

## Resistência de genótipos de couve-manteiga ao pulgão-verde e sua relação com a cerosidade foliar<sup>1</sup>

Resistance of kale genotypes to the green peach aphid and its relation to leaf wax

Eva Maria Rodrigues Costa<sup>2</sup>, Aline Marchese<sup>3\*</sup>, Wilson Roberto Maluf<sup>4</sup> e Alex Antônio Silva<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o nível de resistência de genótipos de couve-manteiga ao pulgão-verde *Myzus persicae* e sua relação com a cerosidade presente nas folhas. O ensaio foi conduzido com doze genótipos de couve pertencentes ao banco de germoplasma da empresa HortiAgro sementes S. A. A cera epicuticular foi extraída e quantificada em laboratório, também foram feitas observações em microscópio eletrônico de varredura e utilizada uma escala de notas para avaliar visualmente a cerosidade. Foi realizado um teste de resistência pelo mecanismo de antibiose ao pulgão, onde foram avaliados o: período ninfal, os períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, o número total de ninfas, número médio de ninfas/dia e longevidade. Os genótipos UFLA-3, UFLA-4 e UFLA-6 apresentaram os maiores teores de cera e o UFLA-6 apresentou um maior nível de resistência ao pulgão-verde. Não foi, contudo, encontrada associação entre o teor de cera e a resistência ao pulgão-verde no conjunto de genótipos de couve-manteiga estudados.

**Palavras-chave:** Couve. Pulgão. Resistência de plantas.

**ABSTRACT** - The aim of this work was to evaluate the level of resistance of kale genotypes to the green peach aphid *Myzus persicae*, and its relationship to the wax present in the leaves. The test was carried out on twelve kale genotypes belonging to the germplasm bank of HortiAgro Seeds S. A. Epicuticular wax was extracted and quantified in the laboratory. Observations were also made using a scanning electron microscope, and a grading scale was used to assess the wax visually. Resistance to the aphid by antibiosis was tested, and the following parameters evaluated: nymphal period, pre-reproductive, reproductive and post-reproductive periods, total number of nymphs, average number of nymphs per day and longevity. The genotypes, UFLA-3, UFLA-4 and UFLA-6, presented the greatest wax content, with UFLA-6 displaying a higher level of resistance to the aphid. However, no relationship was found between wax content and resistance to the aphid in the group of kale genotypes studied.

**Key words:** Kale. Peach aphid. Plant resistance.

\*Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 18/08/2012; aprovado em 15/10/2013

Pesquisa financiada com recursos da Universidade Federal de Lavras, CAPES, FAPEMIG, CNPq e HortiAgro Sementes S. A.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, evamrc\_9@hotmail, alex\_nepre@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras-MG, Brasil, 37.200-00, alinemarchese@hotmail.com

<sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, wrmaluf@dag.ufla.br

## INTRODUÇÃO

A couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) é uma hortaliça cujo consumo no Brasil tem aumentado gradativamente devido às novas maneiras de utilização na culinária e às recentes descobertas da ciência quanto às suas propriedades nutracêuticas (NOVO *et al.*, 2010). A produção brasileira atingiu 93.551 toneladas em 2006, sendo 56.087 toneladas produzidas na região Sudeste, destacando-se o estado de São Paulo com uma produção de 25.282 toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

Perdas significativas que afetam a qualidade e a produtividade dessa hortaliça podem ocorrer devido ao ataque de insetos-praga. Entre as principais pragas que atacam a couve-manteiga no Brasil destacam-se os pulgões *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) e *Myzus persicae* (CARVALHO *et al.*, 2008; KHATTAB, 2007).

O pulgão-verde, *Myzus persicae* (SULZER, 1776) (Hemiptera: Aphididae), é um inseto polígrafo de grande importância econômica devido aos danos diretos ocasionados pela contínua sucção de seiva o que provoca o enfraquecimento das plantas, levando a parte da folha atacada a crescer menos que a parte não atacada, além das folhas ficarem muito deformadas. Este inseto provoca também danos indiretos, pois atua como vetor de mais de 120 fitopatógenos (CHAGAS FILHO *et al.*, 2005; KASPROWICZ *et al.*, 2008).

O controle do pulgão é feito principalmente por aplicações de inseticidas sintéticos, porém seu uso indiscriminado pode causar problemas de natureza econômica, ecológica e ambiental devido à presença de resíduos nos alimentos, efeitos prejudiciais sobre os inimigos naturais e seleção de populações de insetos resistentes (BOIÇA-JUNIOR *et al.*, 2011; NAKATA *et al.*, 2005).

Segundo Bortoli (2006), trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de avaliar a resistência de diferentes genótipos de couve em relação ao ataque de pragas, procurando-se, assim, obter cultivares menos suscetíveis aos afídeos. Como alternativa ao uso de inseticidas, a utilização de cultivares resistentes tem assumido papel relevante no manejo integrado de pragas importantes para essa cultura (PICOAGA *et al.*, 2003).

