

# Incidência de galhas de *Meloidogyne incognita* raça 1 em progênies de F<sub>2:3</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface

J. L. S. C. Filho<sup>1</sup>; L. A. A. Gomes<sup>2</sup>; R. R. C. Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife-Pe, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras-MG, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Agronomia/Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras-MG, Brasil

jose.luiz@depa.ufrpe.br

laagomes@depa.ufla.br

rejanercosta@yahoo.com.br

(Recebido em 25 de outubro de 2010; aceito em 02 de fevereiro de 2012)

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para incidência de galhas em progênies F<sub>2:3</sub> de alface oriundas de cruzamentos entre 'Colorado' e 'Salinas 88', visando auxiliar programas de melhoramento na incorporação da resistência ao nematóide de galhas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, em delineamento de blocos casualizados, com duas repetições e oito plantas por parcela. Foi feita a infestação do substrato com ovos de *Meloidogyne incognita* raça 1, na proporção de 30 ovos.cm<sup>-3</sup> de substrato. Aos 45 dias após a inoculação, avaliou-se cada planta para a incidência de galhas. O valor de herdabilidade no sentido amplo para a característica incidência de galhas variou de 38% a 74%. Os resultados obtidos permitiram concluir que a cultivar Colorado tem um nível de resistência ao nematóide de galhas inferior a cultivar Salinas 88 e que a incidência de galhas pode ser utilizada na seleção entre e dentro de progênies de alface, principalmente numa etapa inicial de programa de melhoramento.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; incidência de galhas; seleção de plantas; herdabilidade

The aim of this work was to estimate genotypic, phenotypic and environment parameters for incidence of galls in lettuce F<sub>2:3</sub> progenies, may lead to contribute breeding programs for incorporation of the resistance to root-knot nematodes. The experiment was carried out in greenhouse, using expanded polystyrene trays with 128 cells, in completely randomized blocks design with two replicates and eight plants each plot. The substrate was infested with substrate 30 eggs.cm<sup>-3</sup> of *Meloidogyne incognita* race 1. The evaluation was made 45 days for the incidence of galls. The estimated high broad heritability varied from 38% to 74%. Therefore, lettuce cultivar Colorado is less resistant degree than lettuce cultivar Salinas 88 to root-knot nematodes and the incidence of galls can be used in the selection between and inside of lettuce progenies, mainly in an early of breeding program.

Keywords: *Lactuca sativa*; incidence of galls; plants selection; heritability

## 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa importante economicamente para o Brasil, sendo ainda uma cultura de importância social na agricultura familiar e para a alimentação humana. É uma hortaliça de alta perecibilidade, sendo normalmente plantada próximo aos centros consumidores onde é cultivada o ano inteiro. A alface possui ciclo curto, sendo comercializada em torno de 60 a 90 dias após a sementeira, dependendo da cultivar e das condições ambientais de cultivo. Além disso, o cultivo da alface pode atingir elevada produção por hectare, o que faz com que seja uma atividade adequada ao pequeno produtor. Dentre os problemas fitossanitários, comuns na cultura, pode-se citar a incidência de míldio e do nematóide de galhas.

A ocorrência de nematóides de galhas, representados pelas espécies do gênero *Meloidogyne*, causa perda significativa a lavouras de alface. A cultivar de alface Babá de Verão, quando avaliada sob condições de casa de vegetação, apresentou redução da parte aérea em função do ataque pelas raças 1 e 2 de *Meloidogyne incognita* [3]. Em outro experimento, as cultivares Brisa e Lucy Brown tiveram redução nas massas fresca da parte aérea e de raiz devido ao ataque

de *M. incognita* [4]. O controle químico é uma prática algumas vezes utilizada no manejo de nematóides de galhas. Contudo, esses produtos são tóxicos e de longo efeito residual nas folhas. Considerando que a alface tem um ciclo relativamente curto, o método mais seguro e eficaz para controle de nematóides nesta cultura é o emprego de cultivares resistentes.

A reação de resistência de cultivares de alface tipo americana à *M. incognita* raça 2 demonstrou que as cultivares Salinas 88, Challenge, Vanguard 75, Calgary, Classic e La Jolla, foram consideradas fontes de resistência promissoras para este nematóide pelo fato de terem apresentado fatores de reprodução (FR) abaixo de 1 [5].

