

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Ana Carolina Pires Jacinto**

**Resistência vertical e horizontal de progênies F<sub>5:6</sub> de alface biofortificada a raças de *Bremia lactucae***

**Monte Carmelo – MG  
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Ana Carolina Pires Jacinto**

**Resistência vertical e horizontal de progênies F<sub>5.6</sub> de alface biofortificada a raças de *Bremia lactucae***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Castoldi

**Monte Carmelo – MG  
2018**

**Ana Carolina Pires Jacinto**

**Resistência vertical e horizontal de progênies F<sub>5:6</sub> de alface biofortificada a raças de *Bremia lactucae***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 11 de julho de 2018.

Banca Examinadora

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Castoldi  
Orientadora

---

Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Jair Rocha do Prado  
Membro da Banca

**Monte Carmelo – MG  
2018**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos que se fizeram presentes na minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, a quem devo o dom da vida.

À Universidade Federal de Uberlândia, em especial ao Grupo de Estudos em Melhoramento Genético de Hortaliças (Gen-Hort), pela colaboração.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, em nome da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leila Trevisan Braz, da doutoranda Carolina Andrade Franco e do mestrando Marcus Vinícius Marin, pela doação das raças de *Bremia lactucae*.

A Professora Doutora Renata Castoldi, pela orientação, confiança, apoio e pelo papel fundamental na elaboração deste trabalho.

Aos membros da banca: Professor Doutor Jair Rocha do Prado, pelo auxílio nas análises estatísticas e ao Professor Doutor Bruno Sérgio Vieira, o qual me despertou interesse pela Fitopatologia.

À todos meus amigos, em especial a aluna Aline José da Silveira, pelo companheirismo e auxílio em todas as etapas do trabalho.

Aos meus pais Diva de Fátima Pires e Ronaldo Jacinto da Silva, ao meu namorado Guilherme Lopes Ramos, e todos meus familiares pelo apoio, compreensão e por estar ao meu lado nos momentos difíceis.

Aos funcionários da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, pelo auxílio durante a realização deste projeto.

Ao Cnpq, pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas ao longo dos 5 anos de faculdade.

À todos, muito obrigada!

## RESUMO

A alface é uma hortaliça de grande importância no Brasil, entretanto é muito suscetível ao ataque de inúmeras doenças, com destaque para o míldio. Uma das formas mais eficazes de controle dessa doença é através do uso de cultivares resistentes. Tal resistência pode ser classificada de acordo com sua efetividade contra raças do patógeno em resistência vertical e horizontal. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar as resistências vertical e horizontal de progênies  $F_{5,6}$  de alface biofortificada às raças 1, 2 e 3 de *Bremia lactucae*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e Recursos Genéticos (LAGEN) da UFU, Campus Monte Carmelo, durante 2017 e 2018, no delineamento estatístico inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo, onde nas parcelas utilizou-se os genótipos de alface (Solaris, Crespa 75#2, Crespa 189#2, Crespa 206#1, Lisa 66#3, Lisa 66#7, Lisa 215#3, Lisa 215#6, Lisa 215#10, Lisa 215#12, Lisa 215#13, Lisa 215# 14) e nas subparcelas utilizou-se o tempo (do 7° ao 18° dia após a inoculação). Para cada raça fez-se um experimento separado, com três repetições. Para selecionar genótipos resistentes procedeu-se a inoculação, com mistura de água destilada, esporângios retirados de tecidos infectados do hospedeiro e Tween 20. O monitoramento foi diário e quando houve o aparecimento da primeira esporulação nas folhas cotiledonares da cultivar suscetível, os genótipos foram avaliados, verificando-se a proporção de plantas necrosadas e esporuladas. Ao longo de 12 dias após o aparecimento da primeira esporulação na cultivar suscetível, contabilizando-se a proporção de plantas esporuladas e necrosadas. Os dados foram submetidos aos testes de F, análise de variância, Shapiro Wilk, e teste de Bartlett e Levene, sendo que todos foram realizados utilizando-se o software R: Core Team (2016), em nível de 5% de significância. No teste de resistência ou suscetibilidade vertical, verificou-se que dentre os 11 genótipos avaliados, todos não apresentaram resistência às raças 1, 2 e 3 de *B. lactucae*. No teste de resistência horizontal, verificou-se que houve interação entre genótipos e tempos para todas as raças avaliadas, segundo as variáveis analisadas. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que grande parte dos genótipos que apresentaram resistência vertical teve essa resistência suplantada ao longo dos dias. Os genótipos 189#2, 215#3 e 215#14, apresentam níveis de resistência horizontal para todas as raças de *Bremia lactucae* avaliadas. Já os genótipos 206#1 e 66#7 apresentaram níveis de resistência horizontal apenas para as raças 1 e 2, respectivamente. E o genótipo 215#10 apresentou níveis de resistência horizontal apenas para as raças 2 e 3 de *Bremia lactucae*.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* (L.). *Bremia lactucae*. Resistência duradoura. Flavonoides.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1 Local de realização do experimento	10
2.2 Genótipos utilizados	10
2.3 Obtenção e multiplicação das raças de <i>Bremia lactucae</i>	10
2.4 Delineamento experimental	11
2.5 Teste de resistência vertical e horizontal das progênies de alface biofortificada F <sub>5,6</sub> à <i>Bremia lactucae</i>	12
2.6 Análise estatística	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONCLUSÕES	27
5 REFERÊNCIAS	28

## 1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas mais consumidas no mundo, movimentando anualmente, em média, oito bilhões de reais apenas no varejo, com produção de mais de 1,5 milhões de toneladas ao ano (ABCSEM, 2015). De forma majoritária o cultivo ocorre por produtores familiares podendo gerar cinco empregos diretos por hectare (SALA et al., 2008).

Constitui um grupo de hortaliças de grande interesse, devido à sua importância alimentar e valor nutracêutico, apresentando elevados teores de vitaminas e sais minerais, e baixo teor calórico (OSHE et al., 2001).

Apesar do alto valor nutritivo, as cultivares atuais apresentam baixo teor de carotenoides, precursor da vitamina A. De acordo com Uenojo et al. (2007), os carotenoides desempenham alguns papéis fundamentais na saúde humana, sendo essenciais para a visão. Porém, mais recentemente, outros efeitos benéficos dos carotenoides estão sendo elucidados, como prevenção de cânceres e de doenças do coração, estimulando dessa forma, intensas investigações sobre o papel desses compostos como antioxidantes e reguladores de resposta do sistema imune.

Dessa forma, qualquer estratégia que vise potencializar a biofortificação pode resultar em vários benefícios a saúde. Um destes elementos seriam os carotenoides. Há relatos que o controle genético dos carotenoides em alface possui alta herdabilidade (84%) e, portanto pode ser potencializado via melhoramento genético clássico (CASSETARI et al., 2015).

Apesar de programas de melhoramento genético de hortaliças terem evoluído no Brasil, são poucas as pesquisas que aliam biofortificação da alface com resistência às doenças.