Várias características morfológicas e anatômicas têm sido utilizadas como marcadores para seleção de plantas resistentes a pragas (ALEXANDER; FORLOW; HENNEBERRY, 2004). Dentre elas, a cera epicuticular, que é uma complexa mistura de diferentes compostos alifáticos. Normalmente, esses compostos contêm séries homólogas de alcanos, álcoois (primários e secundários), aldeídos, ácidos, cetonas,  $\beta$ -dicetonas e ésteres, além de metabólitos secundários como a sinigrina, que podem

influenciar negativamente insetos polígrafos como o pulgão *M. persicae* (LEITE *et al.*, 1996). Além da ação contra patógenos, a presença de cera desempenha papel de proteção contra radiações solares, perdas de água por transpiração e a entrada de produtos químicos (FERREIRA *et al.*, 2005; LICHSTON; GODOY, 2006).

A resistência de plantas em brássicas tem sido avaliada com base na cerosidade da superfície foliar, determinada pelo teor de alcanos e sinigrina presente nas folhas (ULMER *et al.*, 2002). Além disto, tem se verificado que os cristais formados pela cera na superfície foliar, podem agir como uma barreira física, dificultando a fixação de insetos nas plantas (EIGENBRODE; JETTER, 2002). Genótipos de couve que possuem níveis elevados de cera têm sido relatados como resistentes ao pulgão-verde (STONER, 1990). Entretanto, Eigenbrode, Shelton e Dickson (1990) consideram que as causas da resistência relacionadas à quantidade de cera presente na superfície foliar, não são conclusivas.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o nível de resistência de genótipos de couve-manteiga ao pulgão-verde e sua relação com a cerosidade presente nas folhas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Química do Departamento de Química, no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural (LME) do Departamento de Fitopatologia e no setor de Horticultura do Departamento de Agricultura (DAG), da Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Foram avaliados nesse estudo doze clones de couve-manteiga, os quais foram disponibilizados pelo Banco de Germoplasma do Programa de Melhoramento de Hortaliças da empresa HortiAgro Sementes S. A. localizada na Fazenda Palmital, no município de Ijaci - MG.

Para quantificar a quantidade de cera nos clones, quatro discos foliares com diâmetro de 60 mm de folhas completamente expandidas foram retirados de cada genótipo da região apical das plantas. Os discos foram imersos, um de cada vez, por 15 segundos em 100 ml clorofórmio sendo o extrato filtrado a vácuo e em seguida, levado para estufa por 24 horas a uma temperatura de 45 °C. Os resíduos foram então pesados, sendo calculados os teores de cera em mg cm<sup>-2</sup> para cada genótipo de couve (EBERCON; BLUM; JORDAN, 1977).

Para avaliar visualmente a quantidade de cera presente nas folhas, foram atribuídas as notas 1, 3 e 5 aos genótipos estudados. Assim, o critério adotado para o estabelecimento da referida escala foi: folhas com

nenhuma cerosidade aparente (nota 1), folhas visualmente com maior teor de cera (nota 5), bem como níveis intermediários do teor de cera (nota 3).

Para visualização da cera epicuticular na superfície das folhas dos genótipos avaliados foram realizadas no LME-UFLA observações em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Coletou-se a terceira folha de cada planta e, em seguida, as folhas foram cortadas em discos de 1 mm de diâmetro e imersas em solução fixativa Karnovsky (pH 7,2), por período de 24 horas. Após esse período as amostras foram colocadas em tampão caccodilato e, em seguida, esses fragmentos foram transferidos para uma solução de tetróxido de ósmio (1%) por 1 hora e, subsequentemente, desidratadas em série de acetona (25%; 50%; 75%; 90% e 100%) por 10 minutos. Na concentração de 100% o processo foi repetido três vezes, e posteriormente as amostras foram levadas para a câmara do aparelho de ponto crítico com gás carbônico liquefeito para secagem das amostras. Os espécimes obtidos foram montados em suportes de alumínio, *stubs*, com uma fita de carbono dupla face colocada sobre uma película de papel alumínio, cobertos com ouro e observados em microscópio eletrônico de varredura (LEO Evo 40XVP), (ALVES, 2004).

Para a avaliação da resistência dos genótipos de couve-manteiga ao pulgão-verde pelo mecanismo de antibiose foram coletadas ninfas de *M. persicae* em plantios de Brássicas na área experimental do DAG-UFLA que logo em seguida, foram transferidas para plantas de *Nicandra physalodes* (Solanaceae) cultivadas em sala climatizada ( $25 \pm 2$  °C,  $80 \pm 5\%$  UR) para manter a criação dos pulgões utilizados.

