

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**LINHAGENS DE ALFACE CRESPA RESISTENTES A *Bremia lactucae* E INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE**

**Dora Enith Tobar Tosse**

Bióloga

**2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**LINHAGENS DE ALFACE CRESPA RESISTENTES A *Bremia lactucae* E INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE**

**Dora Enith Tobar Tosse**

**Orientadora: Profa. Dra. Leila Trevisan Braz**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Melhoramento Genético de Plantas).

**2015**

T628l Tobar-Tosse, Dora Enith  
Linhagens de alface crespa resistentes a *Bremia lactucae* e interação genótipo x ambiente / Dora Enith Tobar-Tosse. -- Jaboticabal, 2015

iii, 68 p. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientadora: Leila Trevisan Braz

Banca examinadora: Rita de Cassia Panizzi, Renata Castoldi, Rinaldo Cesar de Paula, Pablo Forlan Vargas

Bibliografia

1. *Lactuca sativa*. 2. Míldio. 3. Metodologia REML/BLUP. 4. Resistência. 5. SPBI. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:635.52

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** LINHAGENS DE ALFACE CRESPA RESISTENTES A *Bremia lactucae*  
E INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

**AUTORA:** DORA ENITH TOBAR TOSSE

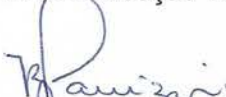
**ORIENTADORA:** Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. RITA DE CASSIA PANIZZI

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. RENATA CASTOLDI

Universidade do Estado de Minas Gerais / Passos/MG



Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Campus Experimental de Registro

Data da realização: 29 de junho de 2015.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**Dora Enith Tobar Tosse** – nascida em 27 de outubro de 1978 em Timbío (Cauca)-Colombia. Em 2004, obteve o título de Bióloga na Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca, na Colômbia; no ano 2009, obteve o título de Magister en Ciencias Agrárias (Línea de investigación en Fitomejoramiento), na Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Iniciou, no ano de 2011, o Curso de Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. No ano 2004-2005, foi professora substituta de Biología, Química e Informática, no Instituto Técnico Agropecuario y Forestal, Smurfit-Cartón de Colombia. No ano 2006, foi instrutora de Biología, Microbiología, Biotecnología e Bioquímica en el Centro Agropecuario del Servicio Nacional de Aprendizaje Sena-Regional Cauca. No ano de 2009-2011, foi assistente de pesquisa no grupo Mejoramiento Genético Agronomía y Producción de Semillas de hortalizas, na Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

## **DEDICATÓRIAS**

A Deus, quando algumas vezes, sentindo-me desacreditada e perdida nos meus objetivos, ideais ou minha pessoa, fez-me vivenciar a delícia de me formar.

À minha mãe Maricella Tosse, que, além de seu amor incondicional, ensinou-me o valor da integridade, da perseverança e de procurar sempre em Deus a força maior para o meu desenvolvimento como ser humano.

A meu pai, Henry Tobar, e aos meus irmãos, Martha Isabel Tobar Tosse, Juan Carlos Tobar Tosse e Henry Fabian Tobar Tosse, pelo apoio, incentivo, amor e carinho.

Aos meus sobrinhos Juan Sebastian Tobar Chicangana, Valeria Tobar Chicangana e Juan David Tobar Chicangana, pela alegria que me deram ao chegar à minha vida.

A meu Tio Alberto Tosse e sua esposa Ana Julia Collazos, por estarem sempre apoiando em todos os momentos a minha família.

À minha falecida Avó Ana Maria Coque, minha inspiração para tentar ser uma pessoa espiritual, humanista, justa, sincera e lutadora.

À minha falecida Avó Matilde Tintinago, que foi também minha amiga e sempre me deu atenção e carinho.

A todos os meus familiares.

***DEDICO***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por esta bênção que é a vida e deu-me a coragem para sonhar, e a força para realizar e vencer mais esta etapa de minha vida.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos, que sempre apoiaram minhas decisões e incentivaram-me ao crescimento constante.

À Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FCAV, Câmpus de Jaboticabal, e ao curso de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, por me proporcionarem a oportunidade da concretização do sonho da realização do Doutorado. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão do Auxílio de Pesquisa (Processo: 2012/09705-4). À Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado, pela concessão da bolsa de estudo.