Estudos de herança, realizados em populações segregantes obtidas a partir de cruzamentos entre as cultivares de alface Regina 71 (suscetível e com folhas lisas) e Grand Rapids (resistente e com folhas crespas), mostraram que o controle da resistência, tanto para *M. incognita* raças 1, 2, 3 e 4 [6] quanto para *M. javanica* [7], está ligado a um único loco gênico. Um segundo estudo de herança, com populações oriundas do cruzamento 'Regina 71' x 'Salinas 88', evidenciou 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 [8]. Tal evidência foi confirmada mais tarde, ao verificarem que 60% das progênies F<sub>4</sub> desse mesmo cruzamento eram resistentes (homozigotas) a *M. incognita* raça 1 [9].

Apesar da herança da resistência da alface à raça 1 de *M. incognita* ser monogênica, o caráter é influenciado pelo ambiente e, pelo menos no caso de 'Salinas 88', genes modificadores também estão envolvidos. Ademais, progênies oriundas do cruzamento entre 'Grand Rapids' e 'Salinas 88' podem expressar, em caso de locos gênicos diferentes, variabilidade genética e há possibilidade de se encontrar genótipos com níveis de resistência superiores aos parentais [10].

O cruzamento entre as cultivares Colorado e Salinas 88 pode originar uma nova cultivar de alface resistente ao nematóide de galhas. Entretanto, não há estudos sobre as estimativas de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para a incidência de galhas envolvendo este cruzamento. Esses seriam auxiliares na tomada de decisão sobre a escolha do método de melhoramento e modos para as condução e seleção de plantas e progênies resistentes ao nematóide de galhas.

Assim, o presente objetivou-se com este trabalho estimar parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para incidência de galhas em progênies F<sub>2,3</sub> de alface oriundas de cruzamentos entre 'Colorado' e 'Salinas 88', visando auxiliar programas de melhoramento na incorporação da resistência a nematóides de galhas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### Local

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação nas dependências da HortiAgro Sementes Ltda., no município de Ijaci - MG, região sul do estado de Minas Gerais, Brasil (21°10' latitude Sul, 44°55' longitude Oeste, altitude de 832 m). A temperatura média na região, no período de dezembro 2007 à fevereiro de 2008, oscilaram entre 24°C e 28°C.

### Reação de resistência à *M. incognita* raça 1 da Cultivar Colorado

Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares de alface Colorado, Salinas 88 e Regina 71. Salinas 88 é uma cultivar do tipo americana e apresenta resistência a *M. incognita* raça 1 [11;9] e raça 2 [5]. Colorado é uma cultivar do tipo folhas crespas e soltas, com coloração verde e manchas arroxeadas. Regina 71 é uma cultivar de folhas lisas e soltas, suscetível a *M. incognita* raça 1 [6;8].

Os ovos de *M. incognita* raça 1, utilizados como inóculo, foram obtidos a partir de uma população pura do nematóide mantida e multiplicada em plantas de tomateiro 'Santa Clara', em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras. Após três meses, as raízes do tomateiro foram lavadas e extraiu-se o inóculo [12;13]. Decorridos 15 dias da semeadura, procedeu-se a infestação do substrato com o inóculo de *M. incognita* raça 1. O inóculo (30 ovos.cm<sup>-3</sup> de

substrato) foi injetado com o auxílio de seringa diretamente no substrato, ao lado de cada planta. Após 45 dias da inoculação, as plantas foram avaliadas para a incidência de galhas. Cada planta, ainda com o torrão, teve o seu sistema radicular cuidadosamente observado e recebeu uma nota (1 a 5) [14], como segue: 1= sistema radicular com poucas (<10) galhas pequenas (<1mm) e não coalescentes; 2= sistema radicular com poucas (<10) galhas porém, sendo algumas galhas de tamanho médio (1-3 mm); 3= sistema radicular com um número médio (10-30) de galhas de tamanho médio e algumas galhas de tamanho grande (>3 mm); 4= sistema radicular com muitas galhas (>30) de tamanho grande e com poucas galhas de tamanho médio, algumas galhas coalescentes; e 5= sistema radicular com muitas galhas de tamanho grande e com grande número de galhas coalescentes.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 8 repetições e duas plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância através do Programa SISVAR [15] e as comparações entre médias feitas pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

