

## Melhoramento genético participativo de alface resistente ao LMV para a agricultura orgânica

### *Participative genetic improvement of lettuce resistant to LMV in organic agriculture*

*Sylmara Silva<sup>1</sup>, Douglas Correa de Souza<sup>2</sup>, Inês Caroline de Lima Proença<sup>3</sup>, Renato Domiciano Silva Rosado<sup>4</sup>, Luiz Antônio Augusto Gomes<sup>5</sup>*

**RESUMO:** A alface é a hortaliça folhosa mais importante no mundo, sendo bastante promissora para sistemas de cultivo orgânico, especialmente quando implantados utilizando-se de cultivares resistentes às principais doenças. Dentre estas doenças destaca-se o *Lettuce mosaic virus* (LMV), que ocorre em praticamente todas as regiões brasileiras. O objetivo com este trabalho foi estimar parâmetros genéticos e fenotípicos e selecionar progênies F<sub>2:4</sub> de alface, oriundas de processo de melhoramento participativo, com vistas à identificação de progênies homozigotas resistentes ao LMV para cultivo em sistema orgânico. O delineamento em blocos casualizados foi utilizado com quatro repetições e oito plantas por parcela. Foram avaliados 30 tratamentos, sendo 27 progênies F<sub>2:4</sub>, seus genitores (cultivar Salinas 88, resistente ao LMV e a cultivar Colorado, suscetível), além da cultivar Regina 71, como testemunha suscetível. Quando as plantas atingiram 5-6 folhas foi realizada a inoculação. Utilizando-se as notas médias da manifestação dos sintomas, obtidas aos 25 dias após a inoculação, aferidas por três avaliadores, foi realizada a análise de variância e o teste de Dunnett. 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 no programa de melhoramento, visando a obter novas cultivares resistentes ao LMV. As progênies AFX 024D 1309 3306 e AFX 024D 1241 3126, mostraram-se homozigotas recessivas, apresentando resistência ao LMV, sendo materiais potenciais para utilização direta em programas de melhoramento e para avaliação junto a produtores orgânicos.

**Palavras-chave:** Horticultura. *Lactuca sativa*. Resistência genética.

**ABSTRACT:** The lettuce is the most important leafy vegetable, highly promising for organic cultivation systems, especially when cultivars resistant to the main diseases are used. One particular disease, lettuce mosaic virus (LMV), which occurs in all Brazilian regions, may be highlighted. Genetic and phenotypic parameters were estimated and F<sub>2:4</sub> lettuce progenies were selected from participatory breeding process to identify homozygous progenies resistant to LMV for cultivation in organic system. Assay comprised a block design with four replicates and eight plants per plot. Thirty treatments were evaluated, 27 progenies F<sub>2:4</sub>, parents (cultivar Salinas 88, resistant to LMV, and Colorado cultivar, susceptible), plus cultivar Regina 71, as susceptible control. Plants were inoculated when they acquired 5-6 leaves. Mean scores of symptom manifestation after 25 days of inoculation, measured by three evaluators, variance analysis and Dunnett test, were performed. Progenies AFX 024D 1309 3306, AFX 024D 1241 3126, AFX 024D 1309 3487, AFX 024D 1228 3421 and AFX 024D 1211 3167 were selected to advance the breeding program to obtain new LMV resistant cultivars. Progenies AFX 024D 1309 3306 and AFX 024D 1241 3126 were recessive homozygous, resistant to LMV, and, therefore, potential materials for direct use in breeding programs and for evaluation with organic producers.

<sup>1</sup> Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), Brasil.

<sup>5</sup> Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.

**Keywords:** Horticulture. Genetic resistance. *Lactuca sativa*.

**Autor correspondente:**  
Sylmara Silva: [sylmara-silva@hotmail.com](mailto:sylmara-silva@hotmail.com)

Recebido em: 29/10/2020  
Aceito em: 24/02/2021

2

## INTRODUÇÃO

O cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) orgânica vem despertando a atenção dos produtores brasileiros, em razão da oportunidade de diferenciar-se no mercado de hortaliças, conseguindo melhores preços em um segmento que é tão competitivo, e que muitas vezes remunera pouco pelos produtos produzidos. A alface se destaca 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 importante aliado, principalmente para pessoas que buscam uma alimentação mais saudável (SALA; COSTA, 2012; ABCSEM, 2018).