À professora Leila Trevisan Braz, pelo acolhimento recebido ao chegar ao Brasil, pela oportunidade, orientação, ensinamentos durante a realização deste trabalho.

À Renata Castoldi, pela orientação e contribuições no começo do meu trabalho e como membro da banca da defesa.

À Tagli Dalpian, pela orientação na condução do trabalho experimental no campo.

À professora Rita de Cássia Panizi, pelo acolhimento, incentivo e ensinamentos na fitopatologia, e como membro da banca da defesa.

Ao Professor Rinaldo César de Paula, pela paciência e dedicação nos ensinamentos transmitidos e aplicação da genética quantitativa, e como membro da banca da defesa.

Aos Professores Sandra Helena Uneda Trevisoli, Antônio de Góes e José Carlos Barbosa, pela participação na banca do exame geral de qualificação; e ao Professor Pablo Forlan Vargas, na banca de defesa, cujas sugestões contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Ao meu amigo, Willame Candido dos Santos, muito obrigada pela amizade, respeito, apoio, consideração e pela constante colaboração prestada durante a realização deste trabalho.

Aos amigos integrantes do grupo de Olericultura-Rafaelle, Renata, Lucas, Marcus Vinícius, Hudson, Guilherme, pelo apoio no trabalho de pesquisa, e pelos momentos bons de convivência

Aos amigos Juliana, Dasmiliá, Flávia, Yaliana, Maria Cláudia, Arturo Samuel, Yoannis, Eduin e Nestor, pela amizade construída, por converter-se numa família para mim aqui no Brasil. Muito Obrigada.

Aos funcionários Ináuro, Reynaldo e Cláudio, do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais do Departamento de Produção Vegetal da UNESPFCAV, pela valiosa ajuda durante a condução do experimento de campo e por toda a amizade.

Aos produtores de alface lano, Koki, Marcelo, Antônio, Mauricio, Fabio e Saulo, do Estado de São Paulo, pela valiosa ajuda durante a condução do experimento de campo e por toda a amizade.

A todos os amigos e colegas da pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, em especial a Andrea, Alisson, Alysson, Gustavo, Filipe, Silvan, por toda a amizade, gentileza e pelos momentos engraçados proporcionados, que muito me fizeram sorrir.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização de mais uma etapa de minha vida e de minha carreira profissional. Meus agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>CAPÍTULO 1 – Considerações gerais</b> .....	<b>1</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Revisão de Literatura.....	3
1.2.1 A cultura da alface.....	3
1.2.2 Míldio.....	4
1.2.3 Melhoramento genético para resistência de alface ao míldio .....	6
1.2.4 A interação genótipos x ambientes.....	8
1.3 Referências .....	10
<b>CAPÍTULO 2 – Resistência de linhagens de alface-crespa às raças de <i>Bremia lactucae</i> identificadas no Estado de São paulo</b> .....	<b>18</b>
Resumo.....	18
Abstract.....	19
2.1 Introdução.....	20
2.2 Material e Métodos .....	21
2.3 Resultados e Discussão .....	24
2.4 Conclusões.....	30
2.5 Referências.....	31
<b>CAPÍTULO 3 – Adaptabilidade e Estabilidade de linhagens de alface-crespa com resistência à <i>Bremia lactucae</i></b> .....	<b>34</b>
Resumo.....	34
Abstract.....	35
3.1 Introdução.....	36
3.2 Material e Métodos .....	38
3.3 Resultados e Discussão .....	43
3.4 Conclusões.....	65
3.5 Referências.....	66