### Estimação dos parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais

Os tratamentos foram constituídos pelas progênies  $F_{2:3}$  ('Colorado' x 'Salinas 88') e os parentais, 'Salinas 88' e 'Colorado'. As cultivares Salinas 88 e Regina 71 foram utilizadas como padrões de resistência e suscetibilidade à *M. incognita* raça 1. Para obtenção dessas progênies, uma amostra de sementes  $F_2$  ('Colorado' x 'Salinas 88') foi previamente semeada e 100 plantas  $F_2$  foram cultivadas em tubetes (110 mL de substrato comercial Plantimax®) e colhidas individualmente para constituir as progênies  $F_{2:3}$  ('Colorado' x 'Salinas 88'). Após a colheita, 45 progênies foram escolhidas aleatoriamente para estimação dos parâmetros.

Para a avaliação da incidência de galhas, empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com duas repetições e oito plantas por parcela. Realizaram-se duas análises de variância, uma utilizando apenas as progênies (blocos com informação dentro da parcela) e a outra utilizando as progênies e os parentais (blocos com testemunhas adicionais). Com a primeira foram estimadas as variâncias fenotípica, genética entre e dentro das progênies e ambiental; a herdabilidade no sentido amplo (unidade de seleção= média das médias das progênies); herdabilidade no sentido amplo (unidade de seleção= indivíduo no bloco); herdabilidade no sentido amplo (unidade de seleção= indivíduo no experimento); coeficientes de variação genética e ambiental; e razões entre os coeficientes de variação genética e ambiental. Com a segunda, observou-se a significância do teste de F ( $P \leq 0,05$ ) para os tratamentos e realização do teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes [16].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar Salinas 88 apresentou a menor incidência de galhas (Tabela 1). A cultivar Regina 71 apresentou a maior incidência de galhas, sendo significativamente diferentes das cultivares Salinas 88 e Colorado.

Tabela 1. Reação das cultivares de alface à *Meloidogyne incognita* raça 1. UFLA, 2008.

Cultivares	Incidência de galhas
Salinas 88	1,69 a
Colorado	2,88 b
Regina 71	4,25 c

\* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O quadrado médio da variância da incidência de galhas na média das progênies  $F_{2:3}$  ('Salinas 88' x Colorado) foi significativo (Tabela 2). Esses resultados indicam a existência de variabilidade genética entre as progênies para as diferentes características avaliadas, sendo um indicativo favorável à realização de melhoramento do caráter resistência. Além disso, houve

significância dentro das parcelas demonstrando a existência de variabilidade genética dentro das progênes, sendo esta menor que a variância genética entre as progênes.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e parâmetros fenotípico, genético e ambiental para incidência de galhas em progênes  $F_{2,3}$  de alface do cruzamento 'Salinas 88' x 'Colorado'. UFLA, 2008.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio Incidência de galhas
Progênes	44	2,4181 **
Entre as Parcelas	44	0,6181 **
Dentro das Parcelas	630	0,2897 **
Variância Genética entre progênes		0,1125
Variância Genética dentro progênes		0,0563
Variância Fenotípica entre progênes		0,1511
Variância Fenotípica dentro de progênes		0,2897
Variância Ambiental entre de progênes		0,1642
Herdabilidade (seleção na média das progênes)		0,74
Herdabilidade (seleção do indivíduo no bloco)		0,38
Herdabilidade (seleção do indivíduo no experimento)		0,38
Coefficiente de variação experimental (CV1) (%)		10,19
Coefficiente de variação experimental entre progênes (CV2) (%)		7,43
Coefficiente de variação genética entre progênes (CV3) (%)		12,30
Coefficiente de variação genética dentro das progênes (CV4) (%)		8,69
CV3/CV2		1,66
CV4/CV2		1,17

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

O valor de herdabilidade no sentido amplo para a característica incidência de galhas variou de 38% a 74%. Valores semelhantes também foram encontrados em outros estudos [6;8], corroborando esses dados. O alto valor de herdabilidade para seleção na média das famílias indica chance de sucesso na seleção de plantas resistentes à *M. incognita* raça 1. Assim, nessa fase, é importante a seleção no nível de família evitando-se a seleção a partir da média de um único indivíduo na área experimental ou mesmo a seleção estratificada em blocos, quando a herdabilidade é mais baixa (38%).