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 às condições específicas de manejo, como é o caso da agricultura orgânica (FIORINI *et al.*, 2016). Também é importante que as cultivares sejam resistentes às principais doenças, considerando que em cultivos orgânicos não é permitido o uso de defensivos químicos.

O *Lettuce mosaic virus* (LMV) é uma doença que causa inúmeros prejuízos aos produtores em todo o mundo (SUZUKI *et al.*, 2018). Sua transmissão pode ser feita por pulgões alados, principalmente *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* e *Aphis gossypii*, ou pela utilização de sementes contaminadas. O uso de inseticidas normalmente tem eficiência limitada, no controle do vetor, uma vez que o vírus é transmitido na picada de prova (SALA; NASCIMENTO, 2014), além do que não é permitido em cultivo orgânico.

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).

Estudos que visam o desenvolvimento de genótipos para a agricultura orgânica são praticamente inexistentes (GUIMARÃES *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2019), sendo que atualmente grande parte da produção de alface em manejo orgânico é realizado com cultivares desenvolvidas para a agricultura convencional (FERREIRA *et al.*, 2014). Com o crescimento

da demanda por produtos orgânicos, torna-se evidente a necessidade de desenvolvimento de cultivares que atendam às demandas dos produtores orgânicos e que, ao mesmo tempo, possuam as características desejáveis pelo mercado consumidor.

O melhoramento genético participativo é uma estratégia que pode oferecer maiores ganhos ao sistema de produção orgânico, além de considerar a preferência dos agricultores, o que reflete diretamente na aceitação da nova cultivar e em maior probabilidade de uso dela efetivamente no campo (SPAGNUOLO *et al.*, 2016).

Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi estimar parâmetros genéticos e fenotípicos e selecionar progênies F<sub>2.4</sub> de alface, oriundas de processo de melhoramento participativo, com vistas à identificação de progênies homozigotas resistentes ao LMV para cultivo em sistema orgânico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área de produção orgânica do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da Universidade Federal de Lavras (CDTT/UFLA), 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).

Inicialmente, foi feito o cruzamento entre plantas das cultivares Salinas 88 (genitor feminino) e Colorado (genitor masculino). A cultivar Salinas 88 é do tipo crespa repolhuda (tipo americana), porém, não costuma formar cabeça compacta sob as condições climáticas brasileiras, especialmente no verão, no entanto, apresenta resistência tanto ao *Meloidogyne incognita* raças 1 e 2 (WILCKEN *et al.*, 2005), quanto ao *Lettuce mosaic virus* (LMV) (PINK *et al.*, 1992). A cultivar Colorado, por sua vez, é de origem europeia, com folhas verdes e bordas crespas de coloração roxa, sendo resistente ao míldio (*Bremia lactucae*) (SOUZA *et al.*, 2011).

As sementes obtidas F<sub>1</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') foram semeadas para autofecundação das plantas e obtenção da geração F<sub>2</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado'). Em seguida, foram realizados ensaios, em épocas distintas. No primeiro deles utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída por 15 plantas de cada um dos genitores, da geração F<sub>1</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') e de cada uma das cultivares testemunhas, Regina 71 (do tipo lisa), Verônica (do tipo crespa) e Laurel (do tipo americana), além de 105 plantas por parcela, da geração F<sub>2</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado'). As plantas F<sub>2</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') foram submetidas a uma seleção fenotípica para obtenção de sementes de progênies F<sub>2.3</sub>. No segundo ensaio, as progênies F<sub>2.3</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') oriundas das plantas F<sub>2</sub> selecionadas passaram por novo processo de avaliação, com seleção entre e dentro das progênies.

