSTA, 2016).

Entretanto diversos fatores ambientais também podem influenciar o processo de pendoamento, florescimento e produção de sementes, sendo que a temperatura é o fator mais importante para a indução do pendão floral (FILGUEIRA, 2008). Dessa forma, altas temperaturas e fotoperíodo longo, são responsáveis por acelerar o processo de pendoamento, acelerando o processo de emissão da haste floral (SALA; COSTA, 2016).

A alface apresenta inflorescência do tipo capítulo, sendo cada capítulo formado por três brácteas que envolvem de 10 a 25 flores ou floretes (SALA; NASCIMENTO, 2014). Devido a sua estrutura cleistogâmica, a alface é uma planta autógama, sendo a taxa de fecundação cruzada praticamente inexistente (1%) (SALA; NASCIMENTO, 2014; SALA; COSTA, 2016).

A abertura dos floretes, conhecida como antese, ocorre pela manhã, por volta de 8 e 10 horas, durando aproximadamente 2 horas. Neste período, ocorre a emergência do pistilo, que ao passar pelo tubo de anteras, acaba sendo autopolinizado. Devido as peculiaridades de sua biologia floral, a obtenção de sementes via polinização cruzada, é muito laboriosa, demandando mão de obra qualificada e, por isso, a obtenção de híbridos para esta espécie torna-se difícil no Brasil (AZEVEDO et al., 2013). Dessa forma, as hibridações são realizadas apenas em programas de melhoramento genético, a fim de gerar variabilidade.

A produção de sementes de alface, assim como da própria alface oriunda de sementes produzidas no Brasil, era praticamente inviável até a década de 60 (SILVA et al., 2008). As altas temperaturas associadas ao grande volume de chuvas, causavam perdas de até 60 % aos

produtores, além das altas umidades favorecerem o ataque de pragas e doenças (SALA; COSTA, 2012).

Diante destas dificuldades, trabalhos voltados para o melhoramento genético da alface no Brasil, tiveram início na década de 60, com o pesquisador Hiroshi Nagai, concentrando-se principalmente, na obtenção de genótipos resistentes a doenças e ao calor (MELO; MELO, 2003).

Atualmente, é possível produzir alface em praticamente todo o território nacional, graças a modernização da agricultura e ao desenvolvimento de cultivares mais adaptadas, entretanto, apesar de ser um cultivo já consolidado no país, ainda persistem fortes limitações (CARVALHO FILHO, GOMES, MALUF, 2009). Essas limitações também são presentes em cultivos orgânicos, uma vez que a grande maioria dos estudos relacionados a produção de alface em manejo orgânico, é realizada com cultivares desenvolvidas para a agricultura convencional (FERREIRA et al., 2014; RESENDE et al., 2016; CELESTRINO et al., 2017), e estudos que visam o desenvolvimento de genótipos para a agricultura orgânica são praticamente inexistentes (GUIMARÃES; MANDELLI; SILVA, 2011). Dessa forma, os programas de melhoramento genético possuem papel de destaque para fomentar o desenvolvimento da alfacicultura orgânica nacional.

É importante que os programas de melhoramento foquem nas principais características de cada tipo varietal, como formação de cabeça, coloração, textura, formato e tamanho, nas desordens fisiológicas e estresses abióticos, na conservação pós colheita, nas atuais demandas do mercado e, principalmente, na resistência ou tolerância a pragas e doenças, considerando que em sistemas orgânicos não é permitido o uso de defensivos químicos.

### **2.3 *Lettuce Mosaic Virus (LMV)***

O vírus do mosaico da alface (LMV), causa inúmeros prejuízos aos produtores de alface, em todo o mundo. O LMV é classificado como uma espécie do gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*, possuindo partículas de estrutura filamentosa e flexuosa, medindo aproximadamente 730 nm de comprimento por 13 nm de diâmetro (PAVAN; KRAUSE-SAKATE; KUROSAWA, 2005).

Uma das dificuldades em seu controle, está no fato de apresentar uma gama de hospedeiros bastante ampla, podendo se relacionar com 121 espécies vegetais, pertencentes a

17 famílias botânicas, e 60 gêneros, como hospedeiras. A maioria das espécies pode ser enquadrada nas famílias Aizoaceae, Amaranthaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Leguminosae, Malvaceae, Martymaceae, Papilionaceae, Polygonaceae, Primulaceae e Solanaceae (PAVAN; KRAUSE-SAKATE; KUROSAWA, 2005).

Sua transmissão pode ser feita por pulgões alados, principalmente *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Aphis gossypii*, ou através do uso de sementes contaminadas. O uso de inseticidas acaba não sendo muito eficiente no controle do vetor, uma vez que o vírus é transmitido na picada de prova (SALA; NASCIMENTO, 2014).

O sintoma mais comum da doença é o de mosaico leve, principalmente nas folhas mais novas, além de mosqueado, distorção e amarelecimento foliares, podendo desenvolver necrose de nervuras (SALA; NASCIMENTO, 2014). Em todos os tipos de alface, o efeito do LMV é visível, principalmente, durante o pendoamento. As brácteas da inflorescência mostram mosqueado e áreas necróticas. As plantas infectadas produzem menor quantidade de sementes (PAVAN; KRAUSE-SAKATE; KUROSAWA, 2005).

A produção de sementes de alface, assim como da própria alface oriunda de sementes produzidas no Brasil, era praticamente inviável até a década de 60, devido à presença constante de inóculo do *Lettuce mosaic virus* (LMV), favorecida pelas condições ambientais ideais para atuação do seu vetor (SILVA et al., 2008).

A resistência ao LMV é recessiva ( $moI^1$  e  $moI^2$ ), sendo que inúmeras cultivares de alface lisa resistentes a esse vírus, foram desenvolvidas no Brasil, nas décadas de 60 a 80, pelas instituições públicas de pesquisa (SALA; COSTA, 2016). A resistência genética condicionada pelos genes  $moI^1$  e  $moI^2$  foi responsável pela baixa incidência do mosaico-da-alface (LMV), no Brasil (CHUNG; AZEVEDO FILHO; COLARICCIO, 2007).

O LMV é classificado em patótipos conforme a capacidade das diferentes estirpes em quebrar a resistência conferida pelos genes  $moI^1$  e  $moI^2$ , sendo reconhecidos o I, II, III e IV, no mundo todo, e os patótipos II, IV (STANGARLIN et al., 2000) e patótipo III (COSSA et al., 2000), identificados no Brasil.

A cultivar Salinas 88, possui o alelo  $moI^2$ , que confere resistência aos patótipos I, II e III (PINK; KOSTOVA; WALKEY, 1992), sendo, portanto, um material extremamente útil em programas de melhoramento.

Devido ao fato de ser facilmente controlada com o uso de cultivares resistentes, a resistência ao LMV deve ser uma característica priorizada nos programas de melhoramento de

alface, em diferentes segmentos varietais (SALA; COSTA, 2016), sendo uma importante característica para cultivares de alface desenvolvidas para agricultura orgânica.

## 2.4 Nematoides das galhas

Os nematoides das galhas (*Meloidogyne spp*) são parasitas obrigatórios de plantas, responsáveis pela formação de galhas nas raízes, que prejudicam a absorção de água e nutrientes do solo, pela planta. Em geral, plantas infectadas apresentam nanismo, amarelecimento e murchamento foliar, além de raízes mais curtas e em menor número (PINHEIRO et al., 2013).

A ocorrência de nematoides de galhas, representados pelas espécies do gênero *Meloidogyne*, causa perda significativa às lavouras de alface, principalmente em regiões de clima quente, onde encontram condições mais favoráveis para a sua multiplicação (FIORINI et al., 2007; CARVALHO FILHO, GOMES, COSTA-CARVALHO, 2012).

As espécies do gênero *Meloidogyne*, possuem raças que infectam diferentes espécies de plantas, sendo que as raças 1 e 2 de *M. incognita* e a raça 1 de *M. javanica*, são as mais comuns em alface (SALA; COSTA, 2016).

O crescente uso de *mulching* na produção de alface, traz inúmeros benefícios, principalmente no que se refere ao manejo de plantas invasoras. Por outro lado, esse tipo de tecnologia acaba aumentando a incidência de nematoides de galha nas raízes, devido à ausência de rotação de culturas (SALA; COSTA, 2016).

Os prejuízos provocados pela incidência de nematoides, são ainda maiores em plantios destinados a produção de sementes, uma vez que as plantas permanecem mais tempo no campo, devido a seu ciclo mais longo (SALA; NASCIMENTO, 2014).

O controle de nematoides no solo é uma operação difícil, de custo bastante elevado, sendo que a erradicação desse patógeno no solo é praticamente impossível (FIORINI et al., 2007). Entre as formas de controle estão o uso de nematicidas, a rotação de culturas, o consórcio de plantas, o alqueive, dentre outros, sendo que o controle químico apresenta como desvantagem, a alta toxicidade e o longo efeito residual nas folhas (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012). Dessa forma, considerando que a alface tem um ciclo relativamente curto, o método mais seguro e eficaz para controle de nematoides nesta cultura, é o emprego de cultivares resistentes (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012).

Gomes (1999), por meio do cruzamento entre as cultivares Regina 71 e Grand Rapids, respectivamente, suscetível e resistente aos nematoides das galhas, demonstrou que a resistência da cultivar Grand Rapids às raças 1, 2, 3 e 4 de *Meloidogyne incognita* é controlada por um único loco gênico, com efeito predominantemente aditivo, além de apresentar uma herdabilidade relativamente alta, sendo que para este alelo foi atribuída a denominação Me.

Maluf et al. (2003), verificaram que as cultivares Legacy, Lorca e Salinas 88, apresentam-se com potencial para serem utilizadas como novas fontes de resistência a *M. incognita*, em programas de melhoramento, pois possuem diferentes características em relação a cultivar Grand Rapids, tradicionalmente utilizada como fonte de resistência.

Em outro trabalho, as cultivares Salinas 88, Challenge, Vanguard 75, Calgary, Classic e La Jolla, foram consideradas fontes de resistência promissoras ao *M. incognita* raça 2, pelo fato de terem apresentado fatores de reprodução (FR) abaixo de 1 (WILCKEN; GARCIA; SILVA et al., 2005).

Carvalho Filho et al. (2008), ao realizarem um estudo de herança, com populações oriundas do cruzamento entre Regina 71 e Salinas 88, verificaram que a resistência à raça 1 de *M. incognita* conferida pela Salinas 88, está ligada a um gene maior, com modificadores que afeta a expressão do caráter.

Em outro trabalho, Carvalho Filho et al. (2007), avaliaram 22 famílias F4 de alface de folhas lisas, oriundas do cruzamento entre Regina 71 e Salinas 88, caracterizando-as quanto à homozigose para resistência a *Meloidogyne incognita*. O grande número de famílias caracterizadas como homozigotas resistentes, corroboram a hipótese de herança monogênica para o caráter.

A cultivar Salinas 88, já citada anteriormente, é do tipo americana, mas apresenta problemas de formação de cabeça em condições brasileiras, logo, não pode ser utilizada comercialmente, porém, possui um grande potencial para ser utilizada em programas de melhoramento (SILVA et al., 2008).

## **2.5 Características agronômicas e tolerância ao florescimento precoce**

A coloração é uma das principais características agronômicas observadas pelos consumidores de alface. Atualmente, o consumidor brasileiro tem preferência por plantas com coloração verde claro, sendo essa coloração encontrada tanto no tipo lisa, quanto no tipo

crespa (SALA; COSTA, 2012). O padrão de preferência brasileira difere da maioria dos países, onde a preferência é por cultivares de coloração verde escuro.

Diversos genes têm sido identificados como responsáveis pela morfologia, lobulação e coloração foliar em alface (SALA; COSTA, 2016). No caso da coloração, ela terá variações conforme o teor de clorofila que irá regular o grau da cor verde e do teor de antocianina que irá controlar o teor de coloração vermelha, através de genes complementares *C* e *G* associados a alelos múltiplos, que intensificam a quantidade de antocianina (RYDER, 1999). A procura por materiais com maiores teores de antocianinas é crescente, devido ao aumento no número de pesquisas que comprovam sua capacidade antioxidante, e outros efeitos farmacológicos (MAGALHÃES et al., 2017).

Já a lobulação, ou seja, o tipo de borda, é controlada por um gene com 3 alelos, sendo que *u+* produz uma folha ‘pontaguda’ (semelhante a *L. serriola*), *u* produz folhas crespas, e *u* produz folhas lisas, com ausência de lóbulos (RYDER, 1999).

Além de boas características agronômicas, o desenvolvimento de cultivares de alface adaptadas as condições tropicais, deve ser sempre foco dos principais programas de melhoramento do país, uma vez que as altas temperaturas encontradas em grande parte do território nacional, favorecem o florescimento precoce.

O florescimento precoce é caracterizado pelo alongamento do caule, e a redução do número de folhas afeta a formação da cabeça comercial, e estimula a produção de látex, conferindo sabor amargo às folhas, diminuindo a qualidade do produto, e prejudicando sua comercialização (SALA; COSTA, 2016).

Até a década de 80, o pendoamento precoce induzido pelas altas temperaturas, era um dos principais motivos de perdas de alface no verão, refletindo diretamente no preço e na oferta do produto no mercado, devido à maior demanda de consumo nesse período (SALA, 2011). A alface produz bem em temperaturas entre 20°C e 25°, sendo que temperaturas superiores a 25°C favorecem o pendoamento precoce (SALA; COSTA, 2016). Foi a partir do surgimento da alface Regina, altamente resistente ao florescimento precoce, que outras cultivares puderam ser lançadas, viabilizando a produção de alface durante o verão na região sudeste do país (SALA; COSTA, 2012).

Silva (1997), estudando o comportamento das cultivares Vitória, Elisa, Babá e Brasil-303, quanto ao florescimento, demonstrou que, para a região de Campos dos Goytacazes (RJ), Vitória e Elisa foram consideradas tolerantes ao calor, enquanto Babá e Brasil-303 foram mais suscetíveis. O mesmo autor também observou a ocorrência de segregação transgressiva

para a característica, além de valores de herdabilidade no sentido restrito relativamente altos, com ganhos genéticos no tempo de 10,08 % para o cruzamento Vitória x Brasil-303 e 8,46 % para o cruzamento Babá x Elisa.

O alelo para florescimento precoce em alface é parcialmente dominante, reduzindo o tempo de florescimento pela metade, sendo esse gene denominado de *Early flowering* (*Ef*) (RYDER, 1985). Um segundo par de genes denominados *Ef-1ef-1* e *Ef-2ef-2* foram identificados, sendo que o gene *Ef-1* é parcialmente dominante sobre *ef-1*, enquanto *Ef-2* é parcialmente dominante sobre *ef-2*, na presença de *Ef-1*, mas recessivo no genótipo *ef-1ef-1*, estando relacionado quantitativamente ao fotoperíodo (RYDER; MILLIGAN, 2005).

Fiorini et al. (2005) avaliaram quanto ao florescimento, oito populações F2 oriundas do cruzamento da cultivar Verônica, com oito linhagens obtidas do cruzamento entre as cultivares ‘Regina 71’ e Grand Rapids. Verificou-se a existência de plantas, dentro de cada população, mais tolerantes ao calor que a cultivar ‘Regina 71’ (resistente ao florescimento precoce) e também plantas mais suscetíveis ao calor que Grand Rapids, afirmando que a seleção de plantas com florescimento mais tardio, deverá favorecer a obtenção de linhagens promissoras

Carvalho Filho, Gomes e Maluf (2009), avaliando o comportamento de 22 progênies F4 de alface, oriundas do cruzamento entre as cultivares ‘Regina 71’ e ‘Salinas 88’, quanto à tolerância ao calor, identificaram 3 progênies com número de dias para o florescimento superior à cultivar Regina 71, sendo essas progênies, consideradas altamente resistentes ao florescimento precoce.

O desenvolvimento de cultivares mais adaptadas ao clima tropical são extremamente importantes, pois minimizam as perdas devido as altas temperaturas, além de ampliar o período de colheita, dando mais flexibilidade ao agricultor (SALA; COSTA, 2016).

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; OLIVEIRA C.M.; FERNANDES J.S.C.; PEDROSA C.E.; DORNAS M.F.S.; CASTRO, B.M.C. Seleção de genótipos de alface para cultivo protegido: divergência genética e importância de caracteres. **Horticultura Brasileira**, n. 31, p. 260-265, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 38 de 02 de agosto de 2011**. Dispõe sobre normas para produção de mudas e sementes orgânicas. Disponível em: 10 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**.

Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

BRUNO, R.L.A.; VIANA, J.S.; SILVA, V.F.; BRUNO, G.B.; MOURA, M.F. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, n. 25, p. 170-174, 2007.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; GOMES, L. A. A.; WESTERICH, J. N.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Caracterização de famílias F4 de alface de folhas lisas quanto à homozigose para resistência à *Meloidogyne incognita*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 331-336, 2007

\_\_\_\_\_. Inheritance of resistance of ‘Salinas 88’ lettuce to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 2, 2008.

CARVALHO FILHO, J. D.; 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**, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2009.

CARVALHO FILHO, J. S.; GOMES, L. A.; COSTA-CARVALHO, R. R. Incidência de galhas de *Meloidogyne incognita* raça 1 em progênies de F2: 3 (‘Salinas 88’x ‘Colorado’) de alface. **Scientia Plena**, v. 8, n. 2, 2012.

CELESTRINO, R. B.; DE ALMEIDA, J. A.; DA SILVA, J. P. T.; DOS SANTOS LUPPI, V. A.; VIEIRA, S. C. Novos olhares para a produção sustentável na Agricultura Familiar: avaliação da alface americana cultivada com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 3, n. 1, p. 66-87, 2017.

CHUNG, R. M.; AZEVEDO FILHO, J. A. D.; COLARICCIO, A. Reaction of *Lactuca sativa* L. lines to *Lettuce mosaic virus* (LMV). **Bragantia**, v. 66, n. 1, p. 61-68, 2007.

COSSA, A.C.; COLARICCIO, A.; EIRAS, M.; CHAVES, A.L.R. Partial characterization of *Lettuce mosaic virus* (LMV) Pathotype III in hydroponic lettuce. **Virus Reviews and Research**, v. 5, p. 195, 2000.

COSTA, CP da; SALA, F. C. A evolução da alface cultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 158-159, 2005.

FERREIRA, R. L. F.; ALVES, A. S. S. C., NETO, S. E. A., KUSDRA, J. F., REZENDE, M. I. F. L. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008.

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, abr./jun. 2005.

FIORINI, C.V.A.; GOMES, L.A.A.; LIBÂNIO, R.A.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P.; LICURSI, V.; FIORINI, I. V. A. Identificação de famílias F2:3 de alface homozigotas resistentes aos nematóides das galhas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 509-513, 2007.

FIORINI, V. A, C.; ARAÚJO, FERNANDES, M.D.C. de; DUARTE V. de O.; F.E.; DIAS, A.; PORTO, SALMI, A. Cultivares de alface sob manejo orgânico no inverno e na primavera na Baixada Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, 2016.

GOMES, L.A.A. **Herança da resistência da alface (*Lactuca sativa L.*) cv. Grand Rapids ao nematóide de galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood**. 1999. 70 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

GUIMARÃES, M.A.; MANDELLI, M. S.; SILVA, D.J.H. Seleção de genótipos de *Lactuca sativa L.* para a produção com adubação orgânica. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, 2011.

LIMA, V.C.S.; ROCHA, B.M; LIMA JUNIOR, E. de O.; ALCÂNTARA, I. Produção orgânica de sementes: desafios e perspectivas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.

MALUF, W. R. 2002. Sementes orgânicas de hortaliças. **Horticultura Brasileira** 20. Suplemento 2. CD-ROM. Trabalho apresentado no 42º Congresso Brasileiro de Olericultura.

MALUF, L.E.J.; OKADA, A.T.; GOMES, L.A. A.; FIORINI, C.V.; MALUF, W. R.; LICURSI, V. Reação de cultivares de alface a *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. 2003, Recife. **Anais...** 2003, Recife: UFRPE, 2003.

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

NASCIMENTO, W.M.; VIDAL, M.C.; RESENDE, F.V. Produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico. NASCIMENTO, W. M. (Org.). **Hortaliças: Tecnologia de Produção de Sementes**. Brasília: Embrapa, 2011. p. 61-78.

OHSE, S.; RAMOS, D.M.R.; CARVALHO, S.M.; FETT, R.; OLIVEIRA, J.L.B. Composição centesimal e teor de nitrato em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. **Bragantia**, v. 68, p. 407-414, 2009.

- PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R.; KUROSAWA, C. Doenças da alface. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. v. 2. p. 27-33.
- PINK, D.A.C.; KOSTOVA, K.; WALKEY, D.G. . Differentiation of pathotypes strains of *lettuce mosaic virus*. **Plant Pathology**, v. 41, n. 1, p. 5-12, 1992.
- PINHEIRO, J.B., PEREIRA, R.B., CARVALHO, A.D.F. de.; RODRIGUES, C.D.S.; SUINAGA, F.A. Manejo de nematoides na cultura da alface. Brasília: **Embrapa**, 8 p. (Circular Técnica, 124), 2013.
- RESENDE, F.; DOMINGUES NETO, F. J.; GUALBERTO, R.; VIDAL, M.; SUINAGA, F. Cultivares de alface para a agricultura orgânica no período de Verão do Cerrado. **Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2016.
- RYDER, E.J. Use of early flowering genes to reduce generation time in backcrossing, with specific application to lettuce breeding. **Journal of the American Society for Horticultural Science (USA)**, 1985.
- RYDER, E.J. **Lettuce, endive and chicory**. Ed. CABI Publishing, USA. 1999. 208 p.
- RYDER, E.J.; MILLIGAN, D.C. Additional genes controlling flowering time in *Lactuca sativa* and *L. serriola*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 130, n. 3, p. 448-453, 2005.
- SALA, F. C.; COSTA, C.P. Melhoramento de alface. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016. p. 95-126.
- SALA, F.C.; NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de alface. In: NASCIMENTO, W. M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 17-42.
- SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira Retrospective and trends of Brazilian lettuce crop. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.
- SALA, F.C. Melhoramento genético de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Horticultura Brasileira 29, Viçosa, 2011. **Anais...** Viçosa, 2011.
- SANTOS, L.; BIDARRA, Z.; SCHMIDT, C.; STADUTO, J. Políticas públicas para o comércio de produtos orgânicos no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 170-180, 2017.
- SILVA, E.C. **Estudos genéticos relacionados à adaptação da alface (*Lactuca sativa* L.) sob altas temperaturas em cultivo protegido na região norte fluminense**. 1997. 69 f. Tese (Doutorado) – UENF, Campos dos Goytacazes, 1997.
- STANGARLIN, O.; PAVAN, M.A.; SILVA, N. da. Occurrence of a new pathotype of *Lettuce mosaic virus* on lettuce in Brazil. **Plant Disease**, v. 84, p. 490, 2000.

SILVA, R.R.; GOMES, L.A.A.; MONTEIRO, A.B.; MALUF, W.R.; CARVALHO FILHO, J.L.S. de.; MASSAROTO, J.A. Linhagens de alface-crespa para o verão resistentes ao *Meloidogyne javanica* e ao vírus mosaico-da-alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1349-1356, 2008.

SILVA, M.A.D.; COELHO JÚNIOR, L.F.; SANTOS, A.P. Vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum L.*) provenientes de sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de plantas medicinais, Botucatu**, v. 14, p. 192-196, 2012.

SILVA, A.A.V.; MENEZES COSTA, A.F.de.; FREITAS, R.M.S.; SANTOS, M.B.S. de V.; LOURENÇO, A.L.N.; MALTA, A.S.; NOÉ, P.V.R. Qualidade parasitológica e condições higiênico-sanitárias de sururu (*Mytella charruana*) e alface (*Lactuca sativa*) comercializados em um mercado público de Maceió-AL. **Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 36, n. 4, 2016.

SIMÕES, A.C.; ALVES; GKEB; FERREIRA, R.L.F.; ARAUJO NETO, S.E. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 521-526, 2015.

SOUZA, J.L. de. Importância, tendência e perspectivas ambientais da produção orgânica de hortaliças. In: 54<sup>a</sup> Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticultura. Vitória, ES. **Anais...** Vitória, outubro 2008. 31 p. (INCAPER, Suplemento CD-ROM).

WILCKEN, S.R.S.; GARCIA, M.J.M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana à *Meloidogyne incógnita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS\***

## **ARTIGO 1 - Seleção de progênies de alface resistentes ao *Lettuce Mosaic Virus* (LMV) para cultivo em sistemas orgânicos**

### **RESUMO**

Nos últimos anos, os consumidores vêm buscando cada vez mais, alimentos produzidos de forma sustentável, sendo crescente a demanda por produtos orgânicos. A alface é a hortaliça folhosa mais importante no mundo, sendo bastante promissora para sistemas de cultivo orgânico, especialmente quando se conta com cultivares resistentes às principais doenças. Entre estas doenças destaca-se o *Lettuce mosaic virus* (LMV), que ocorre em praticamente todas as regiões brasileiras. Dessa forma, o objetivo neste trabalho, foi estimar parâmetros genéticos e fenotípicos e selecionar progênies F2:4 de alface, oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 x Colorado, com vistas à identificação de progênies homozigotas, resistentes ao LMV, para cultivos em sistemas orgânicos. O delineamento foi em blocos casualizados, com 4 repetições e 8 plantas por parcela. Foram avaliados trinta tratamentos, sendo constituídos por 27 progênies, seus genitores, a cultivar Salinas 88 resistente ao LMV, e a cultivar Colorado, suscetível, além da cultivar Regina 71, como testemunha suscetível. A semeadura foi em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato comercial. Quando as plantas atingiram 5-6 folhas foi realizada a inoculação. O isolado AF198, cedido pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (DFP/UFLA), foi utilizado como fonte de inóculo. Utilizando-se as notas médias da manifestação dos sintomas, aferidas por três avaliadores, foi realizada a análise de variância e o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, sendo a nota de cada progênie comparada com as notas médias de cada uma das testemunhas. As progênies AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 e AFX 024D 1211 3167, foram selecionadas para avançar o programa de melhoramento, a fim de se obter novas cultivares resistente ao LMV. As progênies AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, são homozigotas recessivas, apresentando resistência a LMV, sendo materiais potenciais para utilização direta em programas de melhoramento e para avaliação junto a produtores orgânicos.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético. Horticultura. *Lactuca sativa*.

## **1 INTRODUÇÃO**

A demanda por produtos orgânicos tem crescido nos últimos anos, uma vez que os consumidores têm optado por produtos de maior qualidade, que tragam maiores benefícios a saúde, e que sejam produzidos de forma sustentável (GUIMARÃES; MANDELLI; SILVA, 2011; SILVA; COELHO JÚNIOR; SANTOS, 2012).

A sustentabilidade da agricultura orgânica está relacionada com sua fundamentação em princípios ecológicos, como o manejo e conservação do solo através de processos biológicos, utilização de espécies e cultivares adaptadas as áreas de cultivo, utilização de

métodos naturais, biológicos e culturais, no controle de pragas, doenças e plantas invasoras, em detrimento ao uso de insumos químicos, além da conservação da biodiversidade (SOUZA, 2008).

O cultivo de alface (*Lactuca sativa L.*) orgânica vem despertando a atenção dos produtores brasileiros, devido a oportunidade de diferenciar-se no mercado de hortaliças, conseguindo melhores preços em um seguimento que é tão competitivo, e que muitas vezes remunera pouco pelos produtos produzidos. A alface destaca-se como uma espécie de grande importância econômica e nutricional, sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante no mundo. Nos últimos anos, seu consumo vem ganhando destaque por ser alimento nutritivo e com baixo valor calórico, sendo um importante aliado, principalmente para pessoas que buscam uma alimentação mais saudável (SALA; COSTA, 2016).

Além de sua importância econômica e nutricional, o cultivo de alface destaca-se também pela importância social, uma vez que possibilita bom rendimento em pequenas áreas, sendo atividade bastante interessante para agricultores familiares, favorecendo a fixação do homem no campo, e diminuindo o êxodo rural (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012).

A escolha da cultivar é fator importante para o sucesso na produção comercial, uma vez que é recomendável a utilização de cultivares adaptadas às condições ambientais da região onde será instalada a cultura, além de se adaptar as condições específicas de manejo, como é o caso da agricultura orgânica (FIORINI et al., 2016). Também é importante que as cultivares sejam resistentes as principais doenças, considerando que em cultivos orgânicos não é permitido o uso de defensivos químicos.

O vírus do mosaico da alface (LMV) é uma doença que causa inúmeros prejuízos aos produtores de alface em todo o mundo. O LMV é classificado como uma espécie do gênero Potyvirus, família Potyviridae, possuindo partículas de estrutura filamentosa e flexuosa, medindo aproximadamente 730 nm de comprimento por 13 nm de diâmetro (PAVAN; KRAUSE-SAKATE; KUROSAWA, 2005). Sua transmissão pode ser feita por pulgões alados, principalmente *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Aphis gossipii*, ou através do uso de sementes contaminadas. O uso de inseticidas acaba não sendo muito eficiente no controle do vetor, uma vez que o vírus é transmitido na picada de prova (SALA; NASCIMENTO, 2014), além de não ser permitido em cultivos orgânicos.

Em todos os tipos de alface, o efeito do LMV é visível. O sintoma mais comum da doença é o de mosaico leve, principalmente nas folhas mais novas, além de mosqueado,

distorção e amarelecimento foliares, podendo desenvolver necrose de nervuras (SALA; NASCIMENTO, 2014). Na fase de produção de sementes, conhecida como pendoamento, as brácteas da inflorescência mostram mosqueado e áreas necróticas, sendo que as plantas infectadas produzem menor quantidade de sementes (PAVAN; KRAUSE-SAKATE; KUROSAWA, 2005).

A resistência ao LMV é do tipo recessiva, condicionada pelos genes denominados *mo1*<sup>1</sup> e *mo1*<sup>2</sup>, sendo considerada responsável pela baixa incidência do mosaico-da-alface no Brasil (CHUNG; AZEVEDO FILHO; COLARICCIO, 2007; SALA; COSTA, 2016). O LMV é classificado em patótipos conforme a capacidade das diferentes estirpes em quebrar a resistência conferida pelos genes *mo1*<sup>1</sup> e *mo1*<sup>2</sup>, sendo reconhecidos o I, II, III e IV, no mundo todo, e os patótipos II, IV (STANGARLIN et al., 2000) e III (COSSA et al., 2000), identificados no Brasil.

A cultivar Salinas 88, do tipo americana, possui o alelo *mo1*<sup>2</sup>, que confere resistência aos patótipos I, II e III (PINK; KOSTOVA; WALKEY, 1992). No entanto, normalmente não forma uma cabeça de qualidade comercial nas condições brasileiras, sendo desta forma, um material útil em programas de melhoramento. Como o LMV pode ser facilmente controlado com o uso de cultivares resistentes, essa deve ser uma característica priorizada nos programas de melhoramento, em diferentes segmentos varietais (SALA; COSTA, 2016), para obtenção de novas cultivares com maior adaptação às diferentes condições brasileiras e, particularmente, ao sistema orgânico de cultivo.

Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi estimar parâmetros genéticos e fenotípicos e selecionar progênies F2:4 de alface, oriundas do cruzamento entre as cultivares ‘Salinas 88’ x ‘Colorado’, com vistas à identificação de progênies homozigotas resistentes ao LMV para cultivos em sistemas orgânicos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em bandejas de 162 células, na área de produção orgânica da HortiAgro Sementes S.A, junto ao Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da UFLA (CDTT), na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, região sul do estado de Minas Gerais (21°10’ latitude Sul, 44°55’ longitude Oeste, altitude de 832 m).

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições e 8 plantas por parcela. Foram avaliados trinta tratamentos, sendo constituídos pelos genitores: as cultivares Salinas 88 e Colorado, vinte e sete progênies F2:4, oriundas do cruzamento entre os genitores e a testemunha cultivar Regina 71.

A cultivar Salinas 88 é do tipo crespa repolhuda (tipo americana), porém, não forma cabeça compacta sob as condições climáticas brasileiras, apresentando defeitos na conformação das folhas. Apresenta resistência ao *M. incognita* raça 1 e raça 2 (WILCKEN; GARCIA; SILVA et al., 2005, CARVALHO FILHO et al., 2008), além de ser resistente ao LMV (STANGARLIN, 1997). A cultivar Colorado é uma cultivar de origem europeia, com folhas verdes e bordas crespas de coloração roxa, sendo resistente ao míldio (*Bremia lactucae*). A cultivar Regina 71 é do tipo lisa e foi utilizada como testemunha, por ser uma cultivar comercial suscetível ao LMV.