Dentre as doenças que ocorrem na alface, o míldio, causado pelo fitopatógeno *Bremia lactucae*, é considerado uma das doenças fúngicas mais importantes da cultura, principalmente quando o cultivo é realizado no inverno, coincidindo com baixas temperaturas e alta umidade foliar. A doença fúngica conhecida por míldio, na realidade é causada por um cromista pertencente à família Peronosporaceae, sendo este um parasita obrigatório, ou seja, que necessita das plantas vivas para formarem novas estruturas vegetativas e reprodutivas, e que

caracterizam-se por apresentarem alta agressividade, alta especificidade e elevado grau de parasitismo (AMORIM et al., 2011).

Os sintomas da doença se manifestam nas folhas como áreas cloróticas, de tamanho variável, que evoluem para pontos necróticos, de cor parda. Na face abaxial das folhas, observa-se a presença de esporulação de cor branca, constituído de esporangióforos e esporângios (KIMATI et al., 2005).

Dentre as formas de controle existentes, têm-se o uso de fungicidas e de cultivares resistentes. Apesar do uso de fungicidas ser um método de controle eficiente, eleva os custos de produção e coloca em risco a saúde dos trabalhadores e do ambiente. Assim sendo, o uso de cultivares resistentes é a alternativa mais viável, por ser o único método de controle economicamente sustentável e eficaz (BEHARAV et al., 2006).

De acordo com Castoldi et al. (2014), há possibilidade de obtenção de genótipos de alface com resistência ao míldio. Entretanto, na seleção de alface resistente a míldio, acredita-se que se têm dado ênfase à resistência vertical ou específica, a qual é do tipo monogênica e, portanto, de curta duração, pois os patógenos têm capacidade de suplantá-la, quando aparecem ou são introduzidas novas raças para as quais as cultivares não tem resistência (BESPALHOK et al., 2007). A resistência vertical, por ser efetiva apenas contra algumas raças do patógeno, age no sentido de reduzir a quantidade de inóculo inicial, fazendo com que o início da epidemia seja atrasado (KIMATI et al., 2005). Assim sendo, a utilização dessas cultivares por um período longo no campo tem sido limitada.

Em contrapartida, a resistência horizontal ou não-específica caracteriza-se por ser poligênica e mais durável, pois se mantém, mesmo com o aparecimento de novas raças do patógeno (BESPALHOK et al., 2007), resultando em redução na taxa de desenvolvimento da doença, sem afetar significativamente o inóculo inicial. (KIMATI et al., 2005).

Dessa forma, uma das estratégias para aumentar a durabilidade da resistência de cultivares de alface à *Bremia lactucae* seria, portanto, combinar resistência vertical e horizontal. Porém, ainda não existem trabalhos avaliando tais resistências a míldio em alface.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a resistência vertical e horizontal de progênies F<sub>5:6</sub> de alface biofortificada às raças 1, 2 e 3 de *Bremia lactucae*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido no LAGEN (Laboratório de Análise de Sementes e Recursos Genéticos) localizado nas dependências da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo entre 2017 e 2018.

### 2.2 Genótipos utilizados

Para o teste de resistência vertical e horizontal, utilizou-se a cultivar comercial Solaris como testemunha, por ser suscetível às raças 1, 2, e 3 de *B. lactucae* (CASTOLDI et al., 2012) e onze progênies de alface F<sub>5:6</sub> (Crespa 75#2, Crespa 189#2, Crespa 206#1, Lisa 66#3, Lisa 66#7, Lisa 215#3, Lisa 215#6, Lisa 215#10, Lisa 215#12, Lisa 215#13, Lisa 215# 14), das quais, oito são do tipo mini alface lisa e três são do tipo crespa.

As progênies F<sub>5:6</sub> utilizadas são provenientes do cruzamento entre a cultivar Uberlândia 10.000 x cv. Belíssima (Tecnoseed), sendo que tal germoplasma já se encontra previamente selecionado para níveis elevados de carotenoides nas folhas.

### 2.3 Obtenção e multiplicação das raças de *Bremia lactucae*

Utilizaram-se três raças de *B. lactucae* (1, 2 e 3), as quais foram cedidas pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (UNESP – FCAV), sendo estas oriundas de coletas nos principais campos de produção de alface do Estado de São Paulo.

A multiplicação dos inóculos de *B. lactucae*, raças 1, 2, e 3, foi realizada na cultivar suscetível Solaris, até obtenção de quantidade suficiente de inóculo para a execução do trabalho.

Para tanto, sementes da cultivar Solaris foram semeadas em caixas plásticas gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), forradas com duas folhas de papel germitest umedecido e mantidas por 15 dias em câmara de incubação tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) na temperatura de 13°C e fotoperíodo de 12 h.

Transcorrido esse período realizou-se a inoculação dos isolados, de acordo com a técnica de Ilott et al. (1987), modificada por Franco (2016), utilizando-se suspensão de esporângios retirados de tecidos infectados do hospedeiro e agitados em água destilada contendo sete gotas de dispersante hidrofílico (Tween 20) para cada litro de água, com o propósito de aumentar a aderência dos esporângios nas folhas cotiledonares. Utilizou-se pipeta do tipo Pasteur para cada isolado na inoculação da suspensão, de modo que a solução fosse depositada até o ponto de escorrimento.

Após a inoculação, as caixas foram recolocadas em câmara de incubação tipo BOD com temperatura de 13°C, sendo que durante as seis primeiras horas, foram mantidas em câmara escura e, após esse tempo, o fotoperíodo foi ajustado para 12 horas. O monitoramento foi realizado diariamente até o aparecimento das esporulações do fungo.

Tal procedimento foi realizado inúmeras vezes até a obtenção de quantidades de esporângios suficientes para utilização no teste de resistência.

## **2.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo (MILLIKEN & JOHNSON, 1984), onde nas parcelas utilizou-se os genótipos (11 progênies  $F_{5:6}$  + a testemunha Solaris) e nas subparcelas utilizou-se o tempo (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 dias após a inoculação).

Para cada raça de *B. lactucae* fez-se um experimento separado, com três repetições, sendo que cada parcela foi constituído por uma caixa gerbox, contendo cada qual, 30 plantas.

## **2.5 Teste de resistência vertical e horizontal das progênes de alface biofortificada F<sub>5:6</sub> à *Bremia lactucae***

Após a multiplicação do inóculo, 30 sementes de cada genótipo previamente desinfestadas (utilizando álcool 70% por 1 minuto e, posteriormente água + cloro, na proporção de 1:1 por 10 minutos) foram semeadas em caixas plásticas gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), forradas com duas folhas de papel germitest umedecido e mantidas por 15 dias em câmara de incubação tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) na temperatura de 13°C e fotoperíodo de 12 h.

Transcorrido esse período, realizou-se a inoculação com os isolados de *Bremia lactucae*, raças 1, 2, e 3, de acordo com a técnica de Ilott et al. (1987), modificada por Franco (2016), utilizando-se suspensão de esporângios retirados de tecidos infectados do hospedeiro e agitados em água destilada contendo sete gotas de dispersante hidrofílico (Tween 20) para cada litro de água. Utilizou-se pipeta do tipo Pasteur para cada isolado na inoculação da suspensão, de modo que, a solução na concentração de  $5 \times 10^4$  esporângios mL<sup>-1</sup>, fosse depositada nas plântulas até o ponto de escorrimento.