No teste de resistência foram utilizados discos foliares com 5,0 cm de diâmetro, obtidos de plantas com aproximadamente quatro meses de idade. Cada disco foliar foi colocado no interior de um recipiente plástico de 200 ml de capacidade e no centro dos mesmos foram liberadas 10 fêmeas adultas (retiradas da criação de manutenção), no período reprodutivo. Em seguida, o recipiente foi coberto com filme de PVC, perfurado com alfinete entomológico com o objetivo de permitir a ventilação e evitar a saída dos insetos. Os discos foliares foram substituídos à medida que se apresentavam com sinais de amarelecimento e ressecamento.

No dia seguinte ao da liberação dos 10 pulgões, com o auxílio de um pincel, todos os pulgões adultos foram retirados dos recipientes deixando-se apenas cinco ninfas de primeiro instar, para avaliar os seguintes parâmetros biológicos: Duração do período ninfal (observado diariamente através da contagem do número de exúvias liberadas pelo inseto durante a mudança de instar); Duração do período pré-reprodutivo (detectado a partir da observação da duração, em dias, da liberação da última

exúvia pelo inseto até a produção da primeira ninfa); Duração do período reprodutivo (período, em dias, durante os quais o inseto produziu ninfas); Duração do período pós-reprodutivo (período, em dias, entre a data em que o inseto parou de produzir ninfas até a sua morte); Duração do ciclo biológico total (período, em dias, contado a partir da liberação da ninfa de primeiro instar até a morte do inseto na fase adulta) e a produção média diária e total de ninfas (produção de ninfas durante todo o período reprodutivo) (MICHELOTTO *et al.*, 2005).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com doze tratamentos (genótipos) e oito repetições. Os parâmetros avaliados foram transformados em  $\sqrt{X} + 0,5$  e em seguida submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Foi efetuada a análise multivariada com base na distância euclidiana média padronizada ( $d_{ii'}$ ) empregando o método de agrupamento hierárquico aglomerativo de ligação média não ponderada (UPGMA), considerando os parâmetros biológicos (período pré-reprodutivo, período reprodutivo, ciclo total, número total e número médio de ninfas/dia). Foi calculada também a importância relativa dos parâmetros avaliados pelo método de Singh (1981).

Foram realizados contrastes de interesse entre genótipos contrastantes quanto ao teor de cera para as variáveis relativas aos parâmetros biológicos do teste de resistência ao pulgão-verde. As análises foram realizadas com o auxílio dos programas SISVAR, versão 5.1 (FERREIRA, 2008), SAS Institute (2004) e GENES (CRUZ, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantificação do teor de cera ( $\text{mg}/\text{cm}^{-2}$ ) revelou que os genótipos UFLA-3, UFLA-4 e UFLA-6 apresentaram os maiores teores (Tabela 1). Os genótipos UFLA-4 e UFLA-6 também apresentaram as maiores médias quanto às notas atribuídas ao teor de cera. A correlação entre estas duas medidas para quantificação da cera foi moderadamente alta e positiva (0,60), demonstrando que a escala de notas pode ser uma alternativa viável na seleção para cerosidade se for considerado o menor custo e a necessidade de avaliação de um grande número de genótipos.

Através da Eletromicrografia de varredura de folhas foi observada a presença de cera epicuticular nos genótipos de couve-manteiga. A cera apresentou-se na forma de grânulos muito pequenos, espalhados na superfície foliar e cobrindo todos os tipos de células depositadas principalmente em depressões localizadas na região anticlinal das células da epiderme (Figura 1).

**Tabela 1** - Quantificação da cera foliar dos genótipos de couve-manteiga por meio de escala de notas e de análise química em laboratório (mg/cm<sup>2</sup>). Lavras, MG. 2011

Genótipos	Quantificação da cera	
	Escala de notas	Teor de cera (mg/cm <sup>2</sup> )
UFLA-1	1,39 b	5,42 c
UFLA-2	1,39 b	7,88 b
UFLA-3	1,39 b	9,18 a
UFLA-4	2,34 a	10,51 a
UFLA-5	1,63 b	8,09 b
UFLA-6	2,28 a	9,21 a
UFLA-7	1,30 b	7,43 b
UFLA-8	1,71 b	7,42 b
UFLA-9	1,71 b	7,94 b
UFLA-10	1,30 b	4,60 c
UFLA-11	1,22 b	6,34 c
UFLA-12	1,30 b	7,09 b
Média	1,58	7,59
CV %	15,73	15,55

Correlação simples – (Escala de notas) versus (Teor de cera) - 0,60\*\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%; \*\* Correlação significativa a 1% de probabilidade de erro pelo Teste t

Observou-se a presença de cera epicuticular com o aspecto de pequenas escamas principalmente nos genótipos UFLA-3, UFLA-4 e UFLA-6, os quais o teor de cera quantificada foi maior. Detalhes na morfologia externa das folhas de couve manteiga, como os grânulos formados pelo acúmulo da cera nos genótipos UFLA-3 e UFLA-6, e a superfície foliar recoberta, inclusive os estômatos, pela camada de cera no genótipo UFLA-4 foram observados através das fotos por eletromicrografia de varredura (Figura 1).