A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato comercial. Em cada célula, foram colocadas 2 a 3 sementes, sendo que aos 7 dias realizou-se o desbaste deixando apenas uma plântula por célula.

Quando as plantas atingiram 5-6 folhas foi realizada a inoculação. Como fonte de inóculo, utilizou-se o isolado AF198, cedido pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (DFP/UFLA), mantido em plantas da cultivar Regina 71.

O preparo do inóculo foi realizado triturando-se folhas apicais de plantas, que apresentavam sintomas, adicionando-se PBS-Tween pH 7,4 (tampão fosfato de sódio e potássio em solução salina), contendo sulfito de sódio 0,1 M. Utilizou-se 1 g de folha fresca infectada, para cada 10 mL de solução tampão. O preparo do extrato foi realizado com a utilização de almofariz e pistilo.

Após a obtenção do extrato contendo o inóculo, as folhas das mudas de cada tratamento foram polvilhadas com solução abrasiva (caborundum 600 mesh), e depois inoculadas através da fricção do pistilo embebido no extrato bruto. Cinco dias após a primeira inoculação, as mudas foram reinoculadas, procedendo-se da mesma forma.

As mudas permaneceram em casa de vegetação recebendo irrigação e fertirrigação periódica, conforme a necessidade. Transcorridos 25 dias após a primeira inoculação, foi realizada a avaliação, por meio da observação dos sintomas de cada planta, sendo que para cada uma das mudas foi atribuída uma nota, conforme a Tabela 1 (SILVA et al., 2008).

A manifestação dos sintomas foi aferida por três avaliadores, sendo utilizada para análise, a média das três notas atribuídas a cada planta.

Tabela 1 - Escala de notas utilizadas para avaliação da manifestação dos sintomas em plantas de alface infectadas com LMV.

<b>NOTA</b>	<b>MANIFESTAÇÃO DOS SINTOMAS</b>
1	Planta sem sintoma visível
2	Planta com clareamento nas nervuras
3	Planta com mosaico clorótico leve
4	Planta com mosaico bem desenvolvido
5	Planta com mosaico amarelado bolhoso e presença de deformação foliar

Os resultados da avaliação foram submetidos a análise de variância e depois as médias comparadas pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, sendo a nota de cada progênie comparada com as notas médias de cada um dos parentais e com a nota média da cultivar Regina 71. Progênies que apresentaram resultado significativo quando comparadas a cultivar Salinas 88 (genitor resistente) e não significativo quando comparadas a cultivar Colorado (genitor suscetível), foram consideradas homozigotas suscetíveis. Progênies que apresentaram resultado não significativo quando comparadas a cultivar Salinas 88 e significativo quando comparadas a cultivar Colorado foram consideradas homozigotas resistentes. Sendo que progênies que apresentaram resultados significativos para ambos os parentais, foram consideradas segregantes.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros genéticos.

<b>Estimativas dos parâmetros genéticos</b>	
Variância fenotípica média	$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMG}{r}$
Variância ambiental média	$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMR}{r}$
Variância genotípica média	$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMT - QMR}{k}$
Herdabilidade no sentido amplo baseada na média de família	$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$
Correlação intraclasses	$\hat{\rho} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2}$
Coefficiente de variação genético	$CV_g \% = \frac{(100\sqrt{\hat{\sigma}_g^2})}{m}$
Razão Cvg/CV	$CV_g / CV = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_e^2}}$

Todas as análises foram realizadas no aplicativo Genes versão 1990.2017.59 (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, observa-se que há variabilidade genética para resistência ao LVM entre as 27 progênies, seus genitores e a testemunha cultivar Regina 71 (TABELA 3). O coeficiente de variação foi de aproximadamente 18%, estando de acordo com os coeficientes de variação obtidos em experimentos dessa natureza (BORGES et al., 2007).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do caráter Notas referentes a manifestação dos sintomas ao LMV, em 27 progênies F2:4 de alface provenientes do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 x Colorado, considerando como testemunhas os genitores com base no padrão de resistência do genótipo Salinas 88 e suscetibilidade dos genótipos Regina 71 e Colorado.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>
Blocos	3	3,44	
Genótipos	29	3,358	**
Progênies (P)	26	2,208	**
Testemunha (T)	2	17,03	**
P vs T	1	5,911	**
Resíduo	87	0,521	
Total	119		
CV (%)	17.68		

\*\* Significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de F  
CV: Coeficiente de variação

De acordo com as notas, em função dos sintomas, a cultivar Salinas 88 foi a que apresentou menor média (1,0825), enquanto que a cultivar Colorado apresentou a maior nota média (5) (TABELA 4). Esses resultados estão dentro do esperado, já que a cultivar de alface Salinas 88 é considerada resistente ao LMV e a cultivar Colorado é suscetível.

Tabela 4 - Comparação das médias de notas para incidência de sintomas de LMV em 27 progênies F2:4 de alface provenientes do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 x Colorado com base no padrão de resistência do genótipo Salinas 88 e susceptibilidade dos genótipos Regina e Colorado através do teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Progênies	Médias	Resistente	Suscetível		Reação Provável
		Salinas 88	Regina 71	Colorado	
AFX 024D 1154 3504	4,97	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1351 3411	4,96	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1351 3163	4,92	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1351 3405	4,90	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1351 3404	4,87	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1241 3466	4,75	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1241 3467	4,72	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1181 3435	4,68	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1241 3472	4,66	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1351 3340	4,66	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1181 3182	4,62	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1250 3279	4,51	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1241 3270	4,44	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1250 3285	4,41	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1250 3523	4,37	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1250 3521	4,24	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1172 3151	4,16	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1241 3277	4,00	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1280 3280	3,83	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1228 3112	3,61	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1228 3367	3,57	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1228 3364	3,56	*	ns	ns	HS
AFX 024D 1211 3167	3,39	*	ns	*	SG
AFX 024D 1228 3421	3,29	*	ns	*	SG
AFX 024D 1309 3487	3,26	*	ns	*	SG
AFX 024D 1241 3126	2,58	ns	*	*	HR
AFX 024D 1309 3306	2,25	ns	*	*	HR
<b>Média</b>	<b>4,15</b>	<b>1,08</b>	<b>4,16</b>	<b>5,00</b>	<b>-</b>

\* –Significativo ao teste de Dunnett a 5%      ns–Não significativo ao teste de Dunnett a 5%

HS – Homozigota Suscetível, SG – Segregante e HR – Homozigota Resistente.

Ao se comparar as médias das progênies com cada um dos genitores (Dunnett 5%), verifica-se que as progênies AFX 024D 1241 3126 e AFX 024D 1309 3306, não diferiram significativamente da cultivar Salinas 88, diferindo, porém, da cultivar suscetível Colorado, indicando que essas progênies se encontram em condição homozigótica para o alelo de resistência ao LMV.

A resistência ao LMV é do tipo recessiva, condicionada pelos genes denominados *moI*<sup>1</sup> e *moI*<sup>2</sup> (CHUNG; AZEVEDO FILHO; COLARICCIO, 2007; SALA; COSTA, 2016), sendo que a cultivar Salinas 88, possui o alelo *moI*<sup>2</sup>, que confere resistência aos patótipos I, II e III (PINK; KOSTOVA; WALKEY, 1992).

Quanto às outras progênies, verifica-se pela mesma comparação, que as progênies AFX 024D 1211 3167, AFX 024D 1228 3421 e AFX 024D 1309 3487, diferiram significativamente tanto da cultivar resistente Salinas 88, quanto da cultivar suscetível Colorado. Estes resultados demonstram que estas progênies se encontram em condição segregante para o loco que confere resistência ao LMV, apresentando plantas tanto resistentes, quanto suscetíveis.

Já as outras 22 progênies restantes, diferiram significativamente da cultivar resistente Salinas 88, e não diferiram significativamente da cultivar suscetível Colorado, indicando que as mesmas se encontram em homozigose para a suscetibilidade ao LMV.

Ao avaliar progênies F2:4, oriundas de cruzamentos, desde que sejam definidas aleatoriamente, é de se esperar uma proporção de 12,5% de plantas segregantes, para 43,75% de plantas para cada condição homozigótica. Neste trabalho, há de se considerar que houve nas gerações anteriores seleção para outras características desejáveis comercialmente, o que pode ter interferido nos resultados.

Outros autores também utilizaram a cultivar Salinas 88 como fonte de resistência ao LMV, em programas de melhoramento, reforçando sua importância na obtenção de cultivares com essa característica.

Carvalho Filho et al. (2009), ao avaliarem 273 plantas F2, a partir do cruzamento entre Salinas 88 e Regina 71, selecionaram 42 plantas superiores para resistência ao LMV e resistência ao florescimento precoce.

Silva et al. (2008), selecionando progênies F4 de alface, oriundas do cruzamento entre as cultivares Verônica e Salinas 88, encontraram 8 progênies que diferiram significativamente da cultivar suscetível 'Verônica', sem, no entanto, diferir da cultivar resistente 'Salinas 88'. Os autores consideram essas progênies como homozigotas resistentes quanto ao caráter, uma vez que a resistência ao vírus presente na cultivar Salinas 88 é atribuída a um gene recessivo.

O processo de obtenção de cultivares resistentes deve ser realizado em etapas sucessivas, através do avanço das gerações, de forma a confirmar e garantir a resistência ao LMV, uma vez que a manifestação dos sintomas não é homogênea dentro das progênies.

Chung et al. (2007), ao avaliarem a reação ao LMV de 18 linhagens superiores do programa de melhoramento de alface do IAC, e de seis cultivares comerciais, observaram 2 genótipos com comportamento de tolerância ao LMV isolado ‘Karla H25’, em experimentos realizados em 3 diferentes épocas do ano. Todavia, na maior parte das plantas pertencentes aos genótipos avaliados, não se observou o mesmo padrão de comportamento nos três experimentos realizados.

A manifestação dos sintomas nas plantas pode ser afetada por diferentes fatores, como alterações fisiológicas, temperatura, luminosidade, idade da planta, estado nutricional, dentre outros (COLARICCIO, 1996).

Quando avaliado os parâmetros genéticos e fenotípicos, verificou-se que a estimativa da herdabilidade foi de 76,41% (TABELA 5), indicando que o ambiente teve pouca influência na expressão do caráter, aumentando a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção.

A razão entre o coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) e o coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) foi alta, o que indica boas perspectivas com a seleção. De acordo com Vencovsky (1987), quando a relação entre  $CV_g$  e o coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) tende a 1 ou mais, há uma situação favorável para a obtenção de ganhos na seleção.

Tabela 5 - Estimativas de parâmetros genéticos e ambientais de progênes F2:4 de alface avaliadas quanto a resistência ao LMV.

Parâmetros Genéticos e Ambientais	Estimativas
Variância Fenotípica (média)	0,552137
Variância Ambiental (média)	0,130195
Variância Genotípica (média)	0,421942
Herdabilidade (US: média da família) - %	76,4198
Correlação Intraclasse (US: parcela) - %	44,7578
Coeficiente de Variação Genético (%)	15,6343
Razão $CV_g/Cve$	0,9001
$r(1 - (1 / f))^{0,5}$	0,9192

\*Us: Unidade de seleção;

Silva et al. (2008) reforçam que, apesar de se encontrar materiais resistentes nos programas de melhoramento, é importante continuar as avaliações nas progênes, com o avanço das gerações, para que se confirme a resistência, antes que haja o lançamento da melhor cultivar.

As progênes AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 e AFX 024D 1211 3167, devem ser selecionadas para avançar o

programa de melhoramento. Foram indicadas para a seleção, tanto progênies homozigotas recessivas resistentes, como heterozigotas (TABELA 4).

Observa-se que as progênies AFX 024D 1241 3126 e AFX 024D 1309 3306, são consideradas resistentes quanto ao LMV. Essas famílias puderam, portanto, ser consideradas homozigotas resistentes quanto à resistência a LMV, uma vez que a resistência ao vírus presente na cultivar Salinas 88 é atribuída a um gene recessivo, em que o alelo  $mo1^2$  condiciona a resistência (STANGARLIN et al., 2000). Logo esses materiais possuem potencial para utilização direta em programas de melhoramento e para avaliação junto a produtores orgânicos.

Já as progênies AFX 024D 12 11 3167, AFX 024D 1228 3421 e a AFX 024D 1309 3487, apresentaram resultados significativos quando comparados a cultivar Colorado (suscetível) e à Salinas 88 (resistentes), podendo ser consideradas heterozigotas. Dessa forma, é possível que, com a seleção dentro dessas progênies, outros materiais homozigotos resistentes possam ser identificados.

#### **4 CONCLUSÃO**

As progênies AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, são homozigotas recessivas, para resistência a LMV, podendo ser utilizados diretamente em programas de melhoramento genético e para avaliação junto a produtores orgânicos.

As progênies, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 e AFX 024D 1211 3167, são segregantes para a resistência ao LMV, podendo ser utilizadas para seleção dentro de progênies.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, L.M.; SANTOS, H.S.; SOUTO, E.R.de.; SCAPIM, C.A.; ABUQUERQUE, F.A. de.; BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O.; SANTOS, I.A. Efeito de fitovirose na produção de alface transplantada com mudas produzidas em telado a diferentes distâncias da fonte de inóculo. **Acta Sci. Agron**, v. 29, n. 2, p. 179-185, 2007.
- CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; WESTERICH, J.N.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P.; FERREIRA, S. Inheritance of resistance of ‘Salinas 88’ lettuce to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 2, 2008.
- CARVALHO FILHO, J.D.; 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**, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2009.
- CARVALHO FILHO, J.S.; GOMES, L.A.; COSTA-CARVALHO, R.R. Incidência de galhas de *Meloidogyne incognita* raça 1 em progênies de F2: 3 (‘Salinas 88’ x ‘Colorado’) de alface. **Scientia Plena**, v. 8, n. 2, 2012.
- CHUNG, R.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.D.; COLARICCIO, A. Reaction of *Lactuca sativa* L. lines to *Lettuce mosaic virus* (LMV). **Bragantia**, v. 66, n. 1, p. 61-68, 2007.
- COSSA, A.C.; COLARICCIO, A.; EIRAS, M.; CHAVES, A.L.R. Partial characterization of *Lettuce mosaic virus* (LMV) Pathotype III in hydroponic lettuce. **Virus Reviews and Research**, v.5, p.195, 2000.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- COLARICCIO, A. Identificação do vírus Y da batata, estirpe comum (PVY0), em *Solanum palinacanthum* Dun. São Paulo, 1996. 112 p. Dissertação (Doutorado em Ciências na área de Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1996.
- FIORINI, V.A.C.; ARAÚJO FERNANDES, M. D. C. de.; DUARTE, V. de O. F. E.; DIAS, A.; SALMI, A. P. Cultivares de alface sob manejo orgânico no inverno e na primavera na Baixada Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, 2016.
- GUIMARÃES, M.A.; MANDELLI, M.S.; SILVA, D.J.H. Seleção de genótipos de *Lactuca sativa* L. para a produção com adubação orgânica. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, 2011.
- NICAISE, V.; GERMAN-RETANA, S.; SANJUAN, R.; DUBRANA, M. P.; MAZIER, M.; MAISONNEUVE, B.; CANDRESSE, T.; CARANTA, C.; LE GALL, O. The eukaryotic translation initiation factor 4E controls lettuce susceptibility to the potyvirus Lettuce mosaic virus. **Plant Physiology**, v. 132, n. 3, p. 1272-1282, 2003.
- PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R.; KUROSAWA, C. Doenças da alface. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 27-33.