Após a inoculação, as caixas foram recolocadas em câmara de incubação tipo BOD com temperatura de 13°C, sendo que durante as seis primeiras horas, foram mantidas em câmara escura e, após esse tempo, o fotoperíodo foi ajustado para 12 horas.

O monitoramento foi realizado diariamente e, quando houve o aparecimento da primeira esporulação nas folhas cotiledonares da cultivar suscetível Solaris, o que ocorreu 7 dias após a inoculação, iniciou-se as avaliações das progênes F<sub>5:6</sub> individualmente, as quais prolongaram-se por 12 dias.

Para tanto, contabilizou-se do 7° ao 18° dia após o aparecimento da esporulação na cultivar suscetível, o número de plantas esporuladas e necrosadas.

Posteriormente calculou-se:

a) Proporção de plantas esporuladas: relação entre número de plantas esporuladas e número de plantas totais em cada caixa gerbox.

b) Proporção de plantas necrosadas: relação entre número de plantas necrosadas e número de plantas totais em cada caixa gerbox.

## 2.6 Análise estatística

Após a obtenção dos dados, procedeu-se à análise de variâncias (ANAVA). Aplicou-se o teste de Shapiro Wilk (ROYSTON, 1983), para verificar a aderência dos resíduos à distribuição normal, e o teste de Bartlett e Levene para verificar a homogeneidade de variância dos resíduos, sendo que quando os resíduos não seguem distribuição normal se recomenda a utilização do teste de Levene (STEEL et al., 1997).

Para comparação das médias de esporulação e necrose de cada raça nos genótipos em cada tempo, aplicou-se o teste de F e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Para todas as análises utilizou-se o software estatístico R: Core Team (2016).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de resistência vertical à *B. lactucae*, verificou-se que dentre os 11 genótipos avaliados, todos apresentaram suscetibilidade às raças 1, 2 e 3 de *B. lactucae*, pelo fato dos genótipos apresentarem necrose e/ou esporulação em algum momento, ao longo dos dias de avaliação (Tabelas 1 a 6 e Figuras 1 a 3). Isso pode ser explicado pelos diferentes período de incubação e período latente das raças de *B. lactucae* utilizadas nos genótipos avaliados.

No teste de resistência horizontal, verificou-se que houve interação pelo teste F a 5% de significância entre genótipos e tempos para todas as raças avaliadas,

considerando ambas as variáveis avaliadas. De acordo com o desdobramento da interação entre genótipos e tempos, para a raça 1 de *B. lactucae*, verifica-se que tanto para a proporção de plantas esporuladas quanto para a proporção de plantas necrosadas, os genótipos se diferenciaram pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância, a partir do 10º dia após a inoculação (Tabelas 1 e 2, Figuras 1A e 1B).

Com relação a proporção de plantas esporuladas, verifica-se que apenas os genótipos 189#2, 206#1, 215#3, 215#6, 215#10, 215#13 e 215#14 diferenciaram-se a partir do 10º dia após a inoculação da cultivar suscetível Solaris sem apresentar aumento significativo na proporção de plantas esporuladas. Os genótipos 66#3, 66#7, 75#2, 215#12 apesar de diferirem estatisticamente da cultivar suscetível Solaris, em alguns dias após inoculação, não apresentaram valores constantes para a proporção de plantas esporuladas, ocorrendo aumento significativo nos valores dessa característica a partir, respectivamente, do 11º, 10º, 9º e 10º dia após a inoculação (Tabela 1 e Figura 1A).

Para o número de plantas necrosadas observou-se que apenas os genótipos 189#2, 206#1, 215#3 e 215#14 diferenciaram-se a partir do 10º dia após a inoculação da cultivar suscetível Solaris sem apresentar aumento significativo na proporção de plantas necrosadas. O genótipo 66#3 pode ser considerado altamente suscetível, já que diferiu-se estatisticamente da cultivar suscetível Solaris desde o 10º de avaliação, apresentando maior proporção de plantas necrosadas (Tabela 2 e Figura 1B).

**Tabela 1.** Desdobramento dos valores médios da proporção de plantas esporuladas para raça 1 de *Bremia lactucae*, obtidos no ensaio de doze genótipos de alface em doze dias após a inoculação.

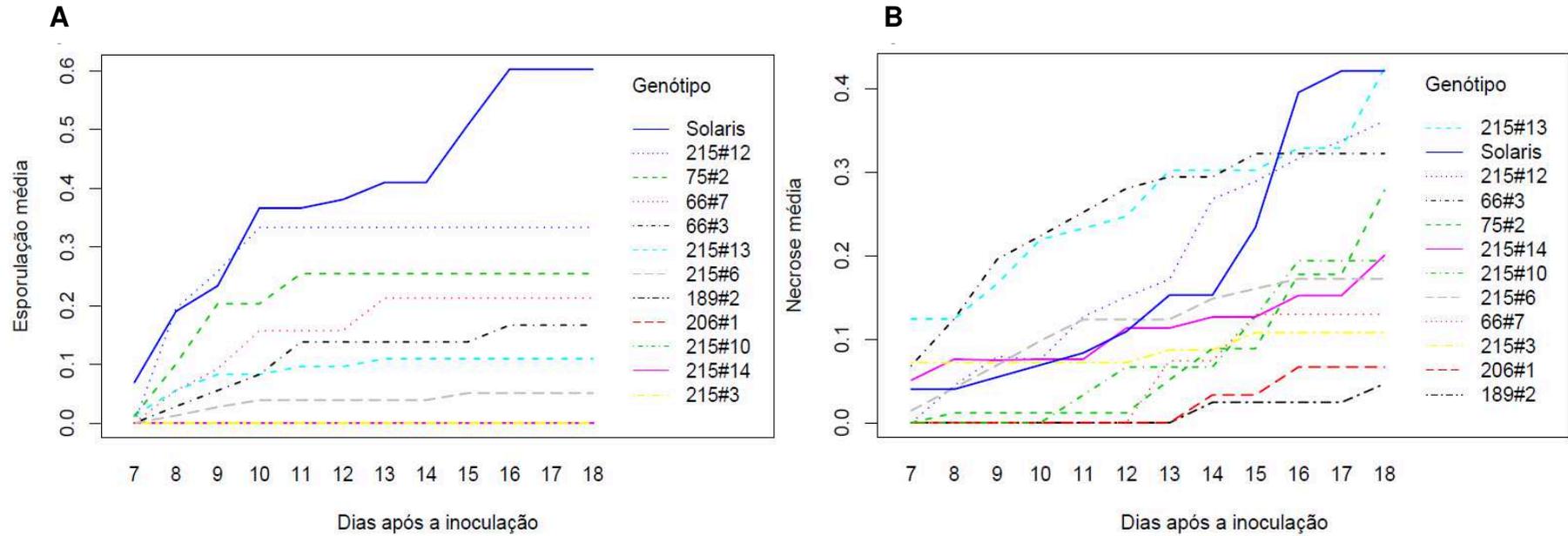
Genótipos	7ºdia	8ºdia	9ºdia	10ºdia	11ºdia	12ºdia	13ºdia	14ºdia	15ºdia	16º dia	17ºdia	18ºdia
Solaris	0,07 Ea	0,19 Da	0,23 Da	0,37 Ca	0,37 Ca	0,38 Ca	0,41 Ca	0,41 Ca	0,51 Ba	0,60 Aa	0,60 Aa	0,60 Aa
66#3	0,00 Ba	0,03 Ba	0,05 Ba	0,08 Bb	0,14 Ab	0,14 Ab	0,14 Ab	0,14 Ab	0,14 Ac	0,17 Ac	0,17 Ac	0,17 Ac
66#7	0,01 Ba	0,05 Ba	0,09 Ba	0,16 Ab	0,16 Ab	0,16 Ab	0,21 Aa	0,21 Aa	0,21 Ab	0,21 Ab	0,21 Ab	0,21 Ab
75#2	0,01 Ba	0,10 Ba	0,20 Aa	0,20 Aa	0,25 Ab	0,25 Ab	0,25 Ab	0,25 Ab				
189#2	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac				
206#1	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac				
215#3	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac				
215#6	0,00 Aa	0,01 Aa	0,03 Aa	0,04 Ab	0,05 Ac	0,05 Ac	0,05 Ac	0,05 Ac				
215#10	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac				
215#12	0,00 Ca	0,19 Ba	0,26 Ba	0,33 Aa	0,33 Ab	0,33 Ab	0,33 Ab	0,33 Ab				
215#13	0,01 Aa	0,05 Aa	0,08 Aa	0,08 Ab	0,09 Ab	0,09 Ab	0,11 Ab	0,11 Ab	0,11 Ac	0,11 Ac	0,11 Ac	0,11 Ac
215#14	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Letras maiúsculas nas linhas comparam o mesmo genótipo ao longo dos doze dias de avaliação (do 7 ao 18 dia após a inoculação) e letras minúsculas nas colunas comparam os diferentes genótipos em cada dia de avaliação