No teste de resistência ao pulgão do tipo antibiose, houve diferença estatística ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos de couve-manteiga, quando considerados os parâmetros: período pré-reprodutivo, período reprodutivo, ciclo total, número total e médio de ninfas/dia produzidas (Tabela 2).

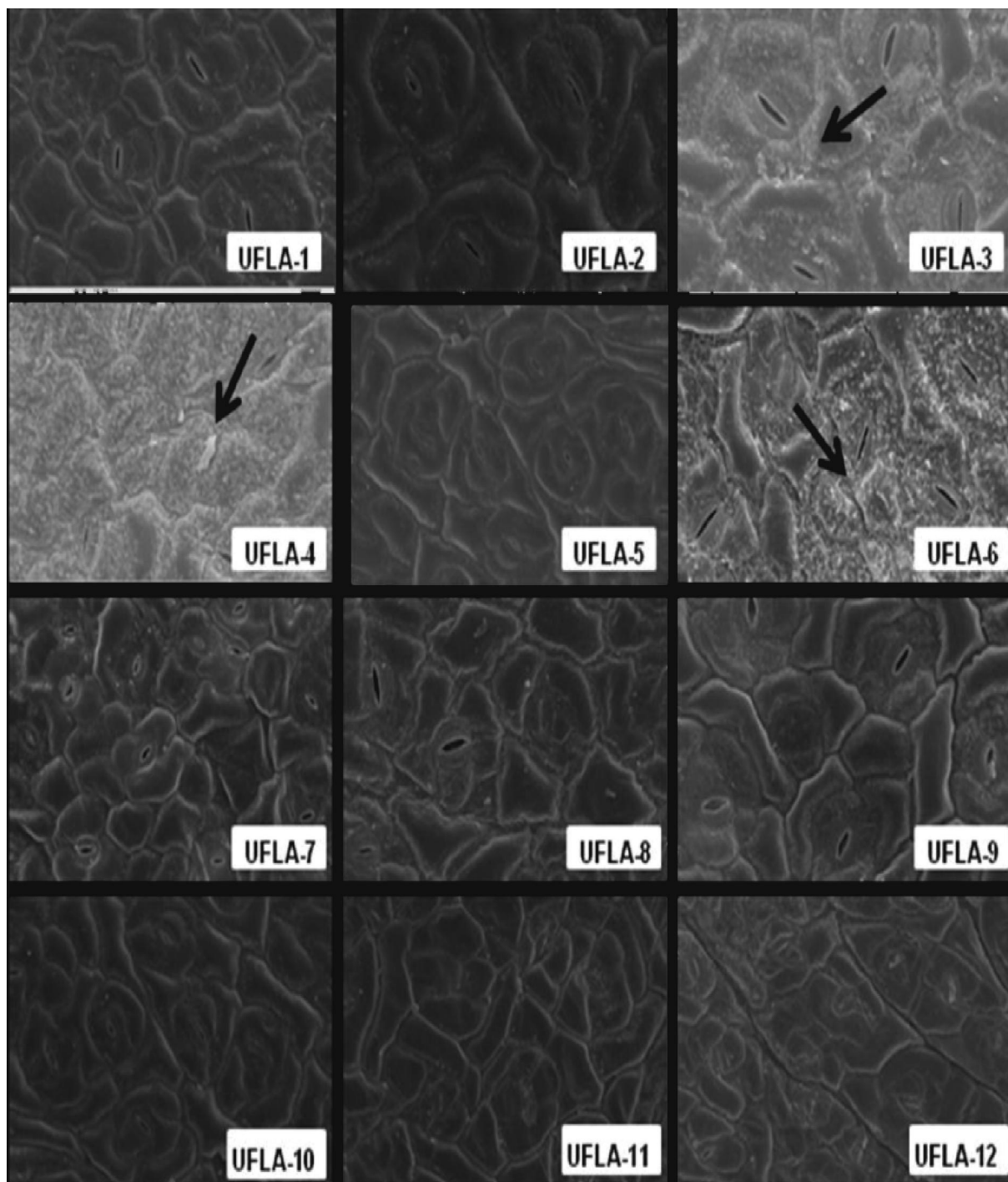
Os genótipos UFLA-3 e UFLA-6 foram os que menos favoreceram a produção média diária de ninfas. No entanto, considerando os parâmetros: períodos pré-reprodutivo, reprodutivo, ciclo total e número médio e total de ninfas, o genótipo UFLA-6 foi considerado o mais resistente, além de apresentar também um dos mais altos teores de cera. Assim como no presente trabalho, Bortoli (2006) também observaram diminuição na duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e ciclo total na produção média e total de ninfas do pulgão *B. brassicae* mantidos sobre um dos genótipos de couve em estudo.

Por meio das estimativas do contraste que compara a média do genótipo UFLA-6 com os demais, observa-se o efeito adverso no desenvolvimento do pulgão-verde causado por este genótipo (Contraste 1, Tabela 3).