- PEREIRA, L.S.; CHAVES, A.L.R.; FILHO, J.A.A.; COLARICCIO, A. Indexação do Lettuce mosaic virus em sementes e plântulas de genótipos de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, p. 628-635, 2012.
- PINK, D.A.C.; KOSTOVA, K.; WALKEY, D.G.A. Differentiation of pathotypes strains of *lettuce mosaic virus*. **Plant Pathology**, v. 41, n. 1, p. 5-12, 1992.
- SALA, F.C.; COSTA, C.P. Melhoramento de alface. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016. p. 95-126.
- SALA, F.C.; NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de alface. In: NASCIMENTO, W.M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 17-42.
- SILVA, M.A.D.; COELHO JÚNIOR, L.F.; SANTOS, A.P. Vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum L.*) provenientes de sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, v. 14, p. 192-196, 2012.
- STANGARLIN, O.S. **Variabilidade de vírus do mosaico da alface e comportamento de cultivares tolerantes de alface (*Lactuca sativa L.*)**. 1997. 72 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1997.
- STANGARLIN, O.; PAVAN, M.A.; SILVA, N. da. Occurrence of a new pathotype of *Lettuce mosaic virus* on lettuce in Brazil. **Plant Disease**, v. 84, p. 490, 2000.
- SILVA, R.R.; GOMES, L.A.A.; MONTEIRO, A.B.; MALUF, W.R.; CARVALHO FILHO, J.L.S. de.; MASSAROTO, J.A. Linhagens de alface-crespa para o verão resistentes ao *Meloidogyne javanica* e ao vírus mosaico-da-alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1349-1356, 2008.
- SOUZA, J.L. de. Importância, tendência e perspectivas ambientais da produção orgânica de hortaliças. In: 54<sup>a</sup> Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticultura. Vitória, ES. **Anais...** Vitória, outubro 2008. 31 p. (INCAPER, Suplemento CD-ROM).
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.
- WILCKEN, S.R.S.; GARCIA, M.J.M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana à *Meloidogyne incógnita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

## ARTIGO 2 - Seleção direta e indireta de caracteres relacionados a resistência ao nematoide das galhas em progênies de alface para cultivos orgânicos

### RESUMO

Na agricultura orgânica, o uso de *mulching* é bastante empregado, uma vez que não é permitido o uso de herbicidas químicos. Entretanto, esse tipo de tecnologia acaba aumentando a incidência de nematoides de galha nas raízes, devido à ausência de rotação de culturas. Diante disso, é importante que os programas de melhoramento de alface desenvolvam cultivares resistentes ao nematoide das galhas, visando atender aos sistemas orgânicos de cultivo. Dessa forma, o objetivo deste trabalho, foi predizer ganhos por seleção e identificar progênies superiores de alface F2:4, oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto à homozigose para a resistência ao nematoide das galhas. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Avaliou-se 31 tratamentos, sendo a cultivar Salinas 88, a cultivar Colorado, a cultivar Regina 71, a cultivar de tomate Santa Clara e 27 progênies F2:4 oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado. A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato comercial. Aos 20 dias após a semeadura, quando as mudas já possuíam o sistema radicular desenvolvido, realizou-se a inoculação com ovos de *Meloidogyne incognita*. Utilizou-se uma suspensão de ovos na proporção de 30 ovos cm<sup>-3</sup> de substrato, totalizando 930 ovos por célula. Transcorridos 45 dias após a inoculação, foram avaliadas as variáveis: número de ovos (NO), índice de reprodução (IR), fator de reprodução (FR), incidência de galhas (IG). Foram identificadas variabilidade genética em todas as variáveis. Herdabilidades maiores que 75% foram observadas em NO, IR e FR. As progênies AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1351 3404, AFX 024D 118 13182, AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1241 3277, foram selecionadas para avançarem no programa de melhoramento, visando resistência ao nematoide das galhas. A seleção com base no número de ovos, índice de reprodução e fator de reprodução, pode promover maiores ganhos de seleção em gerações mais avançadas. Se o interesse for pelo método não destrutivo, a seleção das progênies por seleção direta em IG deve ser levada em consideração.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético. Horticultura. *Meloidogyne incognita*.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de produtos orgânicos representa, principalmente para pequenos produtores, uma oportunidade de diferenciar-se no mercado de hortaliças, conseguindo melhores preços em um seguimento que é tão competitivo, e muitas vezes remunera pouco pelos produtos. A alface é a hortaliça folhosa de maior importância no país, sendo produzida, principalmente, por pequenos produtores, uma vez que possibilita a obtenção de boas produtividades em pequenas áreas (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012). Devido a seu ciclo curto e boas produtividades quando submetida a adubação orgânica, a alface (*Lactuca*

*sativa L.*) tem produção relevante por agricultores orgânicos, além de ser uma das hortaliças com maiores demandas nesse segmento (RESENDE et. al, 2016).

A ocorrência de nematóides de galhas, representados pelas espécies do gênero *Meloidogyne*, causa perda significativa às lavouras de alface, principalmente em regiões de clima quente, onde encontram condições mais favoráveis à sua multiplicação (FIORINI et al., 2007; CARVALHO FILHO et al., 2012). Na agricultura orgânica, o uso de *mulching* é bastante empregado, uma vez que não é permitido o uso de herbicidas químicos. Entretanto, esse tipo de tecnologia acaba aumentando a incidência de nematoides de galha nas raízes, devido à ausência de rotação de culturas (SALA; COSTA, 2016).

As espécies do gênero *Meloidogyne* possuem raças para infectar diferentes espécies de plantas, sendo que as raças 1 e 2 de *M. incognita* e a raça 1 de *M. javanica*, são as mais comuns em alface (SALA; COSTA, 2016). Os prejuízos provocados pela incidência de nematoides são ainda maiores em plantios destinados a produção de sementes, uma vez que as plantas permanecem mais tempo no campo, devido a seu ciclo mais longo (SALA; NASCIMENTO, 2014).

Quando estabelecidos no solo, o controle de nematoides é difícil, e sua erradicação é quase impossível, além de ser uma operação de custo bastante elevado (FIORINI et al., 2007). Entre as formas de controle estão o uso de nematicidas, a rotação de culturas, o consórcio de plantas, o alqueive, dentre outros. Entretanto, o controle químico apresenta como desvantagem, a alta toxicidade e longo efeito residual nas folhas (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012), além de não ser permitido seu uso em cultivos orgânicos. Dessa forma, considerando que a alface tem um ciclo relativamente curto, o método mais seguro e eficaz para controle de nematoides nesta cultura é o emprego de cultivares resistentes (CARVALHO FILHO; GOMES; COSTA-CARVALHO, 2012).

Gomes (1999), por meio do cruzamento entre as cultivares Regina 71 e Grand Rapids, respectivamente suscetível e resistente aos nematóides das galhas, demonstrou que a resistência da cultivar Grand Rapids às raças 1, 2, 3 e 4 de *Meloidogyne incognita* é controlada por um único loco gênico, com efeito predominantemente aditivo, além de apresentar herdabilidade relativamente alta, sendo que para este loco, foi atribuída a denominação Me.

Maluf et al. (2003), verificaram que as cultivares Legacy, Lorca e Salinas 88 apresentam potencial para serem utilizadas como novas fontes de resistência a *M. incognita*,

em programas de melhoramento, pois possuem diferentes características em relação a cultivar Grand Rapids, tradicionalmente utilizada como fonte de resistência.

Em outro trabalho, as cultivares Salinas 88, Challenge, Vanguard 75, Calgary, Classic e La Jolla, foram consideradas fontes de resistência promissoras ao *M. incognita* raça 2, pelo fato de terem apresentado fatores de reprodução (FR) abaixo de 1 (WILCKEN; GARCIA; SILVA, et al., 2005).

Carvalho Filho et al. (2008), ao realizarem um estudo de herança com populações oriundas do cruzamento entre Regina 71 e Salinas 88, verificaram que a resistência à raça 1 de *M. incognita* conferida pela Salinas 88, está ligada a um gene de efeito maior com modificadores, que afeta a expressão do caráter. Destaca-se o fato de que a cultivar Salinas 88 é do tipo americana, mas apresenta problemas de formação de cabeça em condições brasileiras, logo, não pode ser utilizada comercialmente, porém, possui um grande potencial para ser utilizada em programas de melhoramento (SILVA et al., 2008).

A partir dos avanços do melhoramento genético da alface, novas cultivares são constantemente disponibilizadas aos produtores nos diferentes grupos cultivados no país, entretanto, ainda faltam genótipos desenvolvidos especialmente para a agricultura orgânica e que possuam alguma resistência como diferencial, como é o caso da resistência ao nematoide das galhas.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi predizer ganhos por seleção e identificar progênies superiores de alface F2:4, oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto à homozigose para a resistência ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*)

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em bandejas, em casa de vegetação, na área de produção orgânica da HortiAgro Sementes S.A, junto ao Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da UFLA (CDTT), na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, região sul do estado de Minas Gerais (21°10' latitude Sul, 44°55' longitude Oeste, altitude de 832 m).

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições e 8 plantas por parcela. Avaliou-se 31 tratamentos, sendo a cultivar Salinas 88, a cultivar Colorado, a cultivar Regina 71, a cultivar de tomate Santa Clara e 27 progênies F2:4 oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado. A cultivar Salinas 88 é do tipo crespa repolhuda (tipo

americana), porém, não forma cabeça compacta sob as condições climáticas brasileiras, apresentando defeitos na conformação das folhas. Apresenta resistência tanto a *M. incógnita* raça 1 e raça 2 (WILCKEN; GARCIA; SILVA et al., 2005; CARVALHO FILHO et al., 2008), quanto ao *Lettuce Mosaic Virus* (STANGARLIN, 1997). A cultivar Colorado é uma cultivar de origem europeia, com folhas verdes e bordas crespas de coloração roxa, sendo resistente ao míldio (*Bremia lactucae*).

A semeadura foi realizada em bandejas de polipropileno de 162 células, contendo substrato comercial. Em cada célula, foram colocadas 2 a 3 sementes, sendo que aos 7 dias realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por célula. Aos 20 dias após a semeadura, quando as mudas já possuíam o sistema radicular desenvolvido, realizou-se a inoculação com ovos de *Meloidogyne incognita*. A inoculação foi realizada utilizando-se uma seringa de uso veterinário, injetando ao lado de cada planta, diretamente no substrato, uma suspensão de ovos na proporção de 30 ovos cm<sup>-3</sup> de substrato, totalizando 930 ovos por célula. Os ovos foram obtidos de acordo com a técnica proposta por Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981), a partir de plantas de pimentão, cultivadas em casa de vegetação.

Transcorridos 45 dias após a inoculação, foi realizada a avaliação da incidência de galhas, a partir da observação do sistema radicular de cada planta. Para isso, as raízes foram cuidadosamente lavadas em água não corrente, secas e identificadas. Para cada planta foi atribuída uma nota de 1 a 5, conforme a Tabela 6. Foram utilizados três avaliadores, sendo a nota de cada planta, a média das três avaliações.

Tabela 6 - Escala de notas proposta por Fiorini et al. (2005) utilizadas para avaliação da incidência de galhas por sistema radicular (IG) em plantas de alface infectadas com (*Meloidogyne incognita*).

NOTA	INCIDÊNCIA DE GALHAS
1	Poucas galhas visíveis, pequenas e não coalescentes
2	Poucas galhas visíveis, porém algumas de tamanho médio
3	Número médio de galhas visíveis, de tamanho médio e algumas de tamanho grande
4	Muitas galhas visíveis, de tamanho grande, com poucas galhas de tamanho médio, algumas galhas coalescentes
5	Muitas galhas visíveis, de tamanho grande, com grande número de galhas coalescentes)

Figura 1 - Escala de notas proposta por Fiorini et. al, (2005) utilizadas para avaliação da incidência de galhas por sistema radicular (IG) em plantas de alface infectadas com (*Meloidogyne incognita*).



Fonte: Da autora (2018).

Após a avaliação da incidência de galhas, realizou-se a extração de ovos de cada planta, conforme técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981). Os ovos obtidos em cada extração foram armazenados em BOD a 10°C e, posteriormente, contados, com auxílio de um microscópio de luz.

Dessa forma, obteve-se o número de ovos por planta de alface (NO) e o número de ovos por planta de tomate (NOT), os quais corresponderam à população final (Pf) de nematoides. De posse desses dados, obteve-se os caracteres fator de reprodução (FR) e índice de reprodução (IR). O fator de reprodução corresponde à razão entre a população final e inicial de nematoides ( $FR = Pf/Pi$ ) e o índice de reprodução à razão entre o número de ovos no sistema radicular da alface e o número médio de ovos no sistema radicular do tomateiro para cada bloco, multiplicado por 100 ( $IR = NO/NOT \times 100$ ). Os dados foram submetidos a análise de variância em blocos casualizados, com testemunhas adicionais, genitores, e a cultivar Regina 71.

O modelo adotado para análise foi:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

$\mu$ : média geral,  $g_i$ : efeito (aleatório) do genótipo,  $b_j$ : efeito aleatório de bloco e  $\varepsilon_{ij}$ : erro aleatório.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros genéticos.

Estimativas dos parâmetros genéticos	
Variância fenotípica média	$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMG}{r}$
Variância ambiental média	$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMR}{r}$
Variância genotípica média	$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMT - QMR}{k}$
Herdabilidade no sentido amplo baseada na média de família	$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$
Correlação intraclasse	$\hat{\rho} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2}$
Coefficiente de variação genético	$CV_g \% = \frac{(100\sqrt{\hat{\sigma}_g^2})}{m}$
Razão Cvg/CV	$CV_g / CV = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_e^2}}$

Utilizando-se das médias dos genótipos, foi realizado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Foram estimados os ganhos direto e indireto, bem como aqueles obtidos por índices resultantes de combinações lineares de caracteres sem nenhuma restrição. Assim, foi possível identificar unidades seletivas, e comparar ganhos obtidos por diferentes estratégias de seleção.

Para estimar os ganhos baseados na seleção entre progênie, utilizou-se as médias das progênie, em relação aos caracteres NO, IR, FR e IG, e suas matrizes de covariâncias fenotípicas e genotípicas.

O ganho esperado pela seleção direta no *i*-ésimo caráter foi estimado baseado:

a) Na intensidade de seleção:

$$GS_i = pk\hat{\sigma}_{gi}h_i \quad (2)$$

em que, *p*: controle genitor (admitido ser igual a 1); *k*: intensidade de seleção correspondente à seleção de 20% das famílias (ou diferencial de seleção em unidades do desvio-padrão fenotípico; ou seja,  $k = 1.4456$ );  $\hat{\sigma}_{gi}$ : desvio-padrão genético *i*;  $h_i$ : raiz quadrada da herdabilidade, em nível de média de famílias ou progênie, para caráter *i*.

O ganho indireto no caráter *j*, pela seleção no caráter *i*, é dado por  $GS_{j(i)} = pkh_i r_g \hat{\sigma}_{gj}$ , em que  $r_g$  é a correlação genética entre os caracteres *i* e *j*.

b) Baseado no diferencial de seleção:

$$GS_i = (\bar{X}_{si} - \bar{X}_{oi})h_i^2 = DS_i h_i^2 \quad (3)$$

em que,  $\bar{X}_{si}$ : média dos indivíduos selecionados para o caráter  $i$ ;  $\bar{X}_{oi}$ : média original da população;  $DS_i$ : diferencial de seleção praticado na população;  $h_i^2$ : herdabilidade, em nível de média de famílias ou progênes, para o caráter  $i$ .

O ganho indireto no caráter  $j$ , pela seleção no caráter  $i$ , foi a partir de:

$$GS_{j(i)} = DS_{j(i)} h_j^2, \text{ em que } DS_{j(i)} \quad (4)$$

é o diferencial de seleção indireto obtido em função da média do caráter daqueles indivíduos cuja superioridade foi evidenciada com base no outro caráter, sobre o qual se pratica a seleção direta.

Dessa forma, foi possível identificar as progênes a serem selecionadas, de acordo com o caráter principal selecionado, e os ganhos indiretos nos demais. Todas as análises foram realizadas no aplicativo Genes versão 1990.2017.59 (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidencia a existência de variância genética significativa ( $P < 0,01$ ) entre as progênes F2:4 do cruzamento de alface entre os genótipos Salinas 88 e Colorado, em relação aos quatro caracteres utilizados na avaliação para resistência ao nematoide das galhas (TABELA 8). Os coeficientes de variação experimental estão de acordo com estudos desta natureza, como o de Oliveira et al. (2015), ao avaliarem número de ovos (32,15 %) e o de Pinheiro et al. (2014), ao avaliarem o índice de galhas (9,44), indicando uma boa precisão experimental.

Tabela 8 - Resultados da análise de variância das variáveis: NO, IR, FR e IG, avaliados em 27 progênies F2:4 do cruzamento de alface dos genótipos Salinas 88 e Colorado para resistência ao nematoide das galhas.

FV	GL	Quadrado Médio			
		NO	IR	FR	IG
Blocos	2	4630586	58288	4,82	6,950
Genótipos	29	3568458**	10944**	3,72**	0,620**
Progênies F2:4 (P)	26	1987717**	7247**	2,07**	0,509**
Testemunhas (Te)	2	22704207**	54961**	23,6**	1,291**
P vs Te	1	6396228**	19047**	6,67**	2,172**
Resíduo	87	455510	1570	0,475	0,221
Média Geral		2973	159,6	3,03	3,87
Média da Progênies F2:4		2896	155,4	2,95	3,82
Média Testemunhas		3666	197,3	3,74	4,27
CV(%)		22,6	24,8	22,7	12,12

\*\* : Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de F ( $P < 0,01$ )

NO, Número de ovos; IR, Índice de Reprodução; FR, Fator de Reprodução; IG, incidência de galhas

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Scott Knott, a 5 % de probabilidade, sendo realizado a seleção univariada, na qual foram selecionadas 20% das progênies com melhores resultados para cada uma das características avaliadas (TABELA 9).

