



Caracterização de famílias $F_{2:3}$ de alface para resistência ao nematoide das galhas

Sindynara Ferreira¹

Luiz Antônio Augusto Gomes²

Cláudia Fernandes Gasparino³

José Luiz Sandes de Carvalho Filho⁴

Wilson Roberto Maluf⁵

Resumo

O nematoide das galhas tem prejudicado a produção comercial de alface em condições de elevadas temperaturas. A utilização de cultivares resistentes é uma alternativa para o cultivo nessas condições. O presente trabalho teve por objetivo verificar a resistência ao nematoide das galhas *Meloigogyne* incógnita raça 1 em 17 famílias $F_{2:3}$ de alface de folhas lisas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com 17 tratamentos e quatro repetições. Cada planta foi avaliada individualmente e recebeu nota de um a cinco conforme a menor ou a maior incidência de galhas nas raízes. Os valores obtidos para cada família foram comparados com aqueles obtidos para as cultivares Grand Rapids e Regina 71, mediante teste χ^2 . Seis famílias foram caracterizadas como homozigotas resistentes ao nematoide *Meloidogyne incognita* raça 1 porque não diferiram da cultivar Grand Rapids. As outras onze famílias foram caracterizadas como segregantes para o caráter porque não diferiram significativamente das testemunhas. A classificação de seis famílias como homozigotas resistentes indica a possibilidade de obter novas linhagens de alface de folhas lisas resistentes ao *Meloidogyne incognita* raça 1. Tais linhagens poderão ser utilizadas em programas de melhoramento ou originar novas cultivares comerciais herdeiras dessa característica.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Melhoramento. Seleção. *Meloidogyne incognita* raça 1.

1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa de maior importância para o Brasil, com uma área plantada de aproximadamente 35.000 ha em cultivo intensivo e com geração de cinco empregos diretos por hectare (COSTA; SALA, 2005).

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Inconfidentes – Professora Efetiva – Inconfidentes – Minas Gerais – Brasil. sindynara.ferreira@ifs.ifsuldeminas.edu.br – (35) 3464-1200 - Praça Tiradentes, 416, Centro, 37.576-000, Inconfidentes/MG.

2 Universidade Federal de Lavras – Professor Adjunto II – Lavras – Minas Gerais – Brasil. laagomes@dag.ufla.br – (35) 3829-1782 – Departamento de Agricultura, *campus* da UFLA, 37.200-000, Caixa Postal 37, Lavras/MG.

3 Trainee da Cambuhy Agrícola – Engenheira Agrônoma – Matão – São Paulo – Brasil – claudiagasparino@yahoo.com.br – (16) 3386-1370 – Avenida Orestes Canova, 225, Portal do Sol, 15.980-000, Dobrada/SP.

4 Universidade Federal Rural de Pernambuco – Professor Adjunto – Recife – Pernambuco – Brasil - jose.luiz@depa.ufrpe.br - (81) 3320-6248 - Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, sala 5, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife/PE.

5 Universidade Federal de Lavras – Professor Titular – Lavras – Minas Gerais – Brasil – wrmaluf@dag.ufla.br - (35) 3829-1782 – Departamento de Agricultura, *campus* da UFLA, 37.200-000, Caixa Postal 37, Lavras/MG.

A comercialização de hortaliças tem se tornado um lucrativo e importante negócio na economia agrícola, apesar do pequeno índice de consumo, da ordem de 40 kg *per capita*/ano. Espera-se duplicar este índice nos próximos anos, fato que depende, em sua maior parte, do aumento do poder aquisitivo da população brasileira e da mudança de hábito alimentar (DINIZ et al., 2007).

Um problema que surge no plantio no campo, além de questões como temperatura e fotoperíodo (SANTOS et al., 2009), são os fitonematoides, representados principalmente pelo gênero *Meloidogyne* spp. Esses fitonematoides debilitam intensamente a planta ao formar, em seu sistema radicular, galhas que obstruem a absorção de água e principalmente de nutrientes do solo (CARVALHO FILHO et al., 2011), ocasionando plantas amarelas, com cabeça de tamanho reduzido, de pequeno volume foliar e sem valor para consumo *in natura* (CHARCHAR; MOITA, 1996).