As atividades de seleção fenotípica foram realizadas pelos agricultores orgânicos pertencentes à Associação de Produtores de Hortaliças da Cohab, localizada no município de Lavras (MG) e por produtores da Associação de Produtores Ecológicos do Sul de Minas – Ecominas, localizada em Pouso Alegre, MG. Durante a seleção, para o registro da escolha das plantas e/ou progênes foi adotada uma tabela, em que o agricultor indicava o número de identificação da planta, a característica pela qual escolheu a mesma e algumas observações que considerasse pertinentes. As avaliações comerciais foram pautadas nas características fenotípicas das folhas: tipo (grupo), cor, borda, limbo foliar e tamanho, utilizando-se uma escala de notas proposta pelos pesquisadores e discutida com os agricultores.

No processo avaliativo, foram selecionadas as 20 plantas F<sub>2</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') mais votadas entre os agricultores, sendo que estas permaneceram no campo até a produção de sementes, sendo que cada planta selecionada deu origem a uma progênie F<sub>2:3</sub> no primeiro ensaio e F<sub>2:4</sub> no segundo ensaio. Durante o processo de produção de sementes, também foi observado o comportamento das plantas e/ou progênes quanto à tolerância ao florescimento precoce, por meio da avaliação do número de dias decorridos da semeadura até a primeira antese em cada planta, conforme trabalho realizado por Proença (2018).

Para avaliação da resistência ao LMV, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e oito plantas por parcela. Foram avaliados 30 tratamentos, sendo constituídos pelos genitores (cultivares Salinas 88 e Colorado) e 27 progênes F<sub>2:4</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado'), oriundas do processo de melhoramento participativo.

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

Quando as plantas atingiram 5-6 folhas foi realizada a inoculação. Como fonte de inóculo, utilizou-se o isolado de LMV 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 das 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 do almofariz 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 e 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 utilizada para avaliação da manifestação dos sintomas em plantas de alface infectadas com LMV.

NOTA	MANIFESTAÇÃO DOS SINTOMAS
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

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2008).

Os resultados da avaliação foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, sendo a nota média 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 com a cultivar Salinas 88 (genitor resistente) e não significativo quando comparadas com 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 à cultivar Colorado foram consideradas homozigotas resistentes. Sendo que progênies que apresentaram resultado significativo para ambos os parentais, foram consideradas segregantes.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas a partir da variância fenotípica média:  $\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMG}{r}$ , e variância ambiental média:  $\hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMR}{r}$ .

Considerou-se o modelo como aleatório para obter variância genotípica média:  $\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMT - QMR}{r}$ , herdabilidade para seleção baseada na média de família:  $h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$ ,

correlação intraclasse:  $\hat{\rho} = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_e^2}$ , coeficiente de variação genético:  $CV_g \% = \frac{(100\sqrt{\hat{\sigma}_g^2})}{m}$  e a

razão  $CV_g / CV = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_e^2}}$ . Sendo QMG – Quadrado médio dos genótipos, QMT – Quadrado médio dos tratamentos, QMR – Quadrado médio dos resíduos, r – número de repetições e m – média geral do caráter.

Dessa forma, foi possível obter a média geral; média dos genótipos e média das testemunhas e  $CV\% = (100\sqrt{QMR})/M$ . Todas as análises foram realizadas com auxílio do *software* Genes versão 1990.2017.59 (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, observa-se que houve variabilidade genética para resistência ao LVM entre as 27 progênies  $F_{2:4}$  ('Salinas 88' x 'Colorado'), seus genitores e a testemunha cultivar Regina 71 (Tabela 2). 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 2.** Resumo da análise de variância do caráter Notas referentes à manifestação dos sintomas ao LMV, em 27 progênies  $F_{2:4}$  ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface considerando como testemunhas os genitores com base no padrão de resistência da cultivar Salinas 88 e suscetibilidade das cultivares Regina 71 e Colorado

FV	GL	QM	F
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 a 1% 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 3). Esses resultados estão dentro do esperado, já que Salinas 88 é considerada resistente e Colorado é suscetível ao LMV.

**Tabela 3.** Comparação das médias de notas para incidência de sintomas de LMV em 27 progênies F<sub>2:4</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface com base no padrão de resistência do genótipo Salinas 88 e suscetibilidade 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
Média	4,15	1,08	4,16	5,00		-

\* –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, 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 *mo1*<sup>1</sup> e *mo1*<sup>2</sup> (CHUNG; AZEVEDO FILHO; COLARICCIO, 2007), sendo que a cultivar Salinas 88, possui o alelo *mo1*<sup>2</sup>, que confere resistência aos patótipos I, II e III (PINK *et al.*, 1992; SUZUKI *et al.*, 2018).