A razão entre os coeficientes de variação genética e ambiental ficou acima da unidade, tanto no emprego da variância genética entre progênes quanto no emprego da variância genética dentro das progênes. Essa informação demonstra uma situação favorável para a seleção utilizando o caráter incidência de galhas [17].

De acordo com os parâmetros populacionais, verificou-se que a característica incidência de galhas pode ser utilizada na seleção de genótipos resistentes ao nematóide de galhas. Ademais, essa característica tem vantagens como à praticidade de avaliação das plantas e o aproveitamento das próprias plantas que poderão ser levadas para o campo, uma vez que, as avaliações não são destrutivas e ocasionam pouco estresse às plântulas. Além disso, a avaliação da incidência de galhas possibilita: a análise de outras características (p.ex.: tipo de folha e pendoamento precoce) e o ganho de um ciclo de seleção já que as sementes das plantas selecionadas poderão ser colhidas naquela mesma geração.

Na avaliação das progênes e seus parentais, houve diferença significativa entre os tratamentos. Os parentais diferiam significativamente entre si, sendo a cultivar Salinas 88 a que apresentou a menor média para incidência de galhas, como no primeiro experimento. Além disso, formaram-se dois grupos: o primeiro é formado por progênes que não diferiram de 'Colorado' (32 progênes) e o segundo é formado por progênes que não diferiram de 'Salinas 88' (13 progênes) (Tabela 3). Dessa forma, plantas com menor incidência de galhas dentro dessas progênes seriam escolhidas para continuidade do programa de melhoramento visando à obtenção de cultivares de alface resistente ao nematóide de galhas. Nesse sentido, como a cultivar Colorado é resistente ao míldio essas progênes podem vir a ser avaliadas e selecionadas para esse caráter.

Tabela 3. Reação das progênes  $F_{2:3}$  ('Salinas 88' x 'Colorado') de alface e seus parentais, à *Meloidogyne incognita* raça 1.UFLA, 2008\*.

Tratamentos	Incidência de galhas
Progênie #1	2.13 b
Progênie #2	2.88 a
Progênie #3	3.00 a
Progênie #4	2.94 a
Progênie #5	2.44 b
Progênie #6	2.07 b
Progênie #7	2.88 a
Progênie #8	3.32 a
Progênie #9	2.76 a
Progênie #10	2.01 b
Progênie #11	3.13 a
Progênie #12	3.13 a
Progênie #13	2.82 a
Progênie #14	2.76 a
Progênie #15	2.88 a
Progênie #16	2.88 a
Progênie #17	2.75 a
Progênie #18	3.07 a
Progênie #19	2.19 b
Progênie #20	3.00 a
Progênie #21	2.13 b
Progênie #22	2.26 b
Progênie #23	3.32 a
Progênie #24	2.19 b
Progênie #25	2.82 a
Progênie #26	2.82 a
Progênie #27	3.13 a
Progênie #28	2.44 b
Progênie #29	3.19 a
Progênie #30	3.38 a
Progênie #31	2.94 a
Progênie #32	2.32 b
Progênie #33	2.82 a
Progênie #34	2.75 a
Progênie #35	2.82 a
Progênie #36	2.32 b
Progênie #37	2.94 a
Progênie #38	2.88 a
Progênie #39	1.82 b
Progênie #40	2.26 b
Progênie #41	2.93 a
Progênie #42	3.01 a
Progênie #43	3.01 a
Progênie #44	2.88 a
Progênie #45	2.57 a
Colorado	2.88 a
Salinas 88	1.69 b

\* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Dentre as características utilizadas na seleção de alface para resistência ao nematóide de galhas, a de maior relevância é o número de ovos por sistema radicular. Entretanto, é uma característica de difícil aferição e que demanda tempo e equipamento específico. Nesta questão, a busca por métodos alternativos para mensurar o nível de resistência a nematóides de galhas é de fundamental importância. Em geral, vêm-se utilizando a incidência de galhas como característica de seleção [11;14], 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. No lançamento de cultivares de alface resistentes a nematóides de galhas no mercado, progênes previamente selecionadas para a incidência de galhas, devem ser submetidas também a uma avaliação quanto ao número de ovos.