Os fitonematoides são difíceis de controlar, pois geralmente ficam no solo ou no interior de raízes ou em outros órgãos das plantas. Alguns possuem estrutura de resistência, outros entram em dormência e outros se reproduzem rapidamente e em grande número (FREITAS, 2003). Esses patógenos têm alta taxa reprodutiva e acumulam grande população de ovos no solo (CAMPOS et al., 2001). Normalmente, tenta-se controlar esse patógeno por meio de práticas culturais como revolvimento do solo, irrigação após revolvimento, pousio, solarização, inundação, adubação verde, rotação de cultura (SANTOS; CARVALHO; SILVA et al., 2008; DIAS; ASMUS; CARNEIRO, 2003; DUTRA; CAMPOS, 2003; PAULA JUNIOR; ZAMBOLIM, 1998) ou mesmo através de controle químico, com nematicidas aplicados diretamente no solo. Estes métodos nem sempre são eficientes; além disso, os produtos químicos podem trazer riscos ao meio ambiente, tais como a contaminação das águas, os resíduos que deixam no próprio solo e, se não forem seletivos, podem afetar toda a biótica do solo. Devido à alface ser uma cultura de ciclo curto, resíduos podem ser encontrados também no produto comercial, acarretando riscos para a alimentação humana.

O uso de cultivares resistentes é o método mais viável para o controle de nematoides fitoparasitas, não elevando o custo de produção, exceto pela compra da própria semente. No entanto, nem sempre é possível utilizá-los porque pode haver falta de cultivares resistentes que atendam às exigências do mercado.

A identificação de fontes de resistência aos nematoides das galhas *Meloidogyne* spp. em alface, preferencialmente entre cultivares comerciais, bem como a busca pelo desenvolvimento de cultivares resistentes, adaptadas às diversas condições brasileiras, têm sido preocupação de alguns pesquisadores, especialmente a partir do início da década de 1990 (GOMES; MALUF; CAMPOS, 2000; FIORINI et al., 2007; SILVA et al., 2008; CARVALHO FILHO et al., 2009).

Este trabalho teve como objetivo verificar a resistência ao nematoide das galhas *M. incognita* raça 1 em famílias $F_{2,3}$ de alface de folhas lisas homozigotas.

2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido entre 2 de outubro de 2006 e 2 de dezembro de 2006, com delineamento experimental de blocos casualizados, com 17 tratamentos, quatro repetições e oito plantas por parcela experimental.

Foram utilizadas dezessete famílias $F_{2,3}$, denominadas AFX-018A-09, AFX-022A-13, AFX-019A-20, AFX-017A-06, AFX-018A-02, AFX-019A-08, AFX-018A-05, AFX-022A-10, AFX-016A-14, AFX-022A-01, AFX-022A-03, AFX-020A-07, AFX-016A-17, AFX-021A-06, AFX-016A-23, AFX-020A-05 e AFX-020A-06, oriundas de plantas previamente selecionadas para resistência ao *Meloidogyne* spp. e tolerância ao pendoamento precoce, juntamente com as cultivares Grand Rapids (resistente) e Regina 71 (suscetível), utilizadas como testemunhas. Estas progênies foram provenientes do cruzamento entre as cultivares Regina 71 (caracterizada por folhas lisas e soltas,

alta resistência ao florescimento prematuro e suscetibilidade ao *M. incognita* raça 1) e Grand Rapids (caracterizada por folhas crespas, consistentes, suscetibilidade ao pendoamento precoce, porém com resistência aos nematoides das galhas *Meloidogyne* spp.). Após três gerações de autofecundação e seleção, fez-se outro cruzamento com a cultivar Elisa (folhas lisas, suscetível ao nematoide e tolerante ao calor). A partir deste cruzamento, obtiveram-se as famílias que foram avaliadas.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial Plantmax, semeando-se duas a três sementes por célula. Após a germinação e emergência, quando as plântulas apresentavam o estágio de primeira folha definitiva, procedeu-se ao desbaste, deixando apenas uma plântula em cada célula. Quinze dias após a semeadura, as mudas foram infestadas com ovos de *M. incognita* raça 1, na concentração de 1200 ovos célula⁻¹, correspondendo a 30 ovos cm⁻³ de substrato. A extração de ovos e infestação do substrato ocorreu conforme a técnica de Hussey e Barker (1973), modificada por Boneti e Ferraz (1981).