**Tabela 2.** Desdobramento dos valores médios da proporção de plantas necrosadas para raça 1 de *Bremia lactucae*, obtidos no ensaio de doze genótipos de alface em doze dias após a inoculação.

Genótipos	7ºdia	8ºdia	9ºdia	10ºdia	11ºdia	12ºdia	13ºdia	14ºdia	15ºdia	16º dia	17ºdia	18ºdia
<b>Solaris</b>	0,04 Ca	0,04 Ca	0,05 Ca	0,07 Cb	0,08 Cb	0,11 Cb	0,15 Bb	0,15 Bb	0,23 Ba	0,39 Aa	0,42 Aa	0,42 Aa
<b>66#3</b>	0,07 Ba	0,12 Ba	0,19 Ba	0,22 Aa	0,25 Aa	0,28 Aa	0,29 Aa	0,29 Aa	0,32 Aa	0,32 Aa	0,32 Aa	0,32 Aa
<b>66#7</b>	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Bb	0,00 Bb	0,00 Bb	0,07 Ab	0,07 Ab	0,13 Ab	0,13 Ab	0,13 Ab	0,13 Ab
<b>75#2</b>	0,00 Ba	0,01 Ba	0,01 Ba	0,01 Bb	0,01 Bb	0,01 Bb	0,05 Bb	0,09 Bb	0,09 Bb	0,18 Ab	0,18 Ab	0,28 Aa
<b>189#2</b>	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,02 Ab	0,02 Ab	0,02 Ab	0,02 Ab	0,05 Ab
<b>206#1</b>	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,00 Ab	0,03 Ab	0,03 Ab	0,07 Ab	0,07 Ab	0,07 Ab
<b>215#3</b>	0,07 Aa	0,07 Aa	0,07 Aa	0,07 Ab	0,07 Ab	0,07 Ab	0,09 Ab	0,09 Ab	0,11 Ab	0,11 Ab	0,11 Ab	0,11 Ab
<b>215#6</b>	0,01 Ba	0,04 Ba	0,07 Ba	0,10 Ab	0,12 Ab	0,12 Ab	0,12 Ab	0,15 Ab	0,16 Ab	0,17 Ab	0,17 Ab	0,17 Ab
<b>215#10</b>	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Bb	0,03 Bb	0,06 Bb	0,07 Bb	0,07 Bb	0,13 Ab	0,19 Ab	0,19 Ab	0,19 Ab
<b>215#12</b>	0,00 Ca	0,04 Ca	0,08 Ca	0,07 Cb	0,13 Cb	0,15 Cb	0,17 Bb	0,27 Ab	0,29 Aa	0,32 Aa	0,34 Aa	0,36 Aa
<b>215#13</b>	0,12 Da	0,12 Da	0,17 Da	0,22 Ca	0,23 Ca	0,25 Ca	0,30 Ba	0,30 Ba	0,30 Aa	0,33 Ba	0,33 Ba	0,42 Aa
<b>215#14</b>	0,05 Aa	0,08 Aa	0,07 Aa	0,08 Ab	0,08 Ab	0,11 Ab	0,11 Ab	0,13 Ab	0,13 Ab	0,15 Ab	0,15 Ab	0,20 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Letras maiúsculas nas linhas comparam o mesmo genótipo ao longo dos doze dias de avaliação (do 7 ao 18 dia após a inoculação) e letras minúsculas nas colunas comparam os diferentes genótipos em cada dia de avaliação



**Figura 1.A** – Resultados médios da proporção de plantas esporuladas e; **B** - plantas necrosadas para raça 1 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface, em doze dias após a inoculação.

De acordo com o desdobramento da interação entre genótipos e tempos, para a raça 2 de *B. lactucae*, verifica-se que para proporção de plantas esporuladas, todos os genótipos se diferenciaram da cultivar suscetível Solaris a partir do 8° dia após a inoculação. Os genótipos 66#7, 189#2, 206#1, 215#3, 215#10, 215#14 não diferiram estatisticamente a proporção de plantas esporuladas. Os demais genótipos (66#3, 75#2, 215#6, 215#12 e 215#13) além de diferirem estatisticamente da cultivar suscetível Solaris ao longo dos dias, tiveram aumento significativo na proporção de plantas esporuladas (Tabela 3 e Figura 2A).

Para plantas necrosadas, verifica-se diferença estatística entre os genótipos a partir do 13° dia após a inoculação, sendo que apenas os genótipos 66#3, 75#2, 206#1, 215#6, 215#12, e 215#13, juntamente com a cultivar suscetível Solaris, apresentaram aumento da proporção de plantas necrosadas ao longo dos dias. Os genótipos 66#7, 189#2, 215#3, 215#10, e 215#14, apresentaram proporção de plantas necrosadas constante (nulas ou próximas de zero) ao longo de todos os dias de avaliação (Tabela 4 e Figura 2B).

**Tabela 3.** Desdobramento dos valores médios da proporção de plantas esporuladas para raça 2 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface em doze dias após a inoculação.