#### 4. CONCLUSÃO

A cultivar Colorado tem nível de resistência ao nematóide de galhas inferior a cultivar Salinas 88, com base na incidência de galhas.

Na geração F<sub>2,3</sub> ('Salinas 88' x 'Colorado') há progênies com níveis de resistência que não diferiram significativamente de 'Salinas 88'.

A incidência de galhas pode ser utilizada na seleção entre e dentro de progênies de alface, principalmente numa etapa inicial de programa de melhoramento.

#### 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), à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e à HortiAgro Sementes Ltda. pelo suporte financeiro e apoio na realização deste trabalho.

1. CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; BIGUZZI, F.A.; MALUF, W.R.; FERREIRA, S. F<sub>4</sub> families of crisp-leaf lettuce with tolerance to early bolting and homozygous for resistance to *Meloidogyne incognita* race 1. *Horticultura Brasileira*. 27: 335-339 (2009).
2. CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R. 2009b. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F<sub>4</sub> de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. *Acta Scientiarum Agronomy*. 31(1): 37-42 (2009).
3. KRZYŻANOWSKI, A.A.; FERRAZ, L.C.C.B. Effect of inoculation type and inoculum level of *Meloidogyne incognita* races 1 and 2 on the growth of lettuce cv. Baba under greenhouse conditions. *Summa-Phytopathologica, Jaguariúna*. 26(2): 286-288(2000).
4. ASUAJE, L.; JIMENEZ, M.A.; JIMENEZ-PEREZ, N.; CROZZOLI, R. Efecto del nematodo agallador, *Meloidogyne incognita*, sobre el creciahento de tres cultivares de lechuga. *Fitopatologia-Venezolana*. 17(1): 2-5 (2004).
5. WILCKEN, S.R.S.; GARCIA, M.J.M.; SILVA, N. Resistência de alface do tipo americana a *Meloidogyne incognita* raça 2. *Nematologia Brasileira*. 29 (2): 267-271 (2005).
6. GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P. Inheritance of the resistance reaction of the lettuce cultivar 'Grand Rapids' to the southern root-knot ematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. *Euphytica*. 114(1): 34-46 (2000).
7. MALUF, W.R.; AZEVEDO, S.M.; GOMES, L.A.A.; OLIVEIRA, A.G.B. Inheritance of resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in lettuce. *Genetics and Molecular Research*. 1 (1): 64-71 (2002).
8. 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. *Revista Brasileira de Agrociencia (UFPEL)*, 14(2): 279-289 (2008).
9. CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; WESTERICH, J.N.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P. Caracterização de famílias F<sub>4</sub> de alface de folhas lisas quanto à homozigose para resistência à *Meloidogyne incognita*. *Revista Brasileira de Agrociência*. 13(3): 331-336 (2007).
10. CARVALHO FILHO, J.L.S.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R. ; OLIVEIRA, R.R.; COSTA, D.S.; FERREIRA, S.; MONTEIRO, A.B.; COSTA, R.R. Resistance to *Meloidogyne incognita* race 1 in the lettuce cultivars Grand Rapids and Salinas-88. *Euphytica*. 182(2): 199-208 (2011).
11. FIORINI, C.V.A.; GOMES, L.A.A.; LIBÂNIO, R.A.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P.; LICURSI, V.; MORETTO, P.; SOUZA, L.A.; FIORINI, I.V.A. Identificação de famílias F<sub>2,3</sub> de alface homozigotas resistentes aos nematóides das galhas. *Horticultura Brasileira*. 25(4): 509-513 (2007).
12. HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. *Plant Disease Report*. 57(12): 1025-1028 (1973).
13. 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*. 3: 553 (1981).
14. FIORINI, C.V.A.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; FIORINI, I.V.A.; DUARTE, R.P.F.; LICURSI, V. Avaliação de populações F<sub>2</sub> de alface quanto à resistência aos nematóides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. *Horticultura Brasileira*. 23(2): 299-302 (2005).

15. FERREIRA, D. F. *SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Científica Symposium*. 6(2): 36-41 (2008).
16. CRUZ, C.D. *Programa GENES: Estatística experimental e matrizes*. Viçosa: UFV. 2006. 285p.
17. CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, v.2. 2006. 585p.