Quanto às outras progênes, verifica-se pela mesma comparação que as progênes 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 progênes se encontram em condição segregante para o loco que confere resistência ao LMV, apresentando plantas tanto resistentes, quanto suscetíveis.

As outras 22 progênes 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 progênes  $F_{2:4}$ , oriundas de cruzamentos, desde que não tenham passado por processo de seleção, 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 seleção nas gerações anteriores, 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  $F_2$ , 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 progênes  $F_4$  de alface, oriundas do cruzamento entre as cultivares Verônica e Salinas 88, encontraram oito progênes que diferiram significativamente da cultivar suscetível Verônica, sem, no entanto, diferir da cultivar resistente Salinas 88. Os autores consideraram essas progênes 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, por meio 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 progênes.

Chung *et al.* (2007), ao avaliarem a reação ao LMV de 18 linhagens superiores do programa de melhoramento de alface do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), e de seis cultivares comerciais, observaram dois genótipos com comportamento de tolerância ao LMV isolado ‘Karla H25’, em experimentos realizados em três 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. De acordo com Colariccio (1996),

manifestação dos sintomas nas plantas pode ser afetada por diferentes fatores, como alterações fisiológicas, temperatura, luminosidade, idade da planta, estado nutricional, dentre outros, o que justifica a necessidade da realização de diversas avaliações, a fim de comprovar a resistência dos materiais.

O coeficiente de correlação intraclasses foi estimado em 44,7578 %, de magnitude mediana. De acordo com Laviola *et al.* (2014), o coeficiente de correlação intraclasses representa a tendência de manutenção da superioridade fenotípica dos genótipos, sendo que quanto maior o coeficiente de correlação, menor a interferência da interação genótipo x ambiente na parcela.

Quando avaliados os parâmetros genéticos e fenotípicos, verificou-se que a estimativa da herdabilidade foi de 76,41% (Tabela 4), 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  $CV_e$  tende a 1 ou mais, há uma situação favorável para a obtenção de ganhos na seleção.

A acurácia foi de 0,9192 o que indica boa precisão experimental. Segundo Resende e Duarte (2007), valores de acurácia entre 0,70 e 0,90 determinam uma classe de precisão alta, e acima de 0,90, muito alta.

**Tabela 4.** Estimativas de parâmetros genéticos e ambientais de progênies  $F_{2:4}$  ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface avaliadas quanto à 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 intraclasses (US: parcela) - %	44,7578
Coeficiente de variação genético (%)	15,6343
Razão $CV_g/CV_e$	0,9001
$r(1 - (1/f))^{0,5}$	0,9192

\*US: Unidade de seleção; Acurácia:  $r(1 - (1/f))^{0,5}$

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

As progênies 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 3).

Observa-se que as progênies AFX 024D 1241 3126 e AFX 024D 1309 3306 mostraram-se resistentes quanto ao LMV. Essas progênies puderam ser consideradas homozigotas quanto à resistência a LMV, uma vez que a resistência ao vírus presente na cultivar Salinas 88 que 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.

Para as progênies AFX 024D 12 11 3167, AFX 024D 1228 3421 e a AFX 024D 1309 3487, foram constatados resultados significativos quando comparados às cultivares Colorado (suscetível) e Salinas 88 (resistentes), podendo ser consideradas heterozigotas. Dessa forma, é possível que uma nova seleção de plantas resistentes dentro dessas progênies permita que outros materiais homozigotos resistentes possam ser identificados.

Os resultados obtidos pelo melhoramento genético participativo, visando cultivos orgânicos ainda, são escassos na literatura, porém são bastante promissores. Spagnuolo *et al.* (2016) avaliaram o desempenho de 12 linhagens de tomateiro em dois ambientes sob sistema orgânico, dentro de um programa de melhoramento participativo, utilizando seis caracteres agronômicos (número e massa média de frutos comerciais, produção total de frutos comerciais, espessura da parede do fruto, comprimento e diâmetro do fruto) e quatro caracteres organolépticos, resultando na recomendação da linhagem H1548 para os produtores orgânicos do norte do Paraná.