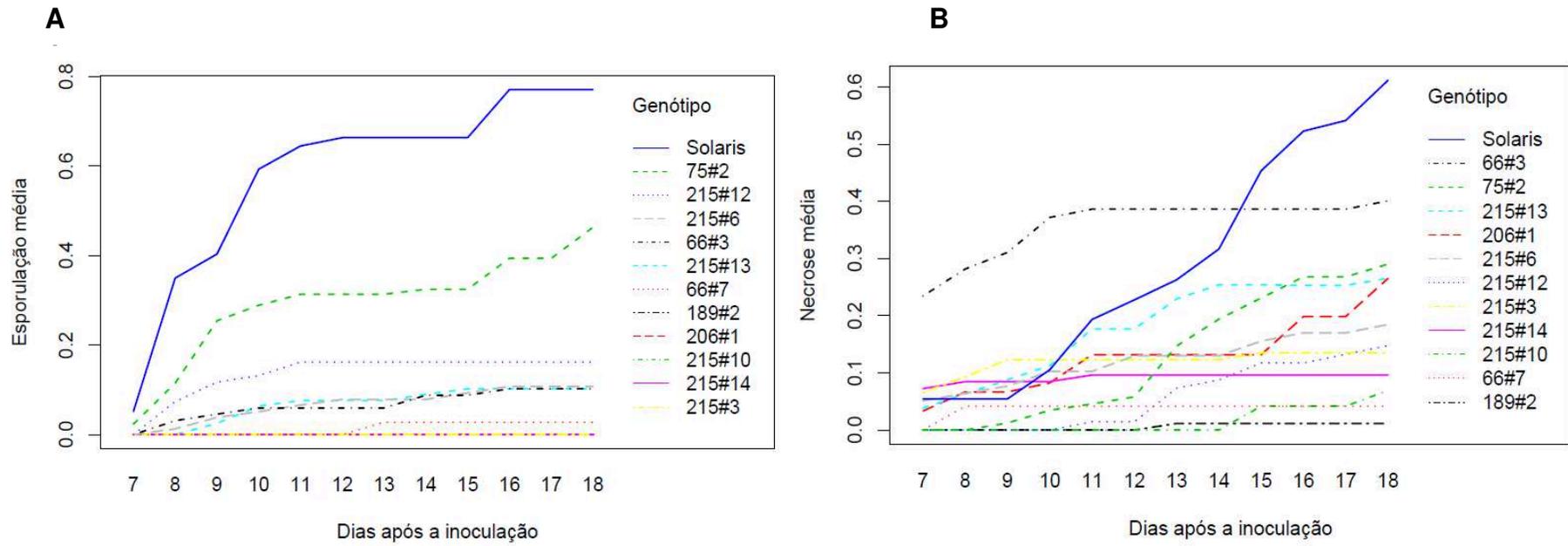
Genótipos	7ºdia	8ºdia	9ºdia	10ºdia	11ºdia	12ºdia	13ºdia	14ºdia	15ºdia	16º dia	17ºdia	18ºdia
<b>Solaris</b>	0,05 Fa	0,35 Ea	0,40 Da	0,59 Ca	0,64 Ba	0,66 Ba	0,66 Ba	0,66 Ba	0,66 Ba	0,77 Aa	0,77 Aa	0,77 Aa
<b>66#3</b>	0,00 Ba	0,03 Bb	0,04 Bc	0,06 Bc	0,06 Bc	0,06 Bc	0,06 Bc	0,09 Ac	0,09 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac
<b>66#7</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad	0,00 Ad	0,03 Ad					
<b>75#2</b>	0,02 Fa	0,11 Eb	0,25 Db	0,29 Db	0,31 Cb	0,31 Cb	0,31 Cb	0,32 Cb	0,32 Cb	0,39 Bb	0,39 Bb	0,46 Ab
<b>189#2</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>206#1</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>215#3</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>215#6</b>	0,00 Ba	0,01 Bb	0,04 Bc	0,05 Bc	0,06 Ac	0,08 Ac	0,08 Ac	0,08 Ac	0,09 Ac	0,11 Ac	0,11 Ac	0,11 Ac
<b>215#10</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>215#12</b>	0,00 Ca	0,07 Bb	0,12 Ac	0,13Ac	0,16 Ac							
<b>215#13</b>	0,00 Ba	0,00 Bb	0,02 Bc	0,06 Ac	0,08 Ac	0,08 Ac	0,08 Ac	0,09 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac
<b>215#14</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Letras maiúsculas nas linhas comparam o mesmo genótipo ao longo dos doze dias de avaliação (do 7 ao 18 dia após a inoculação) e letras minúsculas nas colunas comparam os diferentes genótipos em cada dia de avaliação

**Tabela 4.** Desdobramento dos valores médios da proporção de plantas necrosadas para raça 2 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface em doze dias após a inoculação.

Genótipos	7ºdia	8ºdia	9ºdia	10ºdia	11ºdia	12ºdia	13ºdia	14ºdia	15ºdia	16º dia	17ºdia	18ºdia
<b>Solaris</b>	0,05 Ea	0,05 Ea	0,05 Ea	0,10 Ea	0,19 Da	0,23 Da	0,26 Ca	0,32 Ca	0,45 Ba	0,52 Ba	0,54 Ba	0,61 Aa
<b>66#3</b>	0,23 Ba	0,28 Ba	0,31 Ba	0,37 Aa	0,39 Ab	0,40 Ab						
<b>66#7</b>	0,00 Aa	0,04 Ab	0,04 Ab	0,04 Ac	0,04 Ac	0,04 Ac	0,04 Ac					
<b>75#2</b>	0,00 Ca	0,00 Ca	0,01 Ca	0,03 Ca	0,04 Ca	0,06 Ca	0,15 Bb	0,19 Ba	0,23 Ab	0,27 Ab	0,27 Ab	0,29 Ac
<b>189#2</b>	0,00 Aa	0,01 Ab	0,01 Ab	0,01 Ac	0,01 Ac	0,01 Ac	0,01 Ac					
<b>206#1</b>	0,03 Ca	0,07 Ca	0,07 Ca	0,08 Ca	0,13 Ca	0,13 Ca	0,13 Cb	0,13 Cb	0,13 Cc	0,20 Bc	0,20 Bc	0,26 Ac
<b>215#3</b>	0,06 Aa	0,09 Aa	0,12 Ab	0,12 Ab	0,13 Ac	0,13 Ac	0,13 Ac	0,13 Ac				
<b>215#6</b>	0,05 Ba	0,06 Ba	0,08 Ba	0,10 Ba	0,10 Ba	0,13 Aa	0,13 Ab	0,13 Ab	0,15 Ac	0,17 Ac	0,17 Ac	0,18 Ac
<b>215#10</b>	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ab	0,04 Ac	0,04 Ac	0,04 Ac	0,07 Ac					
<b>215#12</b>	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,01 Ba	0,01 Ba	0,07 Ab	0,09 Ab	0,12 Ac	0,12 Ac	0,13 Ac	0,15 Ac
<b>215#13</b>	0,04 Ba	0,06 Ba	0,09 Ba	0,11 Ba	0,18 Aa	0,18 Aa	0,23 Aa	0,25 Aa	0,25 Ab	0,25 Ab	0,25 Ab	0,26 Ac
<b>215#14</b>	0,07 Aa	0,08 Aa	0,09 Aa	0,08 Aa	0,09 Aa	0,09 Aa	0,10 Ab	0,10 Ab	0,10 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac	0,10 Ac

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Letras maiúsculas nas linhas comparam o mesmo genótipo ao longo dos doze dias de avaliação (do 7 ao 18 dia após a inoculação) e letras minúsculas nas colunas comparam os diferentes genótipos em cada dia de avaliação



**Figura 2.A** – Resultados médios da proporção de plantas esporuladas e; **B** - plantas necrosadas para raça 2 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface, em doze dias após a inoculação.