Tabela 9 - Avaliação de progênies de alface F2:4, oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*).

Acesso	Tratamento	NO	IR	FR	IG
1	AFX 024D 1154 3504	2302 d	130.5 c	2.35 d	3.73 b
2	AFX 024D 1172 3151	2147 d	113.4 d	2.19 d	3.21 b*
3	AFX 024D 118 13182	2011 d*	107.5 d*	2.05 d*	3.34 b*
4	AFX 024D 1211 3167	2247 d	112.8 d	2.29 d	3.76 b
5	AFX 024D 1228 3112	2734 c	155.2 c	2.79 c	3.93 a
6	AFX 024D 1228 3364	4009 b	217.6 b	4.09 b	4.06 a
7	AFX 024D 1228 3367	3966 b	209.5 b	4.05 b	4.51 a
8	AFX 024D 1228 3421	3060 c	157.5 c	3.12 c	4.16 a
9	AFX 024D 1241 3126	2470 d	139.2 c	2.52 d	3.59 b
10	AFX 024D 1241 3270	3098 c	154.0 c	3.16 c	4.18 a
11	AFX 024D 1241 3277	2140 d*	111.2 d*	2.19 D*	3.68 b
12	AFX 024D 1241 3466	3475 b	176.3 b	3.55 b	3.46 b*
13	AFX 024D 1241 3467	2818 c	162.0 c	2.88 c	3.76 b
14	AFX 024D 1241 3472	3285 c	176.8 b	3.35 c	3.50 b
15	AFX 024D 1250 3279	2640 c	138.6 c	2.69 c	4.08 a
16	AFX 024D 1250 3285	3173 c	173.6 b	3.24 c	3.76 b
17	AFX 024D 1250 3521	3909 b	220.6 b	3.99 b	4.62 a
18	AFX 024D 1250 3523	4077 b	242.8 b	4.16 b	3.92 a
19	AFX 024D 1280 3280	3203 c	184.1 b	3.27 c	3.36 b*
20	AFX 024D 1309 3306	2082 d*	94.30 d*	2.13 d*	3.96 a
21	AFX 024D 1309 3487	1659 d*	76.04 d*	1.69 d*	3.21 b*
22	AFX 024D 1351 3163	2790 c	148.1 c	2.85 c	3.97 a
23	AFX 024D 1351 3340	3834 b	208.1 b	3.91 b	3.66 b
24	AFX 024D 1351 3404	1924 d*	97.77 d*	1.96 d*	4.13 a
25	AFX 024D 1351 3405	3456 b	183.9 b	3.53 b	4.15 a
26	AFX 024D 1351 3411	2658 c	139.8 c	2.71 c	3.69 b
27	AFX 024D 1181 3435	3038 c	164.3 c	3.10 c	3.85 b
MF		2896 -	155.4 -	2.95 -	3.82 -
MPS		1963	97.6	2.01	3.32
Colorado		3014 c	159.4 c	3.08 c	4.17 a
Regina71		6307 a	328.9 a	6.44 a	4.88 a
Salinas 88		1677 d	103.9 d	1.71 d	3.76 b
Tomate cv. Santa Clara		2082 -	100.0 -	2.33 -	3.54 -
CVe (%)		23.88	25.94	23.88	12.48

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott ( $p \leq 0,05$ ) para as variáveis NO, Número de ovos; IR, Índice de Reprodução; FR, Fator de Reprodução; IG, incidência de galhas MF: Média da família F:4, MPS: Média de 20% das famílias F2:4 selecionadas, CV(%), coeficiente de variação.

\* Progênies selecionadas

Na seleção direta, o melhorista de alface está, em princípio, interessado em obter ganhos em um único caráter sobre o qual ele praticará a seleção das progênes resistentes ao nematoide das galhas. Assim, considerando apenas o caráter número de ovos, verifica-se que as progênes AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1154 3504, AFX 024D 1211 3167, AFX 024D 1172 3151, AFX 024D 1241 3277, AFX 024D 1309 3306; AFX 024D 1181 3182, AFX 024D 1351 3404 e AFX 024D 1309 3487, apresentaram as menores médias, sendo esse resultado semelhante ao da cultivar Salinas 88 (TABELA 9). De acordo com Carvalho Filho, Gomes e Costa-Carvalho et al. (2012), o número de ovos por sistema radicular é a característica de maior relevância utilizada para seleção de alface para resistência ao nematoide das galhas, considerando que ele é utilizado como base para o cálculo de fator de reprodução e índice de reprodução.

Oliveira et. al (2015), ao avaliar 24 progênes de alface (sete F5: 6 e dezessete F4:5) oriundas do cruzamento entre as cultivares Grand Rapids (resistentes) e Regina 71 (suscetível) quanto à resistência ao *M. incognita*, encontraram 22 progênes consideradas resistentes e 2 consideradas segregantes, com base na contagem de número de ovos. Dessa forma, pode se constatar que a obtenção de progênes homozigotas resistentes é mais promissora em progênes mais avançadas.

Para obter progênes realmente superiores, é necessário que as progênes selecionadas reúnam, simultaneamente, uma serie de atributos favoráveis que lhe confira resistência comparativamente mais elevada e que satisfaça aspectos de redução do número de ovos, índice de reprodução, fator de reprodução e índice de número de galhas. Para aumentar a chance de êxito do programa de melhoramento de alface para resistência a nematoide das galhas a seleção simultânea é uma alternativa interessante.

Quando avaliado o índice de reprodução, as progênes AFX 024D 1172 3151, AFX 024D 118 13182, AFX 024D 1211 3167, AFX 024D 1241 3277, AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1309 3487 e AFX 024D 1351 3404, apresentaram índice semelhante ao da cultivar Salinas 88, já as progênes AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1351 3404 AFX 024D 1309 3487, se destacaram por apresentar valores inferiores ao da cultivar Salinas 88 e ao tomateiro CV Santa Clara (Tabela 9).

As progênes AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1154 3504, AFX 024D 1211 3167, AFX 024D 1172 3151, AFX 024D 1241 3277, AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1181 3182, AFX 024D 1351 3404 e AFX 024D 1309 3487, apresentaram menores valores de fator de reprodução, juntamente com o genitor Salinas 88, dentre elas apenas AFX 024D 1309 3487

apresentou em média fator de reprodução menor que esse genitor. De acordo com Oostenbrink (1966), plantas com  $FR < 1$  são tidas como resistentes e  $FR \geq 1$  como suscetíveis. Nenhuma das progênies avaliadas apresentou fator de reprodução menor que 1, nem mesmo a cultivar Salinas 88, considerada resistente, que apresentou fator de reprodução igual a 1,71. Em média, a cultivar Salinas 88 apresentou média inferior de FR do tomateiro CV Santa Clara utilizada como controle de susceptibilidade (TABELA 9). De acordo com Trudgill (1991), a resistência refere-se à capacidade da planta hospedeira de restringir, ou mesmo prevenir, a multiplicação de um determinado nematoide em seus tecidos. Dessa forma, embora os valores obtidos não tenham evidenciado a resistência dessas plantas, baixos valores de fator de reprodução correspondem a plantas mais resistentes, uma vez que elas possibilitaram uma menor produção de ovos, em comparação a cultivar de alface suscetível, Regina 71.

Quinze progênies apresentaram a nota média de incidência de galhas por sistema radicular, semelhantes a cultivar Salinas 88. A cultivar Salinas 88 apresentou a menor incidência (3,76) entre os parentais, e a Cultivar Regina 71 a maior nota de incidência (4,88), a cultivar Colorado com incidência de 4,17, não diferiu significativamente da cultivar Regina 71.

Carvalho Filho, Gomes e Costa-Carvalho (2012), avaliando progênies F2:3 de alface oriundas de cruzamentos entre ‘Colorado’ e ‘Salinas 88’, observaram que para incidência de galhas a cultivar Salinas 88 apresentou a menor média (1,69), enquanto a cultivar Regina 71 apresentou a maior média (4,25), sendo os dois resultados significativos em relação a cultivar Colorado (2,88). Os autores identificaram 32 progênies que não diferiram da cultivar Colorado, e 13 progênies que não diferiram de ‘Salinas 88’, sendo que as progênies que não diferiram da cultivar Salinas 88, foram escolhidas para continuidade do programa de melhoramento, visando a obtenção de cultivares de alface resistente ao nematoide de galhas.

Carvalho Filho et al. (2007), ao avaliarem 22 famílias F4 de alface, provenientes do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Regina 71, selecionaram 12 famílias homozigotas resistentes ao *M. incógnita*, de acordo com a nota de número de galhas nas raízes (NNG) e nota para número de massas de ovos nas raízes (NMO). Os autores concluíram que o grande número de progênies caracterizadas como homozigotas resistentes reforçam a hipótese de herança monogênica para o caráter.

Pinheiro et al. (2014), ao realizarem uma avaliação preliminar de 111 cultivares de alface com resistência ao nematoide-das-galhas, consideraram a cultivar Salinas 88 como moderadamente resistente com base no índice de galhas, sendo que as cultivares ‘Vera’,

‘Vanda’, ‘Mônica’, ‘Veneranda’, ‘Amanda’ e ‘Cinderela Crespa II’, se destacaram, sendo consideradas altamente resistentes.

De acordo com Gomes et al. (2000), a resistência a *Meloidogyne incognita* pode ter penetrância incompleta e expressividade variável. Dessa forma, indivíduos com o mesmo genótipo podem não expressar o fenótipo da maioria, além de ocorrer uma variação fenotípica anormalmente grande entre indivíduos com o mesmo genótipo, o que justifica a variabilidade nos resultados em experimentos dessa natureza. Além desses fatores, experimentos envolvendo a resistência a nematoides, podem ser influenciados pela espécie e tipo de isolado utilizados, a viabilidade do inóculo, além das próprias condições experimentais, como temperatura, substrato, idade das plantas, período entre a inoculação e a avaliação, dentre outros.

Foram também obtidas as estimativas dos parâmetros genéticos e ambientais, conforme apresentadas na Tabela 10. Um dos principais fatores que determinam o ganho de seleção é a herdabilidade, que expressa a acurácia do processo seletivo. A herdabilidade para número de ovos, índice de reprodução e fator de reprodução, apresentou valores superiores a 75%, indicando que houve pouca influência do ambiente para essas características, favorecendo a obtenção de maiores ganhos com a seleção. Já para índice de galhas, a herdabilidade foi de 55,15%, indicando maior influência ambiental.

Os resultados obtidos se assemelham aos encontrados por Carvalho Filho et al. (2011), ao avaliarem as cultivares de alface Grand Rapids, Salinas 88, Regina 71 e 35 progênies F4 (‘Grand Rapids’ x ‘Salinas 88’), no qual o valor de herdabilidade no sentido amplo para as características incidência de galhas, nota para número de galhas e número de ovos foi superior a 45%, chegando a 72% para a característica número de ovos, indicando chance de sucesso na seleção de plantas resistentes à *Meloidogyne incognita* raça 1.

Tabela 10 - Estimativas dos parâmetros genéticos e ambientais de quatro caracteres, avaliados em 27 progênies F2:4 oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*).

Parâmetros Genéticos e Ambientais	NO	IR	FR	IG
Variância Fenotípica (média) $\hat{\sigma}_f^2$ (média)	496929	1811	0,5182	0,1273
Variância Ambiental (média) $\hat{\sigma}^2$ (média)	119583	406,5	0,1247	0,0571
Variância Genotípica (média) $\hat{\sigma}_g^2$	377346	1405	0,3935	0,0702
Herdabilidade (US: média da família) - %	77,93	77,56	75,93	55,15
Correlação Intraclasse (US: parcela) - %	44,09	46,35	44,10	23,51
Coefficiente de Variação Genético (%)	21,20	24,12	21,21	6,92
Razão CV <sub>g</sub> /CV <sub>e</sub>	0,89	0,929	0,89	0,555

NO, Número de ovos; IR, Índice de Reprodução; FR, Fator de Reprodução; IG, incidência de galhas.

As progênies também apresentaram maior relação entre CV<sub>g</sub> e o coeficiente de variação ambiental (CV<sub>e</sub>) para essas características (TABELA 10). O coeficiente de variação genético (CV<sub>g</sub>) é um parâmetro comumente usado para comparar a variabilidade genética expressa para cada caráter, sendo que de acordo com Vencovsky (1987), quando a relação entre CV<sub>g</sub> e o coeficiente de variação ambiental (CV<sub>e</sub>) tende a 1 ou mais, há uma situação favorável para a obtenção de ganhos na seleção. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Carvalho Filho et al. (2011), no qual razão CV<sub>g</sub> / CV<sub>e</sub>, foi 0,92 para número de ovos.

A incidência de galhas por sistema radicular é utilizada principalmente pela sua praticidade, e por ser um método não destrutivo, possibilitando o uso das plantas selecionadas para outras avaliações, e também para a produção de sementes, sendo muito útil nas avaliações iniciais de programas de melhoramento. Contudo, a seleção com base no número de ovos, índice de reprodução e fator de reprodução, pode promover maiores ganhos de seleção, em gerações mais avançadas.

Os ganhos preditos considerando um esquema seletivo em que são selecionados 20% das progênies é apresentado na Tabela 11. O maior ganho percentual foi observado pela característica IR, que possui maior coeficiente de variação genético, e sobre a qual há a possibilidade de praticar a seleção para resistência ao nematoide das galhas de forma mais acurada, uma vez que se verifica maior confiabilidade do valor fenotípico médio apresentado pelas progênies F2:4, em representar seus valores genéticos.

Tabela 11 - Ganhos por seleção direta a serem obtidos para os caracteres Ovos, IR, FR e IG, avaliados em 27 progênies F2:4 oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*).

Parâmetros	Caracteres			
	NO	IR	FR	IG
$\bar{X}_o$	2896	97,36	2,01	3,67
$\bar{X}_s$	1963	98,36	2,01	3,66
$h^2$ (%)	77,08	78,32	77,08	56,68
CVg	21,20	24,12	21,20	6,92
$\hat{\sigma}_g^2$	377346	1405	0,393	0,070
GS <sup>1</sup>	-719,41	-45,45	-0,734	-0,091
GS <sup>1</sup> %	-24,84	-29,25	-24,84	-2,37

NO, Número de ovos; IR, Índice de Reprodução; FR, Fator de Reprodução; IG, incidência de galhas. Para resposta direta tem-se  $GS^1\% = 100ph^2DS / \bar{X}$ . Para resposta indireta tem-se  $GS^1\% = 100ph_j^2DS_{(j)} / \bar{X}$ .

As estimativas dos coeficientes de correlação genotípica, indicam que apenas as características associadas a IG apresentaram baixas correlações (TABELA 12). Observa-se que mesmo as correlações sendo baixas, elas ainda são positivas, e com isso, mesmo escolhendo qualquer uma delas para seleção direta, ainda se tem ganhos, no mesmo sentido, nas outras características. Assim, considerando o interesse no decréscimo nos valores médios dos quatro caracteres simultaneamente, e que o caráter IG seja o de maior interesse, pode-se prever que a seleção nele praticada provocará mudanças no sentido desejado nos demais caracteres, em razão de todas as correlações apresentarem valores positivos existente entre estes caracteres.

Valores semelhantes foram encontrados por Carvalho Filho et al. (2011), que obtiveram correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais de 0,48, 0,48 e 0,50 respectivamente entre número de ovos e incidência de galhas.

Tabela 12 - Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre quatro caracteres, avaliados em progênies F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*).

Parâmetros	Correlação		
	Fenotípica	Genotípica	Ambiental
NO e IR	0,98	1,00	0,87
NO e FR	1,00	1,00	1,00
NO e IG	0,47	0,54	0,35
IR e FR	0,98	1,00	0,87
IR e IG	0,42	0,44	0,44
FR e IG	0,47	0,54	0,36

NO, Número de ovos; IR, Índice de Reprodução; FR, Fator de Reprodução; IG, incidência de galhas

Na Tabela 13, estão apresentadas as estimativas das respostas diretas e indiretas à seleção aos caracteres utilizados para avaliação da resistência do nematoide das galhas. Verifica-se que a resposta correlacionada entre todas as características, se manifesta no sentido favorável do interesse do melhorista, ou seja, redução em IG provocará redução nas demais características e vice e versa.