As estimativas do contraste 2 (Tabela 3), que comparou a média dos genótipos com alto teor de cera (UFLA-3; UFLA-4 e UFLA-6) com os genótipos com mais baixos teores de cera (UFLA-1; UFLA-10 e UFLA-11) foram significativas para os parâmetros: ciclo total, número total e número médio diário de ninfas produzidas.

Porém, o contraste 3 (Tabela 3), onde se excluiu apenas o UFLA-6 entre os genótipos com mais alto teor de cera, percebeu-se que nenhuma estimativa do contraste foi significativa, exceto para o teor de cera *per se*. Estes resultados indicam que o teor de cera pode não ser o fator responsável pela resistência destes genótipos ao pulgão-verde, uma vez que, com a ausência do genótipo UFLA-6 no contraste, os genótipos UFLA-3 e UFLA-4 que também apresentaram alto teor de cera, não diferiram dos genótipos com baixo teor quanto aos parâmetros biológicos avaliados. Ao contrário dos resultados obtidos neste trabalho, Leite *et al.* (1996) encontraram correlação positiva entre o teor de cera e a maior mortalidade do pulgão-verde em clones de couve-manteiga.

**Figura 1** - Eletromicrografia de varredura de folhas dos genótipos de couve-manteiga (*B. oleracea* var. *acephala*) estudados



Além da quantidade, a composição química da cera encontrada na superfície foliar pode ser importante na escolha pelo inseto de uma planta para alimentação ou oviposição (ŽNIDARČIČ, VALIČ, TRDAN, 2008). Eigenbrode, Shelton e Dickson (1990) consideram que

as causas da resistência envolvidas na clássica antibiose, podem estar ligadas aos estímulos químicos, causados por substâncias tóxicas presentes na cera. Desta forma, é possível que a variação na concentração de substâncias tóxicas que podem estar presentes na composição da

**Tabela 2** - Duração média dos períodos pré-reprodutivo (Pré-rep), reprodutivo (Rep) e ciclo total, número de ninfas total e média/dia de pulgão-verde e contrastes de interesse entre os genótipos de couve-manteiga avaliados. Lavras, MG. 2011

Genótipos	Teor de cera (mg/cm <sup>2</sup> )	Períodos (dias)			Número de ninfas		
		Pré-rep	Rep	Ciclo total	Total	Média/dia	
T1	UFLA-1	5,42	1,00 a	3,04 a	4,49 a	4,38 a	1,64 a
T2	UFLA-2	7,88	1,03 a	3,69 a	4,89 a	5,16 a	1,58 a
T3	UFLA-3	9,18	0,97 a	3,19 a	4,29 a	4,49 a	1,39 b
T4	UFLA-4	10,51	1,06 a	3,45 a	4,75 a	5,39 a	1,76 a
T5	UFLA-5	8,09	1,06 a	3,27 a	4,62 a	5,25 a	1,76 a
T6	UFLA-6	9,21	0,85 b	1,96 b	3,69 b	2,75 b	1,16 c
T7	UFLA-7	7,43	1,06 a	3,29 a	4,67 a	5,25 a	1,79 a
T8	UFLA-8	7,42	1,03 a	3,69 a	4,82 a	5,93 a	1,78 a
T9	UFLA-9	7,94	1,00 a	3,34 a	4,56 a	5,34 a	1,76 a
T10	UFLA-10	4,60	1,03 a	3,76 a	4,88 a	6,19 a	1,80 a
T11	UFLA-11	6,34	0,99 a	3,07 a	4,37 a	4,84 a	1,63 a
T12	UFLA-12	7,09	1,06 a	3,74 a	4,92 a	5,78 a	1,69 a
CV%		15,55	31,29	32,23	15,35	33,20	26,74

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%

**Tabela 3** - Contrastes de interesse entre genótipos contrastantes quanto ao teor de cera (mg/cm<sup>2</sup>) e as variáveis: períodos pré-reprodutivo (Pré-rep), reprodutivo (Rep) e ciclo total e o número de ninfas total e média/dia de pulgão-verde. Lavras, MG. 2011

Contrastes	Teor de cera (mg/cm <sup>2</sup> )	Períodos (dias)			Número de ninfas	
		Pré-rep	Rep	Ciclo total	Total	Média/dia
Contrastes – 1	1,76 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>**</sup>	-1,45 <sup>**</sup>	-1,13 <sup>**</sup>	-2,77 <sup>**</sup>	-0,59 <sup>**</sup>
Contrastes – 2	4,14 <sup>**</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>*</sup>	-0,99 <sup>*</sup>	-0,27 <sup>**</sup>
Contrastes – 3	4,35 <sup>**</sup>	-0,42 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>
Contrastes – 4	2,20 <sup>*</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-1,13 <sup>*</sup>	-0,85 <sup>*</sup>	-2,04 <sup>*</sup>	-0,45 <sup>**</sup>
Contrastes – 5	1,58 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>**</sup>	-1,57 <sup>**</sup>	-1,24 <sup>**</sup>	-3,03 <sup>**</sup>	-0,64 <sup>**</sup>
Contrastes – 6	-0,63 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,43 <sup>ns</sup>	-0,38 <sup>ns</sup>	-0,97 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>*</sup>