De acordo com o desdobramento da interação entre genótipos e tempos, para a raça 3 de *B. lactucae*, verifica-se que, para a proporção de plantas esporuladas, todos os genótipos se diferenciaram da cultivar suscetível Solaris do 8° ao 18° dia após a inoculação. A cultivar Solaris teve aumento da proporção de plantas esporuladas do 8° ao 10° dia após a inoculação, e a partir desta data, apresentou proporção constante até o final das avaliações. Os genótipos 189#2, 206#1, 215#3, 215#10 e 215#14 mantiveram a proporção de plantas esporuladas constante (nulas ou próximas de zero) ao longo de todos os dias de avaliação (Tabela 5 e Figura 3A).

Com relação à proporção de plantas necrosadas, verifica-se diferença estatística entre os genótipos a partir do 10° dia após a inoculação, sendo que, nessa data, o genótipo que apresentou maior proporção de plantas necrosadas foi 66#3. Somente no 12° dia após a inoculação que a cultivar suscetível Solaris apresentou proporção de plantas necrosadas estatisticamente igual à do genótipo 66#3, não diferenciando-se do 215#6. Apenas os genótipos, 189#2, 215#3, 215#10 e 215#14 apresentaram proporção de plantas necrosadas constante ao longo de todos os dias de avaliação (Tabela 6 e Figura 3B).

**Tabela 5.** Desdobramento dos valores médios da proporção de plantas esporuladas para raça 3 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface em doze dias após a inoculação.

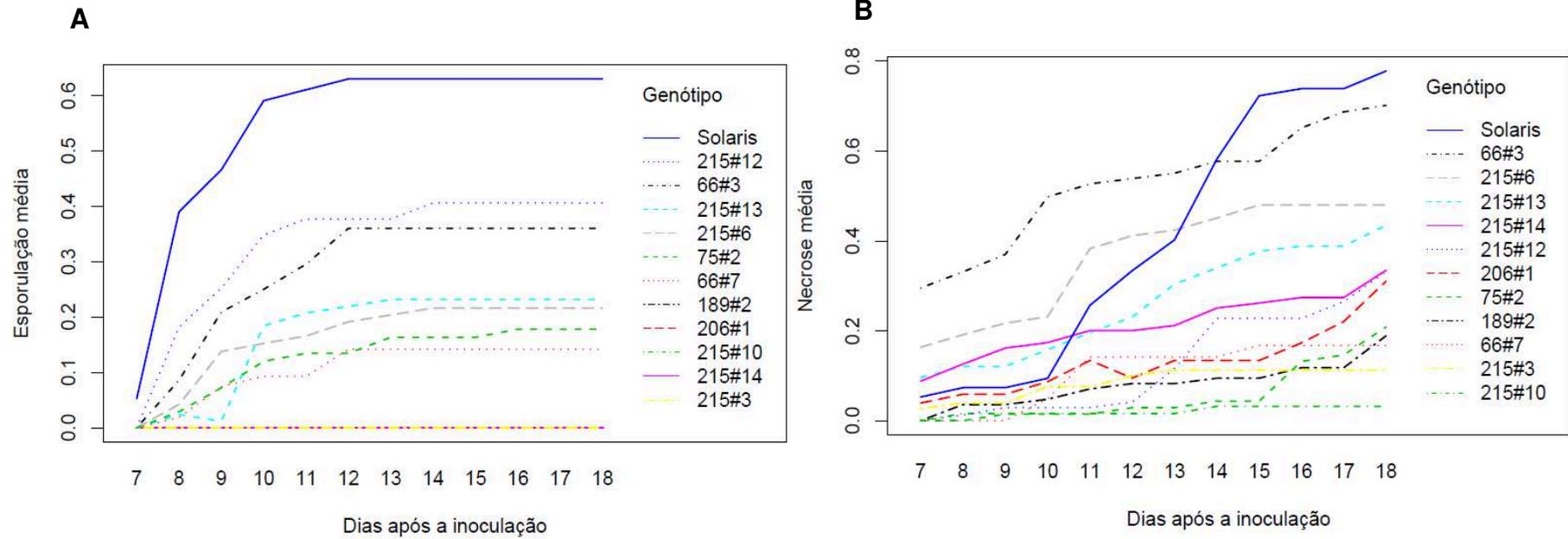
Genótipos	7ºdia	8ºdia	9ºdia	10ºdia	11ºdia	12ºdia	13ºdia	14ºdia	15ºdia	16º dia	17ºdia	18ºdia
<b>Solaris</b>	0,05 Da	0,39 Ca	0,47 Ba	0,59 Aa	0,61 Aa	0,63 Aa						
<b>66#3</b>	0,00 Da	0,08 Cc	0,21 Bb	0,25 Bb	0,29 Bb	0,36 Ab						
<b>66#7</b>	0,00 Ba	0,02 Bc	0,07 Bc	0,09 Ac	0,09 Ac	0,14 Ac						
<b>75#2</b>	0,00 Ba	0,03 Bc	0,07 Bc	0,12 Ac	0,13 Ac	0,13 Ac	0,16 Ac	0,16 Ac	0,16 Ac	0,18 Ac	0,18 Ac	0,18 Ac
<b>189#2</b>	0,00 Aa	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>206#1</b>	0,00 Aa	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>215#3</b>	0,00 Aa	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad							
<b>215#6</b>	0,00 Da	0,04 Dc	0,14 Cc	0,15 Cc	0,16 Cc	0,19 Bc	0,20 Bc	0,22 Ab	0,22 Ad	0,22 Bc	0,22 Bc	0,22 Bc
<b>215#10</b>	0,00 Aa	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad	0,00 d						
<b>215#12</b>	0,00 Da	0,15 Cb	0,25 Bb	0,35 Ab	0,38 Ab	0,38 Ab	0,38 Ab	0,41 Ab				
<b>215#13</b>	0,00 Ba	0,02 Bc	0,01 Bc	0,18 Ac	0,21A c	0,22 Ac	0,23 Ac					
<b>215#14</b>	0,00 Aa	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ac	0,00 Ad	0,00 Ac	0,00 Ad					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Letras maiúsculas nas linhas comparam o mesmo genótipo ao longo dos doze dias de avaliação (do 7 ao 18 dia após a inoculação) e letras minúsculas nas colunas comparam os diferentes genótipos em cada dia de avaliação

**Tabela 6.** Desdobramento dos valores médios da proporção de plantas necrosadas para raça 3 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface em doze dias após a inoculação.