Utilizaram-se também, em cada bandeja, oito plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), cultivar Santa Clara, padrão de suscetibilidade aos nematoides das galhas, as quais serviram no momento da avaliação para verificar a eficiência e o grau de infestação do inóculo, visualizando a presença de galhas em suas raízes.

As plantas permaneceram nas bandejas, em casa de vegetação, até 45 dias após a inoculação dos nematoides, quando foram feitas as avaliações. Nesta época, verificou-se alta incidência de galhas e massas de ovos nas raízes das plantas de tomateiro. Foram avaliadas 32 plantas da cultivar Regina 71, 32 plantas da cultivar Grand Rapids e 32 plantas de cada família.

Cada planta foi avaliada individualmente para a característica de índice de galhas no sistema radicular (ING), atribuindo-se uma nota de acordo com uma escala de notas de um a cinco:

- a) nota 1: poucas galhas visíveis (<10 galhas), pequenas (<1 mm);
- b) nota 2: poucas galhas visíveis, de tamanho intermediário (1 mm a 3 mm);
- c) nota 3: número intermediário de galhas visíveis (10-30 galhas), de tamanho intermediário e algumas grandes (>3 mm);
- d) nota 4: muitas galhas visíveis (>30 galhas), predominando as galhas grandes (>3 mm), com poucas de tamanho intermediário e algumas coalescentes;
- e) nota 5: muitas galhas visíveis (>30 galhas), grandes, e elevado número de galhas coalescente.

De acordo com as notas obtidas para cada planta, dentro de cada família e das cultivares testemunhas, obteve-se a distribuição de frequência das notas para índice de número de galhas de raiz de cada genótipo. Estabeleceu-se em seguida um ponto de truncagem, correspondente à nota para índice de número de galhas no sistema radicular acima da qual se encontrava o maior número de plantas da cultivar testemunha suscetível Regina 71 e abaixo da qual se encontrava o maior número de plantas da cultivar testemunha resistente Grand Rapids (GOMES; MALUF; CAMPOS, 2000; FIORINI et al., 2005).

A partir desse valor, cada família foi comparada individualmente com cada uma das cultivares testemunhas, de acordo com a distribuição de frequência das notas para índice de número de galhas no sistema radicular, mediante um teste de χ^2 .

A não significância em relação à cultivar resistente Grand Rapids e a significância em relação à cultivar suscetível Regina 71 caracterizava a família como homozigota resistente. O contrário caracterizava a família como homozigota suscetível, já a significância em relação as duas cultivares caracterizava a mesma como segregante (FIORINI et al., 2007).

3 Resultados e Discussão

Pela distribuição de frequência das notas referentes ao índice de número de galhas (ING) de duas cultivares e dezessete família F_{2:3} de alface, verificou-se que as cultivares Regina 71 e Grand Rapids encontram-se representadas por uma maior frequência de notas com valores extremos, característica própria devida à suscetibilidade e resistência respectivas de cada uma dessas cultivares (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuições de frequência de notas para índice de número de galhas (ING) nas raízes de plantas das cultivares Regina 71, Grand Rapids e 17 famílias F_{2:3} de alface, e significância do teste de qui-quadrado (χ^2) em relação às testemunhas. Lavras, 2012.