A seleção em IG proporciona ganhos correlacionados positivos com as outras características, sendo vantajosa no processo de seleção para resistência ao nematoide da galha. Entretanto, esta resposta correlacionada é de baixa magnitude, sendo a eficiência da seleção indireta de NO, IR e FR para IG estando abaixo de 0,65 e, no sentido contrário, 0,45.

De maneira geral houve boa concordância entre os estimadores do ganho de seleção direta e indireta, e com isso, escolher o caráter que apresenta os maiores ganhos é o mais indicado (TABELA 13). Geralmente, quando a variável tem distribuição normal, os dois estimadores proporcionam valores bem próximos (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Tabela 13 - Estimativas das Médias Originais ( $\bar{X}_o$ ) e das Progênes Seleccionadas ( $\bar{X}_s$ ), das Herdabilidades ( $h^2$ ), e dos Ganhos de Seleção (GS) Direto e Indireto para cinco caracteres, avaliados em 27 Progênes F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, quanto a resistência ao nematoide das galhas.

Caráter Seleccionado	$\bar{X}_o$	$h^2$	Progênes Seleccionadas	Parâmetros	Respostas nos Caracteres				
					NO	IR	FR	IG	
NO	2896	75,93	AFX 024D 1309 3487	$\bar{X}_s$	1963	97.36	2.01	3.67	
			AFX 024D 1351 3404	DS	933	58,04	0.948	0.157	
			AFX 024D 1181 3182	GS	-709	-45.01	-0.72	-0.09	
			AFX 024D 1309 3306	GS <sup>1%</sup>	<b>26,71</b>	30,46	26,71	4,71	
			AFX 024D 1241 3277	ESI	---	0,992	1,00	0,593	
			AFX 024D 1309 3306	GS <sup>2%</sup>	-24,47	-28,97	-24,47	-2.31	
			AFX 024D 1241 3277	GS <sup>2%</sup>	-24,47	-28,97	-24,47	-2.31	
IR	155.4	77,56	AFX 024D 1309 3487	$\bar{X}_s$	1963	97.36	2.01	3.67	
			AFX 024D 1351 3404	DS	933	58,04	0.948	0.157	
			AFX 024D 1181 3182	GS	-709	-45.0	-0.72	-0.09	
			AFX 024D 1309 3306	GS <sup>1%</sup>	27,07	<b>30,71</b>	27,07	3,92	
			AFX 024D 1241 3277	ESI	1,01	---	1,01	0,527	
			AFX 024D 1309 3306	GS <sup>2%</sup>	-24.47	-28.97	-24.47	-2.31	
			AFX 024D 1241 3277	GS <sup>2%</sup>	-24.47	-28.97	-24.47	-2.31	
FR	2.958	75,94	AFX 024D 1309 3487	$\bar{X}_s$	1963	97.36	2.01	3.67	
			AFX 024D 1351 3404	DS	933	58,04	0.948	0.157	
			AFX 024D 1181 3182	GS	-709	-45.01	-0.72	-0.09	
			AFX 024D 1309 3306	GS <sup>1%</sup>	26,71	30,46	<b>26,71</b>	4,61	
			AFX 024D 1241 3277	ESI	1,00	0,992	---	0,634	
			AFX 024D 1309 3306	GS <sup>2%</sup>	-24.47	-28.97	-24.47	-2.31	
			AFX 024D 1241 3277	GS <sup>2%</sup>	-24.47	-28.97	-24.47	-2.31	
IG	3.827	55,15	AFX 024D 1172 3151	$\bar{X}_s$	2499	131.4	2.55	3.31	
			AFX 024D 1309 3487	DS	397	24	0.408	0.517	
			AFX 024D 1181 3182	GS	-	-18.56	-0.308	-0.280	
			AFX 024D 1280 3280	GS <sup>1%</sup>	301.88	12,04	11,51	12,04	<b>7,43</b>
			AFX 024D 1241 3466	ESI	0,451	0,375	0,451	---	
			AFX 024D 1309 3487	GS <sup>2%</sup>	-10.42	-11.95	-10.42	-7.32	
			AFX 024D 1241 3466	GS <sup>2%</sup>	-10.42	-11.95	-10.42	-7.32	

Para resposta direta tem-se  $GS^1\% = 100ph^2DS / \bar{X}$  e  $GS^2\% = 100kph^2\hat{\sigma}_i / \bar{X}$ . Para resposta indireta tem-se  $GS^1\% = 100ph_f^2DS_{j(i)} / \bar{X}$  e  $GS^2\% = 100kph_f r_g \hat{\sigma}_{g_i} / \bar{X}$ . ESI: Eficiência de seleção

Dessa forma, as progênes AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1351 340, AFX 024D 1181 3182, AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1241 3277, deveriam ser seleccionadas considerando a seleção direta em NO, IR e FR, e indireta nas demais. Por outro lado, caso o interesse seja o método não destrutivo, por permitir a sobrevivência da planta e poder colher suas sementes para as próximas gerações, ela deve ser levada em consideração e, assim, o caractere IG poderá ser utilizado obtendo a seleção das progênes AFX 024D 1172 3151,

AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1181 3182 , AFX 024D 1280 3280, AFX 024D 1241 3466. Observa-se neste caso, que mesmo o ganho direto em IG sendo menor, comparado aos demais caracteres, ele ainda proporciona ganhos indiretos expressivos nos demais caracteres, ou seja, reduz a incidência de nematoides das galhas nas progênies selecionadas.

#### **4 CONCLUSÃO**

As progênies AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1351 3404, AFX 024D 118 13182, AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1241 3277, devem ser selecionadas para avançarem no programa de melhoramento visando resistência ao nematoide das galhas.

A seleção com base número de ovos, índice de reprodução e fator de reprodução, pode promover maiores ganhos de seleção em gerações mais avançadas.

Se o interesse for pelo método não destrutivo, a seleção das progênies por seleção direta pela incidência de galhas deve ser levada em consideração.

## REFERÊNCIAS

- BONETI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, p. 553, 1981.
- CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; WESTERICH, J.N.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P. Caracterização de famílias F4 de alface de folhas lisas quanto à homozigose para resistência à *Meloidogyne incognita*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 331-336, 2007.
- CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; WESTERICH, J.N.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P.; FERREIRA, S. Inheritance of resistance of 'Salinas 88' lettuce to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 2, 2008.
- CARVALHO FILHO, J.D.; 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**, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2009.
- CARVALHO FILHO, J.L.; GOMES, L.A.; SILVA, R.R.; FERREIRA, S.; CARVALHO, R. R.; MALUF, W.R. Parâmetros populacionais e correlação entre características da resistência a nematoides de galhas em alface. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, 2011.
- CARVALHO FILHO, J.S.; GOMES, L.A.; COSTA-CARVALHO, R.R. Incidência de galhas de *Meloidogyne incognita* raça 1 em progênies de F2: 3 ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface. **Scientia Plena**, v. 8, n. 2, 2012.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. v. 2.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- DOMINGUES NETO, F.J.; SILVA, G.D.P.; PEREIRA, T.D.S.; RESENDE, F.; VIDAL, M.; GUALBERTO, R. Desempenho agrônômico de grupos de cultivares de alface sistema orgânico no Distrito Federal. In: **Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Cadernos de Agroecologia, Cruz Alta, v. 9, n. 3, 2014.
- FIORINI, C.V.A.; GOMES, L.A.A.; LIBÂNIO, R.A.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P.; LICURSI, V.; FIORINI, I.V.A. Identificação de famílias F2:3 de alface homozigotas resistentes aos nematóides das galhas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 509-513, 2007.
- GOMES, L.A.A. Herança da resistência da alface (*Lactuca sativa L.*) cv. Grand Rapids ao nematóide de galhas *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. 1999. 70 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1999.
- GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P. Inheritance of the resistant reaction of the lettuce cultivar 'Grand Rapids' to the southern root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Euphytica**, v. 114, n. 1, p. 37-46, 2000.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. **Plant Disease Report.**, v. 57, n. 12, p. 1025-1028, 1973.

MALUF, L.E.J.; OKADA, A.T.; GOMES, L.A.A.; FIORINI, C.V.; MALUF, W.R.; LICURSI, V. Reação de cultivares de alface a *Meloidogyne incognita*. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**. Recife: UFRPE, 2003.

OLIVEIRA, G.H.F.; SANTANA, S.E.R.E.A.; FONSECA, R.C.N.; LIMA, L.E. de.; GOMES, L.A.A.; CARVALHO FILHO, J.E.L.S de. *Meloidogyne incognita* resistant strains of leaf lettuce. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 51, p. 4660-4667, 2015.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen**, Wageningen, v. 66, n. 4, p. 1-46, 1966.

PINHEIRO, J.B.; RODRIGUES, C.D.S.; PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F de.; SUINAGA, F.A. Avaliação preliminar de cultivares de alface para resistência ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). **Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2014.

RESENDE, F.; DOMINGUES NETO, F.J.; GUALBERTO, R.; VIDAL, M.; SUINAGA, F. Cultivares de alface para a agricultura orgânica no período de Verão do Cerrado. **Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2016.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. Melhoramento de alface. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016. p. 95-126.

SALA, F.C.; NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de alface. In: NASCIMENTO, W.M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa2014. p. 17-42.

STANGARLIN, O.S. **Variabilidade de vírus do mosaico da alface e comportamento de cultivares tolerantes de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1997. 72f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1997.

SILVA, R.R.; GOMES, L.A.A.; MONTEIRO, A.B.; MALUF, W.R.; CARVALHO FILHO, J.L.S.de.; MASSAROTO, J.A. Linhagens de alface-crespa para o verão resistentes ao *Meloidogyne javanica* e ao vírus mosaico-da-alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1349-1356, 2008.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, Identification and Control of Root-Knot nematodes**. North Carolina: North Carolina State University, EUA, 1978.

TRUDGILL, D.L. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. **Annual review of phytopathology**, v. 29, n. 1, p. 167-192, 1991.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. p. 137-214., 1987.

WILCKEN, S. R. S.; GARCIA, M. J. M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana à *Meloidogyne incógnita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 2p. 267-271, 2005.

### ARTIGO 3 - Caracterização de progênies F2:4 de alface para utilização em cultivos orgânicos

#### RESUMO

O cultivo de alface orgânica vem despertando a atenção dos produtores, graças à crescente demanda do mercado, e possibilidade de comercialização a preços superiores, quando comparado ao produto produzido de forma tradicional. O objetivo neste trabalho foi caracterizar progênies F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, com vistas a identificar genótipos promissores para a obtenção de cultivares para a agricultura orgânica. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições e 16 plantas por parcela, no total de 48 plantas por tratamento. Foram avaliadas 26 progênies, além das cultivares testemunhas Colorado, Verônica, Laurel e Regina 71. Aos 45 dias após o transplântio, realizou-se as avaliações para as principais características comerciais, sendo elas coloração, tipo de borda, tipo de limbo e classificação comercial. As avaliações foram feitas por três avaliadores, utilizando-se uma escala de notas para cada característica. Terminadas estas avaliações, foram colhidas alternadamente 8 plantas de cada parcela. As plantas colhidas foram pesadas para avaliação da massa fresca. As plantas restantes permaneceram no campo a fim de avaliar a tolerância ao florescimento precoce e a produção de sementes. A média obtida em cada uma das progênies, para cada característica avaliada, foi submetida a análise de variância e depois submetida ao teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, onde a nota de cada progênie foi comparada com as notas médias dos parentais e das cultivares comerciais. Verificou-se que existe grande variabilidade genética para características agronômicas em progênies F2:4 de alface do cruzamento Salinas 88 X Colorado, sendo necessário avançar mais gerações para se identificar material com características comerciais. À exceção das características de massa fresca e de número de dias para florescimento, as outras características apresentaram herdabilidade acima de 70%, o que favorece a seleção fenotípica.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*. Melhoramento genético. Seleção fenotípica.

## 1 INTRODUÇÃO

A alface é a hortaliça folhosa de maior importância no Brasil, com grande relevância do ponto de vista social, nutricional e econômico, sendo produzida, principalmente, por agricultores familiares. Apenas no estado de São Paulo, houve um aumento de 369 hectares produzidos em 2015, em relação a 2014, sendo um dos motivos desse aumento, a busca dos consumidores por hábitos alimentares mais saudáveis (CARVALHO, 2016).

O consumo desta hortaliça é realizado principalmente *in natura*, na forma de saladas, sendo um alimento rico em vitaminas (A, B1, B2, B5), cálcio, potássio, sódio, fósforo, ferro, silício, flúor, magnésio, além de apresentar propriedades laxativas, diuréticas, depurativas, calmantes mineralizante, vitaminizantes e desintoxicantes (SILVA et al., 2017). Entre os

principais tipos de alface produzidos no Brasil, destacam-se os tipos crespa, lisa, americana, mimosa, romana, roxa/vermelha e crocante, com uma grande variedade de formatos, tamanho e coloração, visando atender as diferentes preferências do mercado consumidor (SALA; COSTA, 2016).

Paralelamente aos desafios enfrentados pela alficultura na agricultura tradicional, o cultivo de alface orgânica vem despertando a atenção dos produtores, graças à crescente demanda do mercado, e possibilidade de comercialização a preços superiores, quando comparado ao produto produzido de forma tradicional. De acordo com dados do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), há no Brasil, um total de 17356 produtores orgânicos certificados (BRASIL, 2018).

O cultivo de produtos orgânicos representa, principalmente para pequenos produtores, uma oportunidade de diferenciar-se no mercado de hortaliças, conseguindo melhores preços em um seguimento que é tão competitivo, e que muitas vezes remunera pouco pelos produtos produzidos. Entretanto, a produção de hortaliças orgânicas ainda enfrenta grandes desafios, entre os quais destacam-se a ausência de sementes orgânicas no mercado e a escassez de informações sobre o assunto, sendo estes, fortes empecilhos para a produção orgânica no Brasil (BRUNO et al., 2007).

A Instrução Normativa 38, de 2 de agosto de 2011, estabelece as normas técnicas para a produção de sementes e mudas, de acordo com o sistema orgânico de produção. As sementes orgânicas são produzidas com técnicas de cultivo sem uso de agrotóxicos, sem adubos minerais solúveis ou processados, não tratadas com fungicidas sintéticos e fazendo uso de germoplasma adaptado às condições locais (MALUF, 2002). Atualmente, grande parte do cultivo de hortaliças em cultivos orgânicos ainda é feita utilizando sementes convencionais, uma vez que o mercado ainda não consegue atender a demanda em quantidade e qualidade suficientes, levando muitos produtores a importarem sementes orgânicas de outros países (NASCIMENTO; VIDAL; RESENDE, 2011). Desta forma, para que o Brasil consiga atender ao mercado de produtos orgânicos, é necessário que a produção de sementes orgânicas cresça na mesma medida, caso contrário, a certificação destes produtos será inviabilizada (LIMA et al., 2015).

Também é importante ressaltar, que grande parte dos estudos relacionados a produção de alface em manejo orgânico, é realizado com cultivares desenvolvidas para a agricultura convencional (FERREIRA et al., 2014; RESENDE et al., 2016; CELESTRINO et al., 2017)

sendo que os estudos que visam o desenvolvimento de genótipos para a agricultura orgânica são praticamente inexistentes (GUIMARÃES; MANDELLI; SILVA, 2011).

A escolha da cultivar é um fator muito importante para obtenção do sucesso na produção comercial, uma vez que é necessário que a cultivar escolhida seja adaptada às condições ambientais da região onde será instalada a cultura, além de se adaptar às condições específicas de manejo, como é o caso da agricultura orgânica (FIORINI et al., 2016).

Cultivares para a agricultura orgânica também devem possuir características importantes de interesse para a cultura, como é o caso da resistência ao florescimento precoce em alface. O florescimento precoce é caracterizado pelo alongamento do caule, redução do número de folhas, afeta a formação da cabeça comercial e estimula a produção de látex, o que confere sabor amargo às folhas, diminuindo a qualidade do produto, prejudicando sua comercialização (SALA; COSTA, 2016).

Logo, não havendo disponibilidade de genótipos que reúnam todas as características desejáveis para a produção, torna-se necessário um programa de melhoramento específico para obtê-los, sendo que o sucesso do programa dependerá, dentre outros fatores, da disponibilidade de populações que apresentem alta variabilidade genética para as características sob seleção (AZEVEDO et al., 2013).