Contraste 1 - (UFLA-6) versus (UFLA-1; UFLA-2; UFLA-3; UFLA-4; UFLA-5; UFLA-7; UFLA-8; UFLA-9; UFLA-10; UFLA-11 e UFLA-12); Contraste 2 - (UFLA-3; UFLA-4 e UFLA-6) versus (UFLA-1; UFLA-10 e UFLA-11); Contraste 3 - (UFLA-3 e UFLA-4) versus (UFLA-1; UFLA-10 e UFLA-11); Contraste 4 - (UFLA-6) versus (UFLA-1; UFLA-3 e UFLA-11); Contraste 5 - (UFLA-6) versus (UFLA-2; UFLA-4; UFLA-5; UFLA-7; UFLA-8; UFLA-9; UFLA-10 e UFLA-12); Contraste 6 - (UFLA-1; UFLA-3 e UFLA-11) versus (UFLA-2; UFLA-4; UFLA-5; UFLA-7; UFLA-8; UFLA-9; UFLA-10 e UFLA-12). ns (não-significativo); \* e \*\* (significativo a 5 e 1%, respectivamente)

cera epicuticular dos genótipos de couve-manteiga estudados esteja relacionada às alterações encontradas no desenvolvimento do pulgão-verde.

As diferenças na composição química podem explicar a variação no nível de resistência a insetos e esta variação pode ocorrer tanto em subamostras dentro da mesma espécie, como entre diferentes estruturas vegetais na mesma planta (EIGENBRODE; ESPELIE, 1995). Normalmente, os constituintes da cera, que podem

influenciar negativamente os insetos, contêm séries homólogas de alcanos, álcoois (primários e secundários), aldeídos, ácidos, cetonas,  $\beta$ -dicetonas e ésteres, além de metabólitos secundários como a sinigrina (FERREIRA *et al.*, 2005; LICHSTON; GODOY, 2006).

Neste trabalho, assumiu-se como ponto de corte no dendrograma (0,86) a dissimilaridade genética média entre todos os genótipos avaliados quanto aos parâmetros: Período pré-reprodutivo, período reprodutivo, número

total de ninfas, número médio de ninfas/dia e longevidade. Com base no dendrograma gerado pelo método UPGMA, sugere-se a divisão dos genótipos avaliados em três grupos. O genótipo UFLA-6, o que menos favoreceu o desenvolvimento do pulgão, apresentou-se em contraste em relação aos outros genótipos, formando um grupo isoladamente (Figura 2).

Os genótipos (UFLA-1, UFLA-3, UFLA-9 e UFLA-11) formaram o grupo II e os demais genótipos compuseram o grupo III. Segundo o critério proposto por Singh (1981), os parâmetros que mais contribuíram para o estabelecimento desses grupos foram o período reprodutivo e o número total de ninfas (Tabela 4). Thuler, Bortoli e Hoffmann-Campo (2007) observaram uma melhor classificação das cultivares de brássicas avaliadas com relação à resistência à traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* - Lepidoptera: Plutellidae) através das análises de agrupamento e de componentes principais utilizadas.