Genótipos	7ºdia	8ºdia	9ºdia	10ºdia	11ºdia	12ºdia	13ºdia	14ºdia	15ºdia	16º dia	17ºdia	18ºdia
<b>Solaris</b>	0,05 Ea	0,07 Ea	0,07 Ea	0,09 Eb	0,26 Db	0,33 Ca	0,40 Ca	0,58 Ba	0,72 Aa	0,74 Aa	0,74 Aa	0,78 Aa
<b>66#3</b>	0,29 Ca	0,33 Ca	0,37 Ca	0,50 Ba	0,50 Ba	0,54 Ba	0,55 Ba	0,58 Aa	0,58 Aa	0,65 Aa	0,69 Aa	0,70 Aa
<b>66#7</b>	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ba	0,05 Bb	0,05 Bb	0,14 Ab	0,14 Ab	0,14 Ab	0,17 Ac	0,17 Ac	0,17 Ac	0,17 Ac
<b>75#2</b>	0,00 Ba	0,00 Ba	0,01 Ba	0,01 Bb	0,01 Bb	0,03 Bb	0,03 Bb	0,04 Bb	0,04 Bc	0,13 Ac	0,15 Ac	0,21 Ac
<b>189#2</b>	0,00 Aa	0,03 Aa	0,03 Aa	0,05 Ab	0,05 Ab	0,08 Ab	0,08 Ab	0,09 Ab	0,09 Ac	0,12 Ac	0,12 Ac	0,19 Ac
<b>206#1</b>	0,04 Ba	0,06 Ba	0,06 Ba	0,09 Bb	0,09 Bb	0,09 Bb	0,13 Bb	0,13 Bb	0,13 Bc	0,17 Bc	0,22 Ac	0,31 Ac
<b>215#3</b>	0,03 Aa	0,04 Aa	0,04 Aa	0,07 Ab	0,07 Ab	0,10 Ab	0,11 Ab	0,11 Ab	0,11 Ac	0,11 Ac	0,11 Ac	0,11 Ac
<b>215#6</b>	0,16 Ba	0,19 Ba	0,21 Ba	0,23 Bb	0,38 Ab	0,41 Aa	0,42 Aa	0,45 Aa	0,48 Ab	0,48 Ab	0,48 Ab	0,48 Ab
<b>215#10</b>	0,00 Aa	0,01 Aa	0,01 Aa	0,01 Ab	0,01 Ab	0,01 Ab	0,01 Ab	0,03 Ab	0,03 Ac	0,03 Ac	0,03 Ac	0,03 Ac
<b>215#12</b>	0,00 Ba	0,01 Ba	0,03 Ba	0,03 Bb	0,03 Bb	0,04 Bb	0,11 Bb	0,23 Ab	0,23 Ac	0,23 Ac	0,26 Ac	0,33 Ac
<b>215#13</b>	0,10 Ba	0,12 Ba	0,12 Ba	0,16 Bb	0,16 Bb	0,23 Bb	0,30 Aa	0,34 Ab	0,38 Ab	0,39 Ab	0,39 Ac	0,43 Ab
<b>215#14</b>	0,09 Aa	0,12 Aa	0,16 Aa	0,17 Ab	0,17 Ab	0,20 Ab	0,21 b	0,25 Ab	0,26 Ac	0,27 Ac	0,27 Ac	0,33 Ac

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Letras maiúsculas nas linhas comparam o mesmo genótipo ao longo dos doze dias de avaliação (do 7 ao 18 dia após a inoculação) e letras minúsculas nas colunas comparam os diferentes genótipos em cada dia de avaliação



**Figura 3.A** – Resultados médios da proporção de plantas esporuladas e; **B** - plantas necrosadas para raça 3 de *Bremia lactucae*, obtidas no ensaio de doze genótipos de alface, em doze dias após a inoculação.

As médias das características avaliadas (proporção de plantas esporuladas e plantas necrosadas) nos genótipos 189#2, 206#1, 215#3, 215#10, e 215#14, quando comparadas com as médias das características avaliadas na testemunha suscetível Solaris, demonstraram evolução mais lenta ou a não evolução da doença, independentemente da raça de *B. lactucae* inoculada, o que pode ser um indicativo de resistência horizontal.

Provavelmente essa resistência se deva a inserção de gene(s) Dm nos genótipos, já que a maioria dos genes atualmente identificados, conferem altos níveis de resistência. Entretanto, alguns deles, como o gene Dm-6 e R-18, conferem fenótipos de resistência incompleta, além disso, diferentes isolados de *B. lactucae* podem exibir diferentes níveis de incompatibilidade com o mesmo gene Dm (MICHELMORE & WONG, 2008), demonstrando que não havia resistência vertical, conforme verificado para todos genótipos independentemente da raça inoculada.

Os genótipos que não possuem resistência horizontal a nenhuma das raças de *B. lactucae* avaliadas, por apresentarem aumento da proporção de plantas esporuladas e necrosadas ao longo dos dias (Solaris, 66#3, 75#2 e 215#12) podem possuir o gene DMR6, já que alguns autores (STASSEN et al. 2012; ZEILMAKER, 2012) demonstraram que cultivares de alface que apresentaram tal gene podem aumentar a expressão do hospedeiro à suscetibilidade a *B. lactucae*. Variações naturais em DMR6 que conferem resistência à *B. lactucae* ainda não foram identificadas (PARRA et al., 2016).

De acordo com Maisonneuve et al. (2011), as cultivares de alface geralmente possuem dois ou mais genes que conferem resistência à raças de *B. Lactucae*, no entanto, é possível que alguns isolados que estão presentes em uma área infectem as cultivares de alface que possuem tais genes. Isso pode ocorrer pelo fato de existirem inúmeras raças de *B. lactucae* identificadas até o momento no Brasil (NUNES et al., 2016).

Até agora, o IBEB identificou 24 genes Dm e fatores R (ISF, 2018), que conferem resistência as cultivares de alface. Apesar desses genes fornecerem altos níveis de resistência, eles só permanecem efetivos por períodos limitados, devido as mudanças na virulência do patógeno (MICHELMORE & WONG, 2008). Portanto, novas estratégias são necessárias para fornecer formas mais duráveis de resistência das inúmeras cultivares de alface desenvolvidas.

Apesar de não ter ocorrido esporulação no genótipo 215#10, quando inoculado com a raça 1; e no genótipo 206#1, quando inoculado com as raças 2 e 3, estes apresentaram sintomas de necrose ao longo dos dias de avaliação. Isso pode ter ocorrido, pois a sequência de tempo entre a necrose da célula da planta hospedeira e a inibição do crescimento do fungo varia entre diferentes cultivares e raças. Em alguns sistemas hospedeiro-parasita, a inibição do fungo ocorre em algumas horas antes da necrose; em outros sistemas, os dois eventos são simultâneos e, em outros, a inibição do fungo ocorre algumas horas após a necrose (MATIELLO et al., 1997). Essa variação leva a uma grande dúvida se a necrose é a causa ou o resultado da resistência.