Machado *et al.* (2011), ao avaliarem em ambientes distintos diferentes variedades de milho, identificaram que as variedades melhoradas de forma participativa, Eldorado, Fortaleza, MC 20, MC 50, MC 60 e a variedade local Aliança, possuíam alto potencial de adaptação em sistemas agroecológicos e também para uso em programas de melhoramento genético participativo.

De acordo com Lammerts Van Bueren *et al.* (2011), os métodos e estratégias de seleção que usualmente são utilizados no melhoramento convencional podem também ser utilizados em programas de melhoramento focados para agricultura orgânica, porém são poucos os trabalhos que abordam a utilização de diferentes metodologias dentro do melhoramento genético participativo. Outro fator importante é que, em geral, os trabalhos de melhoramento participativo se restringem a avaliar apenas caracteres relacionados à produtividade, que apesar de muito importantes não são o único foco de um programa de melhoramento, sendo importante

incluir avaliação de outros parâmetros, como a resistência a doenças e a qualidade comercial do material.

De acordo com Dal Soglio (2017), durante o processo de pesquisa participativa em agroecologia, diferentes métodos podem ser utilizados, como também diferentes combinações deles, sendo que, conforme as condições locais os métodos participativos podem ser mais efetivos, ter menores custos, além de permitir respostas mais rápidas.

Fonseca *et al.* (2017) buscaram mostrar o potencial de utilização de ferramentas participativas para processos de seleção e melhoramento participativo, propondo um itinerário metodológico. Os autores concluíram que a sequência de aplicação de ferramentas participativas para a seleção de cultivares influencia os resultados alcançados, porém ressaltam que o mais importante é promover processos de construção e intercâmbio de conhecimentos.

Dessa forma, torna-se fundamental a busca por novas formas de avaliação e análise dentro dos programas de melhoramento genético participativo, principalmente quando se busca a obtenção de cultivares para a agricultura orgânica.

É importante ressaltar que esta pesquisa é o recorte de um projeto maior<sup>6</sup> que trabalhou em parceria com diversos agricultores orgânicos no sul de Minas Gerais, cujo objetivo central foi desenvolver, disponibilizar e aplicar tecnologias para a produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico para a agricultura familiar, a partir de cultivares oriundas do próprio agricultor, estendendo a este a discussão e a compreensão dos processos possíveis de serem utilizados para melhoria destas cultivares. Trata-se de uma abordagem investigativa que prioriza as vivências e trocas de experiências entre pesquisadores e agricultores. E isso inclui as técnicas e metodologias adotadas nos processos de seleção, não só entre os envolvidos no projeto, mas para toda a comunidade (acadêmica ou não).

Acredita-se que o compartilhamento de informações desta natureza e contexto, venha a contribuir para o fortalecimento do melhoramento genético participativo e o desenvolvimento dos mais diversos processos metodológicos. Visto que, um dos grandes desafios tem sido justamente de cunho epistemológico, de desenvolver iniciativas que favoreçam o diálogo entre pesquisa e extensão, saber científico e saber popular, fatores esses essenciais para os processos de transformação e democratização da Ciência & Tecnologia, da qual o melhoramento genético participativo deve ser um objetivo.

---

<sup>6</sup> Projeto denominado *Desenvolvimento, aprimoramento e aplicação de tecnologias apropriadas à agricultura familiar, para produção de sementes de hortaliças de qualidade em sistema orgânico*, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 nova seleção dentro das progênies.

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (Faepe) e à Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo suporte financeiro e apoio na realização deste trabalho. Os autores agradecem também a participação dos produtores da Associação de Produtores de Hortaliças da Cohab, do município de Lavras (MG) e aos produtores da Associação de Produtores Ecológicos do Sul de Minas – Ecominas.