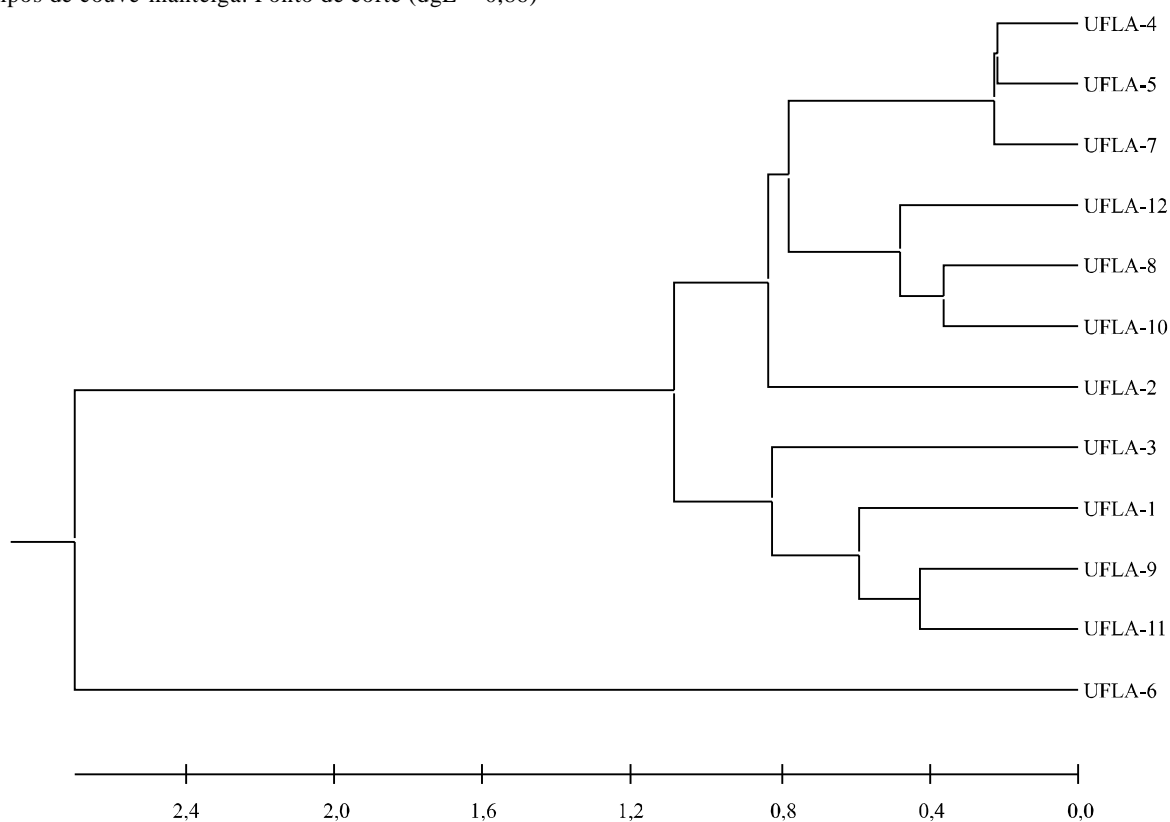
Pelas estimativas da análise de contraste 4 (Tabela 3), realizada entre os genótipos do grupo I e do grupo II, observou-se, exceto para o período pré-reprodutivo,

**Tabela 4** - Contribuição relativa dos caracteres para divergência proposto por Singh (1981). Lavras, MG. 2011

Parâmetro	Valor em %
Período pré-reprodutivo (dias)	0,26
Período reprodutivo (dias)	19,88
Número total de ninfas	66,98
Número médio/dia de ninfas	3,05
Ciclo total (dias)	9,80

que todas as estimativas foram significativas, o que mostra a dissimilaridade entre esses dois grupos. As estimativas do contraste entre o grupo I e o grupo III também foram significativas, mostrando a diferença entre esses grupos. Porém, as estimativas do contraste 6 (Tabela 3), entre os grupos II e III foram não significativas, exceto para o número médio de ninfas produzidas por dia. Desta forma, sugere-se a formação de dois grupos apenas: O grupo I formado pelo genótipo UFLA-6, considerado resistente e o grupo II composto por genótipos susceptíveis ao pulgão-verde (UFLA-1; UFLA-2;

**Figura 2** - Dendrograma gerado pelo método UPGMA, a partir das distâncias genéticas obtidas dos parâmetros: Período pré-reprodutivo, período reprodutivo, número total de ninfas, número médio de ninfas/dia e longevidade, com a relação entre os 12 genótipos de couve-manteiga. Ponto de corte (dgE = 0,86)



UFLA-3; UFLA-4; UFLA-5; UFLA-7; UFLA-8; UFLA-9; UFLA-10; UFLA-11 e UFLA-12).

Boiça-Júnior *et al.* (2011), avaliando a influência de oito genótipos de couve no desenvolvimento biológico da traça-das-crucíferas, observaram a formação de quatro grupos por meio da análise de agrupamento e os genótipos Couve de Arthur Nogueira 2 e Couve Comum que menos favoreceram o desenvolvimento deste inseto formaram um grupo isolado. Um estudo avaliando a resistência de sete acessos de brássicas ao *B. brassicae* foi conduzido por Ellis *et al.* (2000). Foram encontrados diferentes níveis de resistência, porém, algumas espécies (*Brassica fruticulosa*, *Brassica spinescens*, *Brassica incana* e *Brassica villosa*) apresentaram altos níveis de antibiose ao *B. brassicae*. Os autores destacaram a importância da variabilidade nos níveis de resistência para exploração em programas de melhoramento.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram claramente que o clone UFLA-6, que apresentou um dos teores de cera foliar mais elevado, foi o que mais interferiu negativamente na biologia do pulgão (antibiose). Contudo, não houve evidências de que o teor de cera *per se* seja o responsável pela antibiose ao pulgão, uma vez que, outros clones com elevados teores de cera (UFLA-3 e UFLA-4) não afetaram a biologia do inseto de modo significativamente diferente dos demais genótipos com baixos teores de cera. Ao contrário dos resultados obtidos neste trabalho, Picoaga *et al.* (2003) observaram que genótipos de couve com folhas mais brilhantes, ou seja, com uma maior concentração de cera, apresentaram maior resistência a lagartas.