Apesar da baixa incidência de esporulação e/ou necrose nas progênies  $F_{5,6}$  de alface, comparativamente a cultivar suscetível Solaris, sob condições ideais de aparecimento do míldio, ou seja, alta umidade do ar, baixa velocidade do vento e aumento da temperatura ao longo dos dias de infecção da doença (FALL et al., 2016), o número de folhas esporuladas e/ou necrosadas podem aumentar consideravelmente, já que o desenvolvimento do míldio de alface está fortemente relacionado com as condições ambientais (FALL et al., 2015). Isso implica que, mesmo plantas que apresentem baixa esporulação e/ou necrose podem tornar-se comercialmente inviáveis, já que, para serem aceitas pelo mercado consumidor, necessitam estar livres de sintomas e sinais de doença (FALL et al., 2016).

#### 4 CONCLUSÕES

As progênies  $F_{5,6}$  de alface biofortificada não apresentaram resistência vertical as raças de *Bremia lactucae* avaliadas.

Os genótipos 189#2, 215#3 e 215#14, apresentam níveis de resistência horizontal para todas as raças de *Bremia lactucae* avaliadas.

O genótipo 206#1 apresenta níveis de resistência horizontal apenas a raça 1 de *Bremia lactucae*.

Os genótipos 66#7 e 215#10 apresentam níveis de resistência horizontal para a raça 2 de *Bremia lactucae*.

O genótipo 215#10 apresenta níveis de resistência horizontal para a raça 3 de *Bremia lactucae*.

## 5 REFERÊNCIAS

ABCSEM – Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. 2015, 13 de março. **Alface é a folhosa mais consumida no Brasil**. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/noticias/alface-e-a-folhosa-mais-consumida-no-brasil>

AMORIM, L.; RESENDE, J.A.M. & BERGAMIM FILHO, A. eds. **Manual de Fitopatologia. Volume 1 – Princípios e Conceitos**. 4ª Edição. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 2011.704 p.

BEHARAV, A.; LEWINSOHN, D.; LEBEDA, A.; NEVO, E. New wild *Lactuca* genetic resources with resistance against *Bremia lactucae*. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, n. 3, p. 467-474, 2006.

BESPALHOK, J. C.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. Noções de Genética Quantitativa. In: BESPALHOK, J. C.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de Plantas**. Disponível em: [www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo) (2007). Acesso em junho de 2018.

CASSETARI, L. S.; GOMES, M. S.; SANTOS, D. C.; SANTIAGO, W.D. ANDRADE, J.; GUIMARÃES, A.C.; SOUZA, J.A.; CARDOSO, M.G.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.  $\beta$ -Carotene and chlorophyll levels in cultivars and breeding lines of lettuce. **Acta Horticulturae**, Lisboa, v. 1083, p. 469-474, 2015.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; DALPIAN, T.; MELO, D. M.; BOTELHO, A. P.; BRAZ, L. T. Identification of new *Bremia lactucae* races in lettuce in São Paulo state. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 209-213, 2012.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; MELO, D. M.; CANDIDO, W. S.; VARGAS, P. F.; DALPIAN, T.; BRAZ, L. T. Obtaining resistant lettuce progenies to downy mildew. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 69-73, 2014.

FALL, M. L.; VAN DER HEYDEN, H.; BEAULIEU, C.; CARISSE, O. *Bremia lactucae* infection efficiency in lettuce is modulated by temperature and leaf wetness duration under Quebec field conditions. **Plant Disease**, v. 99, n. 7, p. 1010–1019, 2015.

FALL, M. L.; VAN DER HEYDEN, H.; CARISSE, O. A quantitative dynamic simulation of *Bremia lactucae* airborne conidia concentration above a lettuce canopy. **Plos One**, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2016.

FRANCO, C. A. **Monitoramento de raças de *Bremia lactucae* em alface no ano de 2014 e sua distribuição no Estado de São Paulo. 2016.** Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 44.p. 2016.

ILOTT, T.W.; DURGAN, M.E., MICHELMORE, R.W. Genetics of virulence in California populations of *Bremia lactucae* (Lettuce Downy Mildew). **Phytopathology**, Saint Paul, v.77, n.10, p.1381- 1386, 1987.

ISF. **The International Bremia Evaluation Board (IBEB)**. Disponível em: <http://www.worldseed.org/isf/ibeb.html>. Acesso em 27 de junho de 2018.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. ed. **Manual de Fitopatologia. Volume 2.** Doenças das Plantas Cultivadas. 4<sup>a</sup> Edição. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 2005. 666.p.

MAISONNEUVE, B. Improvement of the differential lettuce set for *Bremia* virulence evaluation: new sativa monogenic lines. **Eucarpia Leafy Vegetables**, 24-26, 61.p, 2011.

MATIELLO, R. R.; BARBIERI, R. L.; CARVALHO, F. I. F. Resistência das plantas a moléstias fúngicas. **Ciência Rural**, v. 27, n.1, p. 161-168, 1997.

MICHELMORE, R.; WONG, J. Classical and molecular genetics of *Bremia lactucae*, cause of lettuce downy mildew. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.122, n.1, p.19-30, 2008.

MILLIKEN, G.A; JOHNSON, D.E. **Analysis of messy data; designed experiments**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984. 485p.

NUNES, R.C.; CASTOLDI, R.; GOMES, R. F.; TOBAR-TOSSE, D. E.; BRAZ, L. T. Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2012 e 2013. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n.1, p.53-58, 2016.

OSHE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P.A.; SANTOS, O.S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p.181-185, 2001.

PARRA, L.; MAISONNEUVE, B.; LEBEDA, A.; SCHUT, J.; CHRISTOPOULOU, M.; JEUKEN, M.; McHALE, L.; TRUCO, M. J.; CRUTE, I. MICHELMORE, R. Rationalization of genes for resistance to *Bremia lactucae* in lettuce. **Euphytica**, v. 210, p. 309-326, 2016.

**R Core Team (2016)**. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. ROYSTON, J. B. Some techniques for assessing multivariate based on the Shapiro-Wilk W. *Applied Statistics*, London, v. 32, n. 2, p. 121-133, 1983.

ROYSTON, J. B. Some techniques for assessing multivariate based on the Shapiro-Wilk W. *Applied Statistics*, London, v. 32, n. 2, p. 121-133, 1983.

SALA, F.C.; COSTA, C. P.; TEIXEIRA, L.; FABRI, E. G; BLAT, S. F. Reação decultivares de alface a *Thielaviopsis basicola*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n. 3, p. 398-400, 2008.

STASSEN, J. H. M; SEIDI, M.F; VERGEER, P. W. J; NIJMAN, I. J;SNEL, B; CUPPEN, E; ANDEL, A.; VAN DEN ACKERVEKEN, G. Effector identification in the

lettuce downy mildew *Bremia lactucae* by massively parallel transcriptome sequencing. **Molecular Plant Pathology**, v.13, n.7, p.719-731, 2012.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York. McGrawHill. 1997. 666p.

UENOJO M.; MAROSTICA JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v.30, n.3, p.616-622, 2007.

ZEILMAKER, T. **Functional and applied aspects of the downy mildew resistant 1 and 6 genes in Arabidopsis**. Ph.D. Thesis (Doctorate in Plant-Microbe Interactions), Department of Biology, Faculty of Science, Utrecht University, 147.p. 2012.