Tratamentos	Frequência de plantas para cada nota					Frequência de plantas para cada classe		Valores de χ^2 em relação a	
	1	2	3	4	5	≤ 2	≥ 3	Grand Rapids	Regina 71
Regina 71	0	0	12	18	2	0	32		
Grand Rapids	9	21	1	0	0	30	1		
AFX-018A-09	4	16	1	0	0	20	1	0,08 ^{ns}	48,95*
AFX-022A-13	6	17	5	1	0	23	6	4,43*	40,74*
AFX-019A-20	3	20	6	0	0	23	6	4,43*	40,74*
AFX-017A-06	0	17	15	0	0	17	15	15,83*	23,15*
AFX-018A-02	4	25	2	0	0	29	2	0,35 ^{ns}	55,47*
AFX-019A-08	0	23	9	0	0	23	9	7,31*	35,90*
AFX-018A-05	1	31	0	0	0	32	0	1,05 ^{ns}	64,00*
AFX-022A-10	2	30	0	0	0	32	0	1,05 ^{ns}	64,00*
AFX-016A-14	0	6	10	0	0	6	10	20,68*	13,71*
AFX-022A-01	0	24	8	0	0	24	8	6,10*	38,40*
AFX-022A-03	0	20	11	0	0	20	11	10,33*	30,25*
AFX-020A-07	0	28	4	0	0	28	4	1,85 ^{ns}	49,78*
AFX-016A-17	0	9	15	8	0	9	23	31,47*	10,47*
AFX-021A-06	1	19	11	1	0	20	12	11,29*	29,09*
AFX-016A-23	1	16	11	4	0	17	15	15,83*	23,15*
AFX-020A-05	0	22	8	1	0	22	9	7,63*	34,90*
AFX-020A-06	0	26	5	0	0	26	5	2,95 ^{ns}	45,70*

Fonte: Elaboração própria.

Estes valores permitiram estabelecer a nota dois como ponto de truncagem. Assim, cada planta pode ser considerada como suscetível ($ING > 2$) ou resistente ($ING \leq 2$) à semelhança do comportamento das testemunhas. Estes resultados são coincidentes com os obtidos em outros experimentos (CHARCHAR; MOITA, 1996; GOMES et al., 1997; GOMES; MALUF; CAMPOS, 2000; FIORINI et al., 2005; FIORINI et al., 2007; CARVALHO FILHO et al., 2011), que confirmam o tipo de reação aos nematoides destas cultivares.

Ao considerar as dezessete famílias, verificou-se que houve maior variabilidade no número de plantas obtidas para cada nota entre elas.

Quando se comparou, pelo teste de χ^2 , cada família com as cultivares Regina 71 e Grand Rapids, verificou-se que seis delas (AFX-018A-09, AFX-018A-02, AFX-018A-05, AFX-022A-10, AFX-020A-07, AFX-020A-06) puderam ser classificadas como homozigotas resistentes (Tabela 1). Estas famílias não diferiram significativamente da cultivar testemunha Grand Rapids, porém diferiram da cultivar testemunha suscetível Regina 71. As outras onze progênies diferiram significativamente de ambas as cultivares e foram consideradas segregantes. A não ocorrência de famílias homozigotas suscetíveis é um resultado que poderia ser esperado em vista da herança monogênica do caráter (GOMES; MALUF; CAMPOS, 2000; FIORINI et al., 2005; CARVALHO FILHO et al., 2011) e pelo fato das famílias avaliadas serem originárias de plantas selecionadas na geração F_2 para resistência a *Meloidogyne* spp.

O efeito aditivo e a herança monogênica do caráter permitem antever que, a partir destas seis famílias, classificadas como homozigotas resistentes, será possível obter novas linhagens de alface de folhas lisas resistentes ao *Meloidogyne incognita* raça 1. Como o trabalho de Gomes, Maluf e Campos (2000) mostra que provavelmente o mesmo gene é responsável pela resistência também às raças 2, 3 e 4 de *M. incognita* e ao *M. javanica*, é provável que as linhagens a serem selecionadas sejam também resistentes a estas raças/espécies.

4 Conclusões

Seis famílias (AFX-018A-09, AFX-018A-02, AFX-018A-05, AFX-022A-10, AFX-020A-07, AFX-020A-06) foram caracterizadas como homozigotas resistentes ao *Meloidogyne incognita* raça 1.

Estas poderão originar novas cultivares comerciais de alface de folhas lisas, resistentes aos nematoides das galhas, ou originar linhagens a serem utilizadas em programas de melhoramento visando à resistência ao patógeno.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, à FAPEMIG, à FAEPE, ao CNPq, à HortiAgro Sementes Ltda. e à UFLA.