## REFERÊNCIAS

ABCSEM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. 3º Seminário Nacional de Folhosas, 2018. Available on: [http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/2-Ayrton\\_Tullio.pdf](http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/2-Ayrton_Tullio.pdf). Acesso em: 28 out. 2020

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 fitoviroses na produção de alface transplantada com mudas produzidas em telado a diferentes distâncias da fonte de inóculo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 29, n. 2, p. 179-185, 2007. DOI: 10.4025/actasciagron.v29i2.234

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. DOI: 10.4025/actasciagron.v31i1.6607

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. DOI: 10.1590/S0006-87052007000100008

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. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i3.21251

COLARICCIO, A. **Identificação do vírus Y da batata, estirpe comum (PVY0), em *Solanum palinacanthum* Dun.** 1996. 112 f. Dissertação (Doutorado em Ciências na área de Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1996.

DAL SOGLIO, Fábio Kessler. Princípios e aplicações da pesquisa participativa em agroecologia. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 22, n. 2, p. 116-136, 2017. DOI: 10.17058/redes.v22i2.9361

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.; 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. DOI:10.5039/agraria.v11i4a5405

FONSECA, M. A.; SILVA, A. F.; BIANCHINI, P. C. Ferramentas participativas para seleção de variedades com agricultores familiares. **EXTRAMUROS-Revista de Extensão da Univasf**, v. 5, n. 2, p. 125-137, 2017.

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. DOI: 10.1590/S0034-737X2011000200011

LAMMERTS VAN BUEREN, E.T.; JONES, S.S.; TAMM, L; MURPHY, K.M.; MYERS, J.R.; LEIFERT, C.; MESSMER, M.M. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: a review. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 58, n. 3-4, p. 193-205, 2011. DOI: 10.1016/j.njas.2010.04.001

LAVIOLA, B. G.; SILVA, S. D. D. A.; JUHÁSZ, A. C. P.; ROCHA, R. B.; OLIVEIRA, R. J. P. D.; ALBRECHT, J. C.; ROSADO, T. B. Desempenho agronômico e ganho genético pela seleção de pinhão-mansão em três regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 356-363, 2014. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000500005

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. DE T.; NASS, L. L. Manejo da diversidade genética e melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, p.127-136, 2011.

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. (ed.).

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.A. Differentiation of pathotypes strains of *lettuce mosaic virus*. **Plant Pathology**, v. 41, n. 1, p. 5-12, 1992. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1992.tb02308.x

PROENÇA, I. C. L. **Ciência compartilhada: estratégias de pesquisa em melhoramento genético participativo**. 2018. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, 2018.

RESENDE, M.D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacecultura brasileira Retrospective and trends of Brazilian lettuce crop. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012. DOI: 10.1590/S0102-05362012000200002

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. DOI: doi.org/10.1590/S1516-05722012000500012

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. DOI: 10.1590/S0100-204X2008001000013

SOUZA, J. D. O., DALPIAN, T., BRAZ, L. T., CAMARGO, M. Novas raças de *Bremia lactucae*, agente causador do míldio da alface, identificadas no estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 282-286, 2011. DOI: 10.1590/S0102-05362011000300004.

SOUZA, J. T. A.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; MENEZES, J. B. C.; NASCIMENTO, W. M.; CARDOSO, W. J. Yield and quality of seeds of lettuce genotypes produced under organic management. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 3, p. 352-358, 2019. DOI: 10.1590/2317-1545v41n3220435

SPAGNUOLO, F. A., GONÇALVES, L. S., DE FREITAS, F. M., VENTURA, M. U., MIGUEL, A. L. A., DE SOUZA, N. V., HATA, F. T. Melhoramento participativo do tomateiro sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, 2016. DOI: 10.1590/S0102-053620160000200006

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. DOI: 10.1094/PDIS.2000.84.4.490A

SUZUKI, G. S.; SILVA, N.; MOURA, M. F.; MITUTI, T.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. Um isolado atípico do *Lettuce mosaic virus* que contorna o gene *mo1<sup>2</sup>* em alface. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n.1, p. 83-85. 2018. DOI: 10.1590/0100-5405/2162.

VAN BUEREN, E. L., JONES, S. S., TAMM, L., MURPHY, K. M., MYERS, J. R., LEIFERT, C., MESSMER, M. M. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: a review. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 58, n. 3-4, p. 193-205, 2011. DOI: 10.1016/j.njas.2010.04.001

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.