O objetivo deste trabalho, foi caracterizar progênies F2:4 de alface oriundas do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado, com vistas a identificar genótipos promissores para a obtenção de cultivares para a agricultura orgânica.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área de produção orgânica da HortiAgro Sementes S.A, junto ao Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da UFLA (CDTT), na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, região sul do estado de Minas Gerais (21°10' latitude Sul, 44°55' longitude Oeste, altitude de 832 m). O experimento foi realizado entre os meses de abril e setembro.

Utilizaram-se 26 progênies (F2:4), provenientes do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado. A cultivar Salinas 88 é do tipo crespa repolhuda (tipo americana), porém, não forma cabeça compacta sob as condições climáticas brasileiras, apresentando defeitos na conformação das folhas. Apresenta resistência tanto a *M. incognita* raça 1 e raça 2 (WILCKEN; GARCIA; SILVA et al., 2005), quanto ao LMV (STANGARLIN, 1997). A

cultivar Colorado, por sua vez, é uma cultivar europeia, com folhas verdes e bordas crespas de coloração roxa, sendo resistente ao míldio, que também não apresenta boas características comerciais para as condições de mercado brasileiro.

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com 3 repetições, e 16 plantas por parcela, no total de 48 plantas por tratamento. Cada tratamento foi composto por cada uma das 26 progênies avaliadas, além das cultivares Colorado, Verônica, Laurel e Regina 71. A cultivar Colorado foi utilizada como testemunha de cultivar tipo roxa, a cultivar Verônica como testemunha de cultivar tipo crespa, a cultivar Laurel como testemunha de alface tipo americana, e a cultivar Regina 71 como testemunha de alface tipo lisa, com maior tolerância ao florescimento precoce.

A semeadura de cada tratamento foi realizada em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo substrato comercial. Em cada célula, foram colocadas 2 a 3 sementes, sendo que aos 7 dias realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por célula. Trinta dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para ambiente protegido, no espaçamento de 0,25 m entre plantas e 0,30m entre fileiras. As plantas foram conduzidas sem o uso de adubos ou defensivos químicos, e para maior controle de plantas invasoras, os canteiros utilizados estavam cobertos com *mulching*.

Aos 45 dias após o transplântio, realizou-se as avaliações para as principais características comerciais, sendo elas, coloração, tipo de borda, tipo de limbo e classificação comercial. As avaliações foram feitas por três avaliadores, utilizando-se uma escala de notas para cada característica (TABELAS 14 a 17). As médias das notas atribuídas a cada parcela foram utilizadas nas análises.

Tabela 14 - Escala de notas utilizadas para avaliação da coloração das folhas de alface.

<b>NOTA</b>	<b>COLORAÇÃO</b>
1	Roxo
2	Mesclado
3	Verde escuro
4	Verde médio
5	Verde claro

Figura 2 - Escala de notas utilizadas para avaliação da coloração das folhas de alface.



Fonte: Da autora (2018).

Tabela 15 - Escala de notas utilizadas para avaliação do tipo de borda em folhas de alface.

<b>NOTA</b>	<b>TIPO DE BORDA</b>
1	Liso
2	Repicado leve
3	Repicado intermediário
4	Repicado forte
5	Repicado pontudo

Figura 3 - Escala de notas utilizadas para avaliação do tipo de borda em folhas de alface



Fonte: Da autora (2018).

Tabela 16 - Escala de notas utilizadas para avaliação do tipo de limbo em folhas de alface.

<b>NOTA</b>	<b>TIPO DE LIMBO</b>
1	Muito enrugado
2	Pouco enrugado
3	Liso

Figura 4 - Escala de notas utilizadas para avaliação do tipo de limbo em folhas de alface



Fonte: Da autora (2018).

Tabela 17 - Escala de notas utilizadas para classificação comercial em plantas de alface.

NOTA	CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL
1	Crespa
2	Lisa
3	Americana
4	Romana
5	Fora de tipo

Figura 5 - Escala de notas utilizadas para classificação comercial em plantas de alface.



Fonte: Da autora (2018).

Terminadas estas avaliações, foram colhidas alternadamente, 8 plantas de cada parcela. As plantas colhidas foram pesadas para avaliação da massa fresca. As plantas restantes permaneceram no campo, a fim de se avaliar a tolerância ao florescimento precoce. Para isso, foi anotado o número de dias decorridos desde a semeadura, até a primeira antese de cada planta, obtendo-se o número de dias para o florescimento. Ao atingir a maturidade fisiológica, as sementes de cada planta foram colhidas individualmente, e pesadas, de forma a obter a produção média de sementes de cada progênie.

A média obtida em cada uma das progênies, para cada característica avaliada foi submetida a análise de variância e depois submetida ao teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, onde a nota de cada progênie foi comparada com as notas médias das

cultivares comerciais. Todas as análises foram realizadas no aplicativo Genes versão 1990.2017.59 (CRUZ, 2013).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com o Teste F, todas as características agronômicas avaliadas apresentaram diferença significativa entre as progênies, exceto para matéria fresca, indicando que há variabilidade entre os materiais. (TABELAS 18 e 19).

Tabela 18 - Comparação de médias de coloração, tipo de borda e tipo de limbo pelo Teste de Dunnett, a 5 % de probabilidade, entre progênies F2:4 de alface, obtidas partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado e cultivares comerciais.

Progênies	COL		BOR		LIM	
AFX 024D 1154 3504	3.1736	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.0208	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.2847	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1172 3151	2.9583	$\alpha\beta\gamma\delta$	4.8958	$\alpha\beta$	2.4931	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1181 3182	3.5278	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.7057	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.8264	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1211 3167	2.0903	$\alpha\beta$	4.7222	$\alpha\beta$	1.75	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1228 3112	3.4722	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.4236	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.6789	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1228 3367	2.6319	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.9722	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.7431	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1228 3421	3.2917	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.75	$\alpha\beta \delta$	2.0208	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1241 3126	2.0208	$\alpha\beta$	2.6528	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.2569	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1241 3270	2.6458	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.8264	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.3403	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1241 3277	5	$\beta\gamma\delta$	2.2639	$\alpha\beta\gamma\delta$	1	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1241 3466	4.0417	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.8611	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.1042	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1241 3467	2.7708	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.2468	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.0208	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1241 3472	2.1111	$\alpha\beta$	2.8125	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.1111	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1250 3279	4	$\alpha\beta\gamma\delta$	4.2083	$\alpha\beta \delta$	2.1111	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1250 3285	3.7917	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.9306	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.8889	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1250 3521	3.9792	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.6111	$\alpha\beta \delta$	1.9444	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1250 3523	3.5972	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.9722	$\alpha\beta \delta$	2.2778	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1280 3280	3.5556	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.0139	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.0625	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1309 3306	2.9861	$\alpha\beta\gamma\delta$	4.4444	$\alpha\beta \delta$	2.2222	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1309 3487	4.3194	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.0556	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.5486	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1351 3163	4.0694	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.4722	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.0625	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1351 3340	4.9375	$\beta\gamma\delta$	2.5625	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.2917	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1351 3404	4.8889	$\beta\gamma\delta$	1.9167	$\alpha\beta\gamma\delta$	1	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1351 3405	4.3958	$\alpha\beta\gamma\delta$	2.3333	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.0417	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX 024D 1351 3411	4.8611	$\beta\gamma\delta$	2.6944	$\alpha\beta\gamma\delta$	1.0625	$\alpha\beta\gamma\delta$
AFX024D 1181 3435	3.1806	$\alpha\beta\gamma\delta$	3.6667	$\alpha\beta \delta$	1.6389	$\alpha\beta\gamma\delta$
Testemunhas						
Colorado	2	$\alpha$	4	$\alpha$	1.1111	$\alpha$
Laurel	3.2222	$\beta$	2.75	$\beta$	2.6667	$\beta$
Regina 71	5	$\gamma$	1	$\gamma$	3	$\gamma$
Verônica	4.9375	$\delta$	2	$\delta$	1.1111	$\delta$
CV (%)	8.83		14.61		11.81	

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett . COL, coloração; BOR, tipo de borda; LIM, tipo de limbo.

Quanto à coloração, três progênies receberam as menores notas (TABELA 18), sendo elas AFX 024D 1241 3126 (2,02), AFX 024D 1211 3167 (2,09), AFX 024D 1241 3472 (2,02) se assemelhando pelo teste de Dunnett às cultivares Colorado e Laurel. O seguimento de

alfaces roxas, juntamente com o de americana, vem crescendo no país, principalmente devido a utilização em saladas prontas, uma vez que seu uso aumenta a atratividade desse tipo de produto, assim como também para consumo processada. Outro fator é que as alfaces de coloração roxa possuem maiores teores de antocianinas, sendo crescente o número de pesquisas que comprovam sua capacidade antioxidante e outros efeitos farmacológicos (MAGALHÃES et al., 2017). As demais progênies apresentaram coloração variando entre verde claro e verde escuro. No mercado, particularmente o de alface de folhas crespas, a preferência é por cultivares cujas folhas apresentem coloração verde bem clara.

As progênies AFX 024D 1172 3151, AFX 024D 1211 3167, AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1250 3279, AFX 024D 1250 3523, AFX 024D 1228 3421, AFX 024D 1181 3435, AFX 024D 1250 3521, apresentaram padrão de borda mais semelhantes às cultivares Colorado, Laurel e Verônica, sem se assemelhar a cultivar Regina 71 de folhas lisas. O Brasil, há alguns anos atrás, consumia preferencialmente alface do tipo lisa, entretanto, a partir dos anos 90, a alface lisa vem sendo substituída gradativamente pelo tipo crespa, e também pela americana, tanto pelos alfacicultores, quanto pelos consumidores (SALA; COSTA, 2012).

Na avaliação do limbo foliar não se verificou diferenças significativas entre as progênies avaliadas e as testemunhas comerciais. As cultivares Colorado e Veronica foram as cultivares com limbo mais enrugado (1,11), enquanto que a cultivar Regina 71 (3), apresentou limbo liso. Vale ressaltar a ocorrência de duas progênies com nota 1, a AFX 024D 1351 3404 e AFX 024D 1241 3277, indicando que para essa característica não houve variação dentro dessas progênies.

Tabela 19 - Comparação de médias de classificação comercial, matéria fresca, número de dias até a primeira antese e produção de sementes pelo Teste de Dunnett, a 5 % de probabilidade, entre progêneses F2:4 de alface, obtidas partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado e cultivares comerciais.

Progêneses	CC	MF	FLOR	SEM			
AFX 024D 1154 3504	3.3	$\alpha\beta\gamma\delta$	374.97	123.42	$\alpha\delta$	17.04	$\delta$
AFX 024D 1172 3151	3.8	$\beta\gamma$	256.88	126.50	$\alpha\beta$	7.96	$\gamma$
AFX 024D 1181 3182	3.0	$\alpha\beta\gamma\delta$	346.46	130.25	$\beta$	16.41	$\delta$
AFX 024D 1211 3167	4.3	$\beta$	225.83	122.13	$\delta$	11.67	$\beta$
AFX 024D 1228 3112	3.9	$\beta\gamma$	362.83	127.13	$\alpha\beta$	15.22	$\beta\delta$
AFX 024D 1228 3367	4.3	$\beta$	250.00	127.46	$\alpha\beta$	17.81	
AFX 024D 1228 3421	3.7	$\beta\gamma$	240.00	129.33	$\beta$	8.15	c
AFX 024D 1241 3126	4.1	$\beta\gamma$	220.00	124.79	$\alpha\delta$	18.51	
AFX 024D 1241 3270	4.0	$\beta\gamma$	218.54	119.88		13.43	$\beta\delta$
AFX 024D 1241 3277	1.0	abcd	274.38	124.17	$\alpha\delta$	14.23	$\beta\delta$
AFX 024D 1241 3466	2.6	$\alpha\beta\gamma\delta$	238.69	126.58	$\alpha\beta$	19.13	
AFX 024D 1241 3467	1.6	$\alpha\beta\gamma\delta$	226.04	114.00		19.30	
AFX 024D 1241 3472	1.8	$\alpha\beta\gamma\delta$	279.58	123.33	$\alpha\delta$	15.28	$\beta\delta$
AFX 024D 1250 3279	3.0	$\alpha\beta\gamma\delta$	219.38	124.42	$\alpha\delta$	6.78	$\gamma$
AFX 024D 1250 3285	3.5	$\beta\gamma$	327.56	118.29		8.12	$\gamma$
AFX 024D 1250 3521	3.5	$\beta\gamma$	305.33	117.21		12.68	$\beta$
AFX 024D 1250 3523	3.3	$\alpha\beta\gamma\delta$	242.29	129.00	$\beta$	7.55	$\gamma$
AFX 024D 1280 3280	3.8	$\beta\gamma$	184.61	119.17		12.92	$\beta\delta$
AFX 024D 1309 3306	4.0	$\beta\gamma$	325.21	115.21		13.76	$\beta\delta$
AFX 024D 1309 3487	3.7	$\beta\gamma$	279.14	121.54	$\alpha\delta$	14.22	$\beta\delta$
AFX 024D 1351 3163	4.0	$\beta\gamma$	279.17	123.21	$\alpha\delta$	19.22	
AFX 024D 1351 3340	3.6	$\beta\gamma$	184.79	131.00		13.62	$\beta\delta$
AFX 024D 1351 3404	3.4	$\alpha\beta\gamma\delta$	234.38	129.00	$\beta$	11.55	$\beta$
AFX 024D 1351 3405	3.8	$\beta\gamma$	283.19	127.79	$\alpha\beta$	16.21	$\delta$
AFX 024D 1351 3411	3.3	$\alpha\beta\gamma\delta$	241.43	142.33		13.40	$\beta\delta$
AFX024D 1181 3435	3.7	$\beta\gamma$	329.79	127.17	$\alpha\beta$	11.66	$\beta$
<b>Testemunhas</b>							
Colorado	1.0	$\alpha$	107.42	125.42	$\alpha$	3.59	$\alpha$
Laurel	3.1	$\beta$	416.39	127.92	$\beta$	13.11	$\beta$
Regina 71	1.7	$\gamma$	367.08	169.33	$\gamma$	6.81	$\gamma$
Verônica	1.0	$\delta$	359.72	122.54	$\delta$	15.35	$\delta$
CV (%)	16.91		26.36	5.12		25	

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett. CC, classificação comercial; MF, matéria fresca (g), FLOR, número de dias até a primeira antese; SEM, peso de sementes (g).

Apesar de não ter sido verificada diferença significativa entre os valores de matéria fresca, a cultivar Laurel se destacou com a maior média (416,38 g) e a cultivar Colorado com

a menor (107,42 g). Os resultados obtidos estão próximos ao obtidos por Azevedo et al. (2014) ao avaliarem onze cultivares de alface. Os valores obtidos variam de 192,05 g a 407,04 g, exceto pela cultivar Regina 500, com média de 514,17 g. Domingues Neto et al. (2014), verificaram que as cultivares de alface do grupo americana foram mais produtivas do que as do tipo crespa e lisa, em sistema orgânico de produção, se destacando com maior massa média e diâmetro de cabeça.

Quando avaliada a tolerância ao florescimento precoce, por meio da contagem de dias da sementeira até a primeira antese, nenhuma das progênies avaliadas teve desempenho semelhante a cultivar Regina 71, considerada altamente resistente. A cultivar Regina 71 apresentou média de 169,3 dias até o florescimento, seguido pelas progênies AFX 024D 1351 3411 (142,3 dias) e AFX 024D 1351 3340 (131 dias). Os resultados obtidos são bastante superiores ao encontrados por Azevedo et al. (2014), no qual os genótipos variaram de 61,38 a 79,93 dias até a antese, em experimento realizado entre os meses de novembro e março. Os resultados também diferem dos obtidos por Diamante et al. (2013) no qual os genótipos variaram de 79,6 a 82,49 dias até a antese, em experimento realizado entre os meses de fevereiro e maio. A busca por cultivares mais tolerantes ao pendoamento precoce deve ser recorrente em programas de melhoramento de alface por ser uma característica diretamente ligada à qualidade do produto final em condições tropicais. Materiais que pendoam precocemente, precisam ser retirados antecipadamente do campo, em tamanho não adequado, ocasionando um menor preço pago pelo produto aos produtores.