Characterization of F2:3 families of lettuce for resistance to root-knot nematode

Abstract

The root-knot nematode has harmed the commercial production of lettuce in high temperature conditions. The use of resistant cultivars is an alternative to the cultivation under these conditions. This study aimed to verify the resistance to root-knot nematode *Meloidogyne incognita* race 1 in 17 F2: 3 families of smooth leaf lettuce. The experimental design was a randomized block design with 17 treatments and four replications. Each plant was individually assessed and received a score from one to five as the lower or the higher incidence of galls on the roots. The values obtained for each family were compared with those obtained for the cultivar Grand Rapids and Regina 71 by χ^2 test.

Six families were characterized as homozygous resistant nematode *Meloidogyne incognita* race 1 because they did not differ from cultivar Grand Rapids. The eleven other families were characterized as segregating for the character because the witnesses did not differ significantly. The classification of six families as homozygous resistant indicates the possibility of obtaining new strains of smooth leaf lettuce resistant to *Meloidogyne incognita* race 1. Such strains may be used in breeding programs or originate new commercial cultivars inheriting this trait.

Keywords: *Lactuca sativa* L. Improvement. Selection. *Meloidogyne incognita* race 1.

Referências bibliográficas

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. 6, p. 533. 1981.

CAMPOS, V. P. et al. Manejo de nematoides em hortaliças. In: SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, J. R.; NOJOSA, G. B. A. (Ed.). **Manejo integrado: doenças e pragas em hortaliças**. Lavras: UFLA, 2001. p.125-158.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Resistance to *Meloidogyne incognita* race 1 in the lettuce cultivars Grand Rapids and Salinas-88. **Euphytica**, v. 182, n. 2, p. 199-208, nov. 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10681-011-0429-7.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; 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. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/6607/6607>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

CHARCHAR, J.M.; MOITA, A.W. Reação de cultivares de alface à infecção por misturas populacionais de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *Meloidogyne javanica* em condições de campo. **Horticultura Brasileira**, v. 14, p. 185-189. 1996. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/download/biblioteca/olme4068c.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

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

SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. de S.; DIAS, W. P.; ASMUS, G. L. Manejo integrado de nematóides na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA = MEETING OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF NEMATOLOGY, 24., 2003, Petrolina. **Anais ...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 31-37.

DINIZ, K.A. et al. Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de alface revestidas com diferentes doses de micronutrientes, aminoácidos e reguladores de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 7, p. 396-400, 2007. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/100/95>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

DUTRA, M.R.; CAMPOS, V.P. Manejo do solo e da irrigação como nova tática de controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28 n. 6, p. 608-614, dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v28n6/a05v28n6.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

FIORINI, C.V.A. et al. Avaliação de populações F_2 de alface quanto à resistência aos nematoides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 299-302, abr./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n2/25072.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

FIORINI, C.V.A. et al. Identificação de famílias $F_{2:3}$ de alface homocigotas resistentes aos nematoides das galhas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 509-513, out./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n4/a04v25n4.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

FREITAS, L.G. O controle biológico dentro do contexto de manejo integrado de nematoides. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 24-29. 2003. Suplemento.

CARVALHO FILHO J. L. S. et al. F4 families of crisp-leaf lettuce with tolerance to early bolting and homozygous for resistance to *Meloidogyne incognita* race 1. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 335-339, jul./set. 2009. Disponível em: <http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/27_3/200927312.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2013.

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 nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. **Euphytica**, v. 114, n. 1, p. 34-46. jul. 2000. Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1003991819523.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

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

PAULA JUNIOR, T.J.; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BOREM, A. (eds.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV. 1998. p. 373-433.

SANTOS, C.D.G.; CARVALHO, S.L.F.; SILVA, M.C.L. Solarização do solo em sacos plásticos para o controle dos nematoides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n.3, p. 350-356, 2006. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/179/173>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

SANTOS, C. L. et al. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, v. 2, n. 3, p.87-98, jan./mar. 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/421/312>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

SILVA, R. R. et al. 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. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/483/5538>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

Histórico editorial

Recebido: 17/09/2012

Avaliação e copidesque: 21/09/2012 a 24/05/2013