Stoner (1990) avaliando a resistência entre linhagens de couve em infestação natural a *Artogeia rapae* (Pieridae), *Phyllotreta cruciferae* (Chrysomelidae), *P. xylostella*, *B. brassicae* e *M. persicae*, identificou algumas fontes de resistência a insetos entre as linhagens com maior cerosidade nas folhas. No entanto, assim como no presente estudo, o autor enfatizou que ainda era preciso haver mais investigações para confirmar a relação entre o teor de cera, bem como a sua composição e a resistência a insetos em *B. oleracea*.

## CONCLUSÕES

1. O clone UFLA-6, um dos genótipos com mais elevada cerosidade foliar, apresenta um maior nível de resistência ao pulgão-verde pelo mecanismo de antibiose entre os genótipos avaliados;
2. Não se observa associação consistente entre o teor de cera e a resistência ao pulgão-verde entre os genótipos de couve-manteiga estudados.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, à FAPEMIG e ao CNPq, pelo apoio financeiro; à Universidade Federal de Lavras e à HortiAgro Sementes S. A. pelo apoio financeiro e pelo espaço cedido.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, P. J.; FORLOW, J. L.; HENNEBERRY, T. J. Preliminary screening of different cottons for resistance to sweetpotato whitefly infestations. **Arizona Cotton Report**, v. 138, p. 209-212, 2004.
- ALVES, E. **Introdução à microscopia eletrônica de varredura**. Lavras: FAEPE, 2004. 43 p.
- BOIÇA-JUNIOR, A. L. *et al.* Influência de genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) na biologia de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 710-717, 2011.
- BORTOLI, S. A. Aspectos biológicos de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) em dois genótipos de couve. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 32, n. 4, p. 643-646, 2006.
- CARVALHO, G. A. *et al.* Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus var. *acephala*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 2, p. 181-186, 2008.
- CHAGAS FILHO, N. R. *et al.* Desenvolvimento ninfal de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) sobre berinjela em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 257-262, 2005.
- CRUZ C. D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007.
- EBERCON, A.; BLUM, A.; JORDAN, W. R. A rapid colorimetric method for epicuticular wax content of sorghum leaves. **Crop Science**, v. 17, n. 1, p. 179-180, 1977.
- EIGENBRODE, S. D.; JETTER, R. Attachment to plant surface waxes by an insect predator. **Integrative and Comparative Biology**, v. 42, n. 6, p. 1091-1099, 2002.
- EIGENBRODE, S. D.; SHELTON, A. M.; DICKSON, M. H. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 1086-1090, 1990.
- EIGENBRODE, S. D.; ESPELIE, K.E. Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. **Annual Review of Entomology**, v. 40, n. 2, p. 171-194, 1995.
- ELLIS, P. R. *et al.* Variation in resistance to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) between and within wild and cultivated *Brassica* species. **Genetic Resources Crop Evolution**, v. 47, n. 4, p. 395-401, 2000.



- FERREIRA, E. A. *et al.* Composição química da cera epicuticular e caracterização da superfície foliar em genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 611-619, 2005.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises estatísticas e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 1, p.36-41, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA**: Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 fev. 2012.
- KASPROWICZ, L. *et al.* Spatial and temporal dynamics of *Myzus persicae* clones in fields and suction traps. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2008.
- KHATTAB, H. The deffence mechanism of cabbage plant against phloem-stucking aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 1, n. 1, p. 56-62, 2007.
- LEITE, G. L. D. *et al.* Resistência de clones de couve comum ao pulgão verde. **Horticultura Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 178-181, 1996.
- LICHSTON, J. E.; GODOY, S. A. P. Morfologia e teor de cera de folhas de café após aplicação de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 919-926, 2006.
- NAKATA, H. *et al.* Concentration and composition of organochlorine contaminants in sediments, soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hanzhou Bay and Shanghai city region, China. **Environmental Pollution**, v. 133, n. 1, p. 415-429, 2005.
- MICHELOTTO, M. D. *et al.* Life Tables of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) on eggplant at different temperatures. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 2, p. 41-46. 2005.
- NOVO, M. C. S. S. *et al.* Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p: 321-325, 2010.
- PICOAGA, A. *et al.* Resistance of kale populations to lepidopterous pests in Northwestern Spain. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n. 1, p. 143-147, 2003.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**: release 9.1.3. Cary: SAS Institute, 2004.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.
- STONER, K. A. Glossy leaf wax and plant-resistance to insects in *Brassica oleracea* under natural infestation. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 3, p. 730-739, 1990.
- THULER, R. T.; BORTOLI, A. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 467-474, 2007.
- ULMER, B. *et al.* Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.). **Crop Protection**, v. 21, n. 4, p. 327-331, 2002.
- ŽNIDARČIČ, D.; VALIČ, N.; TRDAN, S. Epicuticular wax content in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) as a mechanical barrier against three insect pests. **Acta Agriculturae Slovenica**, v. 91, n. 2, p. 361-370, 2008.