Cinco progênies se destacaram em relação a produção de sementes, sendo elas a AFX 024D 1241 3467 (19,3 g), AFX 024D 1351 3163 (19,21 g), AFX 024D 1241 3466 (19,12g), AFX 024D 1241 3126 (18,51 g), AFX 024D 1228 3367 (17,81 g), com valores superiores às cultivares comerciais Verônica (15,35 g), Laurel (13,11 g), Regina 71 (6,81 g) e Colorado (3,58g). Os resultados obtidos foram superiores aos encontrados por Carvalho et al. (2017), ao avaliarem a produção de alface no sistema orgânico e mineral, no qual a produção de sementes por planta variou de 4,99 g (adubação mineral) a 10,10 g (adubação verde com crotalária e cobertura de cama de frango).

As variáveis tipo de borda e tipo de limbo apresentaram correlação genotípica de 78,16 % (TABELA 20). Essa correlação indica que a avaliação de apenas um desses caracteres é suficiente para diferenciar os genótipos, sendo um fator bastante importante durante a execução dos ensaios, uma vez que geralmente são avaliadas um grande número de plantas, consumindo uma enorme quantidade de tempo e mão de obra.

Houve uma correlação fenotípica negativa entre tipo de borda e produção de sementes (52,85%). Esse fato pode ser explicado pelo fato de, em geral, cultivares do tipo lisa serem mais tolerantes ao florescimento precoce, do que cultivares do tipo crespa e, conseqüentemente, terem uma menor produção de sementes, como é o caso da cultivar Regina (SALA; COSTA, 2012).

Os resultados obtidos para a correlação entre florescimento e massa fresca diferem dos encontrados por Azevedo et al. (2014) que encontraram uma alta correlação genotípica entre matéria fresca da parte aérea e números de dias até a antese (89,6 %), sendo que neste trabalho a correlação genotípica foi baixa (7,81 %) para essas duas características.

Tabela 20 - Coeficientes de correlação fenotípica (acima da diagonal) e correlação genotípica (abaixo da diagonal), entre características avaliadas em progênies de alface obtidas partir do cruzamento entre as cultivares Salinas 88 e Colorado.

Variável	COL	BOR	LIM	CC	MF	FLOR	SEM
<b>COR</b>	—	-0.4522	-0.1725	-0.2014	-0.0387	0.3905	-0.1222
<b>BOR</b>	-0.4806	—	0.7126	0.2661	0.0436	-0.239	-0.5285
<b>LIM</b>	-0.1806	0.7816	—	0.3959	0.0961	-0.2054	-0.6022
<b>CC</b>	-0.2122	0.2941	0.4107	—	-0.0158	0.0861	-0.1471
<b>MF</b>	-0.2122	0.0889	0.1865	0.0782	—	-0.1023	0.1243
<b>FLOR</b>	0.5316	-0.3526	-0.2956	-0.0193	0.0781	—	-0.0996
<b>SEM</b>	0.5316	-0.6524	-0.7174	-0.1568	0.2611	-0.0774	—

COL, coloração; BOR, tipo de borda; LIM, tipo de limbo; CC, classificação comercial; MF, matéria fresca (g), FLOR, número de dias até a primeira antese; SEM, peso de sementes (g)

A herdabilidade foi alta para todos as variáveis avaliadas (TABELA 21), com destaque para coloração, tipo de borda, tipo de limbo e classificação comercial, que apresentaram valores acima de 85%. Altos valores de herdabilidade indicam que houve pouca influência do ambiente para essas características, o que favorece a obtenção de maiores ganhos com a seleção. Embora Azevedo et al. (2014) e Souza et al. (2008) tenham encontrado alta herdabilidade para peso da matéria fresca (85,37% e 78,79%), no presente trabalho, entre as características avaliadas, ela apresentou o menor valor (36,68%).

O coeficiente de variação genético ( $CV_g$ ) é um parâmetro comumente usado para comparar a variabilidade genética expressa para cada caráter, sendo que de acordo com Vencovsky (1987), quando a relação entre  $CV_g$  e o coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) tende a 1 ou mais, há uma situação favorável para a obtenção de ganhos na seleção. Dessa forma, a seleção das progênies com base nas características coloração, tipo de borda, tipo de

limbo, característica comercial e peso de sementes, podem promover maiores ganhos de seleção em relação às demais variáveis que são matéria fresca e número de dias até a antese.

Tabela 21 - Parâmetros genéticos e ambientais de progênies F2:4 de alface avaliadas quanto as características agronômicas.

Parâmetros genéticos e ambientais	COL	BOR	LIM	CC	MF	FLOR	SEM
Variância fenotípica (média)	0.78528	0.58886	0.25233	0.66050	2735.33134	34.16063	14.2772
Variância ambiental (média)	0.03338	0.06808	0.012761	0.095515	1731.892121	13.954086	3.606326
Variância genotípica (média)	0.751899	0.52078	0.239576	0.564985	1003.439228	20.206546	10.67096
Herdabilidade (US: média da família) - %	95.7485	88.4377	94.9429	85.539	36.6844	59.1516	74.7408
Correlação intraclasses (US: parcela)- %	88.245	71.8278	86.2222	66.3494	16.1868	32.5551	49.6556
Coefficiente de variação genético (%)	24.4263	22.5962	30.4575	22.1735	11.8497	3.6025	23.869
Razão CVg/Cve	2.7399	1.5967	2.5016	1.4042	0.4395	0.6948	0.9931
$r(1 - (1 / f))^{0.5}$	0.9813	0.953	0.9809	0.9518	0.7899	0.9245	0.8895

COL, coloração; BOR, tipo de borda; LIM, tipo de limbo; CC, classificação comercial; MF, matéria fresca (g), FLOR, número de dias até a primeira antese; SEM, peso de sementes (g)

#### 4 CONCLUSÃO

Existe grande variabilidade genética para características agronômicas em progênies F2:4 de alface do cruzamento ‘Salinas 88’ X ‘Colorado’.

É necessário avançar mais gerações para se identificar material com características comerciais.

As características tipo de borda, tipo de limbo, classificação comercial e peso de sementes, apresentaram herdabilidade acima de 70%, o que favorece a seleção fenotípica.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; OLIVEIRA, C.M.; FERNANDES J.S.C.; PEDROSA, C.E.; DORNAS, M.F.S.; CASTRO, B.M.C. Seleção de genótipos de alface para cultivo protegido: divergência genética e importância de caracteres. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 260-265, 2013.
- AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JR, V.C.; CASTRO, B.M.C.; OLIVEIRA, C.M.; PEDROSA, C.E.; DORNAS, M.F.S.; VALADARES, N.R. Parâmetros genéticos e análise de trilha para o florescimento precoce e características agrônômicas da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 118-124, 2014.
- BRASIL. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>>. Acesso em: fev. 2018.
- BRUNO, R.L.A.; VIANA, J.S.; SILVA, V.F.; BRUNO, G.B.; MOURA, M.F. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**. 2007.
- CARVALHO, C.; KIST, B.B.; TREICHEL, M. **Anuário brasileiro das hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.
- CARVALHO, J.B.; MOTA, J.M.N.; ALVARENGA, C.B.de.; MACIEL, G.M.; ANDRADE, S. A. de.; BORBA, M.E.A. Produção e qualidade fisiológica de sementes de alface cultivada com adubação orgânica e mineral. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 70-76, 2017.
- CELESTRINO, R.B.; ALMEIDA, J.A de.; SILVA, J.P.T. da.; SANTOS, L.V.A. dos.; VIEIRA, S.C. Novos olhares para a produção sustentável na Agricultura Familiar: avaliação da alface americana cultivada com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 3, n. 1, p. 66-87, 2017.
- CRUZ, C.D.; GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- DIAMANTE, M.S.; SEABRA JÚNIOR, S.; MITIO INAGAKI, A.; BARTIRA DA SILVA, M., DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, 2013.
- DOMINGUES NETO, F.J.; SILVA, G.D.P.; PEREIRA, T.D.S.; RESENDE, F.; VIDAL, M.; GUALBERTO, R. Desempenho agrônômico de grupos de cultivares de alface sistema orgânico no Distrito Federal. In: **Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Cadernos de Agroecologia, Cruz Alta, v. 9, n. 3, 2014.
- FERREIRA, R.L.F.; ALVES, A.S.S.C.; NETO, S.E.A.; KUSDRA, J.F.; REZENDE, M.I.F. L. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, 2014.

- FIORINI V. A, C. de.; ARAÚJO FERNANDES, M. D. C.; DUARTE, V. de O.F.E.; DIAS, A.; PORTO. S.A. Cultivares de alface sob manejo orgânico no inverno e na primavera na Baixada Fluminense. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, 2016.
- GUIMARÃES, M.A.; MANDELLI, M. S.; SILVA, D.J.H. Seleção de genótipos de *Lactuca sativa* L. para a produção com adubação orgânica. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, 2011.
- LIMA, V.C.S.; ROCHA, B.M; LIMA JUNIOR, E. de O.; ALCÂNTARA, I. Produção orgânica de sementes: desafios e perspectivas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.
- MAGALHÃES, M.D., MACIEL, A.D.; ORSOLIN, P. C. Efeito anticarcinogênico dos flavonoides do tipo antocianina presentes em amora-preta (*Rubus spp.*), identificado por meio do teste para detecção de clones de tumores epiteliais (wts) em *Drosophila melanogaster*. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**, v. 6, n. 1, 2017.
- MALUF WR. 2002. Sementes orgânicas de hortaliças. Horticultura Brasileira 20. Suplemento 2. CD-ROM. Trabalho apresentado no 42º Congresso Brasileiro de Olericultura
- NASCIMENTO, W.M.; VIDAL, M.C.; RESENDE, F.V. Produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico. NASCIMENTO, W. M. (Org.). **Hortaliças: Tecnologia de Produção de Sementes**. Brasília: Embrapa, 2011. p. 61-78.
- RESENDE, F.; DOMINGUES NETO, F. J.; GUALBERTO, R.; VIDAL, M.; SUINAGA, F. Cultivares de alface para a agricultura orgânica no período de Verão do Cerrado. **Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2016.
- SILVA, E.; FERREIRA, E.A.; FERREIRA, M.R. Desempenho da alface americana sob a aplicação de adubos químico e orgânico. **Ciência ET Praxis**, v. 9, n. 18, p. 21-24, 2017.
- SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira Retrospective and trends of Brazilian lettuce crop. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012;
- SALA, F.C.; NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de alface. In: NASCIMENTO, W. M. **Produção de Sementes de Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 17-42.
- SALA, F.C.; COSTA C.P. Melhoramento de alface. In: NICK, C.; BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016. p. 95-126.
- SOUZA, M.C.M.; RESENDE, L.V.; MENEZES, D.; LOGES, V.; SOUTO, T.A.; SANTOS, V.F. Variabilidade genética para características agronômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 354-358, 2008.
- STANGARLIN, O.S. **Variabilidade de vírus do mosaico da alface e comportamento de cultivares tolerantes de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1997. 72f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1997.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

WILCKEN, S.R.S.; GARCIA, M.J.M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana à *Meloidogyne incógnita* raça 2. **Nematologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 267-271, 2005.

## 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A agricultura orgânica é um seguimento que vem crescendo no Brasil, nos últimos anos, devido a busca dos consumidores por alimentos que sejam produzidos de forma mais sustentável. Entre os agricultores, os produtos orgânicos vêm chamando a atenção devido a possibilidade, de, em geral, serem comercializados a preços superiores, quando comparados aos mesmos produtos oriundos da agricultura convencional. Para garantir que os produtos orgânicos sejam realmente oriundos de uma produção orgânica, é necessário que esses produtos sejam certificados.

De acordo com a atual legislação brasileira, para que um produto seja certificado como orgânico, este deve ser oriundo de sementes ou mudas também orgânicas, entretanto, o mercado sementeiro nacional não tem condições de suprir essa demanda. Dessa forma, grande parte dos produtos orgânicos são produzidos utilizando sementes orgânicas importadas, que possuem um alto custo e não são adaptados às condições locais, ou utilizando sementes convencionais, o que ainda é permitido. Diante dessa situação, é necessário que a produção de sementes orgânicas seja fomentada no país, a fim de atender à necessidade dos agricultores, sem que haja comprometimento da produção, e também, certificação.

Contudo, não basta utilizar as cultivares desenvolvidas para a agricultura convencional, e a partir destas produzir sementes orgânicas. É importante que haja o desenvolvimento de cultivares adaptadas às características e peculiaridades desse sistema de cultivo. Entre essas características destacam-se a adaptabilidade, bons índices produtivos e resistência às principais pragas e doenças, uma vez que não é permitido o uso de defensivos químicos, além de atender as exigências do mercado consumidor.

A alface é a hortaliça folhosa mais importante no Brasil, sendo produzida em praticamente todo o território nacional e comercializada ao longo de todo o ano, inclusive para o mercado de produtos orgânicos. Logo, o desenvolvimento de cultivares de alface para a agricultura orgânica deve ser um dos focos dos programas de melhoramento.

Para o desenvolvimento de novos cultivares de alface é necessário que haja disponibilidade de variabilidade genética para as características a serem selecionadas. Dessa forma, é desejável que haja a escolha de parentais que reúnam as características de interesse, para a obtenção de híbridos e gerações segregantes, para que, posteriormente, se proceda a seleção, com base nas características desejadas.

Neste trabalho foram utilizados como parentais a cultivar Salinas 88 e a cultivar Colorado. A cultivar Salinas 88 é do tipo crespada repolhuda (tipo americana), porém, não forma cabeça compacta sob as condições climáticas brasileiras, apresentando defeitos na conformação das folhas. Apresenta resistência tanto a *M. incognita* raça 1 e raça 2, quanto ao LMV. Já a cultivar Colorado, por sua vez, é uma cultivar europeia, com folhas verdes e bordas crespadas de coloração roxa, sendo resistente ao míldio, que também não apresenta boas características comerciais para as condições de mercado brasileiro.

Após o processo de hibridação foram obtidas sementes F1, que foram plantadas e conduzidas, até a obtenção de sementes, dando origem a geração F2. A geração F2 também foi plantada e conduzida, sendo que ao atingir o ponto de colheita, foi realizada a seleção com base nas características fenotípicas de interesse. Devido à discrepância fenotípica entre os parentais, a geração F2 apresentava muita variabilidade, sendo possível selecionar materiais que continham características presentes em diferentes tipos de alface produzidos no país, como alfaces lisas, crespadas, roxas, americanas e romanas. O processo de seleção foi realizado juntamente com produtores orgânicos, constituindo uma parte do melhoramento participativo, no qual os produtores participam da obtenção da nova cultivar.

As plantas selecionadas foram conduzidas até a produção de sementes, sendo que cada planta selecionada deu origem a uma progênie, constituindo a geração F2:3. Buscando um maior nível de homozigose entre as progênies, a geração F2:3 foi conduzida no campo, dando origem a geração F2:4, objeto de estudo desse trabalho.

No primeiro experimento, onde se buscou identificar progênies homozigotas resistentes ao LMV, foi possível selecionar as progênies AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, que são homozigotas recessivas, para resistência a LMV, podendo ser utilizadas diretamente em programas de melhoramento genético, e para avaliação junto a produtores orgânicos. Também foram selecionadas as progênies, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 e AFX 024D 1211 3167 que são segregantes para a resistência ao LMV, podendo ser utilizadas para seleção dentro de progênies. A metodologia utilizada para essa seleção é de fácil execução e de baixo custo, sendo ideal para etapas iniciais do programa de melhoramento, onde se trabalha com um grande número de materiais. Com o avanço das gerações, a seleção deve ser realizada com métodos mais precisos, como o PTA-ELISA, a fim de se confirmar a resistência desses materiais.

No segundo experimento, buscou-se caracterizar progênies em homozigose para a resistência ao nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) e foi possível selecionar as

progênes AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1351 3404, AFX 024D 118 13182, AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1241 3277. A seleção foi realizada com base número de ovos, índice de reprodução e fator de reprodução, devido a essas características promoverem um maior ganho de seleção.

Nos dois ensaios, as progênes AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1309 3487, destacaram-se das demais, sendo selecionadas para ambas as características, sendo progênes com grande potencial para originarem uma cultivar para a agricultura orgânica.

No terceiro experimento, buscou-se caracterizar e identificar genótipos com potencial para todas as características avaliadas, exceto para matéria fresca. Ainda não foi possível determinar genótipos em que todas as características se enquadrem em apenas um tipo varietal. Com o avanço das gerações, acredita-se que será possível expandir o programa, possibilitando a obtenção de alfaces do tipo crespa, romana, roxa e americana, devido ao aumento da homozigose dentro das progênes. Esse é um fator muito importante, uma vez que a produção de alface orgânica necessita de cultivares de todos os tipos varietais.