## LINHAGENS DE ALFACE CRESPA RESISTENTES A *Bremia lactucae* E INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

**RESUMO** - Conseguiu-se avançar progênies  $F_3$  de alface-crespa resistentes a *B. lactucae*, até conseguirem estabilidade fenotípica nas gerações  $F_5$  e  $F_6$ , por meio da seleção tanto dentro como entre famílias, com base na coloração verde-clara e alta crespicidade das folhas, tamanho grande, ausência de brotações laterais, tolerância ao pendoamento precoce e queima dos bordos. Diante do exposto, os objetivos deste trabalho consistiram em caracterizar as linhagens em geração  $F_5$ :  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , e em geração  $F_6$ :  $L_5$ ,  $L_6$ ,  $L_7$  e  $L_8$ , em relação à resistência às raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo e à mistura delas, assim como selecionar linhagens superiores por seus caracteres agronômicos, adaptabilidade e estabilidade, em diferentes municípios e épocas de cultivo por meio da metodologia REML/BLUP, para possibilitar a recomendação das referidas linhagens. Para a caracterização da resistência, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 10 X 9, determinado pelas nove raças de *B. lactucae* e a mistura delas, e pelas oito linhagens de alface-crespa e a cultivar Solaris suscetível, em quatro repetições. Cada raça e a mistura delas foram inoculadas isoladamente e avaliaram-se o índice de latência por meio de notas (notas de 0 a 12), dependendo do dia do aparecimento dos primeiros sinais do patógeno, e a porcentagem de plântulas com esporângios em 20 plântulas por parcela. Para avaliar a adaptabilidade e estabilidade das linhagens, o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 10 x 6 x 2, sendo 10 genótipos (oito linhagens, Vanda e Vera), seis áreas de produtores de alface nos municípios de Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim e Salesópolis, e duas épocas de cultivo de Outono-Inverno de 2014 e Primavera-Verão de 2014/2015, com quatro repetições; avaliaram-se volume ( $\text{cm}^3/\text{planta}$ ), produção total e comercial ( $\text{g}/\text{planta}$ ), número de folhas/planta e massa seca ( $\text{g}/\text{planta}$ ), em seis plantas por parcela. O índice de latência não foi significativo (nota de 0-1) para as linhagens, em comparação com a cultivar suscetível (1,8-4,3), as linhagens de  $L_1$  a  $L_4$  foram resistentes (0% de plântulas com esporângios); as linhagens de  $L_5$  a  $L_8$  variaram na resposta de resistência, dependendo do que foi inoculado (raça ou mistura), apresentaram alto nível de resistência (0-4,6% de plântulas com esporângios) e resistência incompleta (6,0-15,1% de plântulas com esporângios); e apenas a linhagem  $L_5$ , apresentou resposta heterogênea de resistência e suscetibilidade à raça SPBI:07 (27,9% de plântulas com esporângios). As linhagens  $L_8$ ,  $L_7$ ,  $L_3$ ,  $L_2$  e  $L_6$  foram as mais adaptadas, estáveis e de melhor desempenho agronômico na época Outono-Inverno; para a época de Primavera-Verão, as linhagens  $L_2$ ,  $L_4$  e  $L_6$ , e para as duas épocas as linhagens  $L_8$ ,  $L_4$ ,  $L_2$ ,  $L_6$ , e  $L_7$ . Dentre as linhagens superiores,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_1$ , e  $L_4$  são específicas para serem plantadas no Outono-Inverno, já que são resistentes ao míldio, e a linhagem  $L_2$  é uma excelente opção para cultivo durante o ano todo, no Estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** míldio, metodologia REML/BLUP, *Lactuca sativa*, resistência, SPBI

## LINEAGES OF CRISP LEAF LETTUCE RESISTANT TO *Bremia lactucae* AND INTERACTIONS GENOTYPE X ENVIRONMENT

**ABSTRACT** - It was possible to advance progenies F<sub>3</sub> of crisp leaf lettuce resistant to *B. lactucae*, to achieve phenotypic stability in the generations F<sub>5</sub> and F<sub>6</sub>, by selecting individuals from both, within and between families, based on the bright green color and high roughness of the leaves, large size, absence of side buds and tolerance to bolting and tip burn. Thus, the aims of this work consisted of characterize the lineages in generations F<sub>5</sub>: L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, and in generations F<sub>6</sub>: L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>8</sub>, related to their resistance to the races SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 and SPBI:12 of *B. lactucae* identified in São Paulo State and to their mixture, as well as to select lineages superiors for their agronomic characters, adaptability and stability, in different municipalities and cropping seasons using the REML/BLUP methodology, in order to enable the recommendation of such lineages. To characterize the resistance, the experimental model was completely randomized in a factorial design of 10 X 9, determined by the nine races of *B. lactucae* and their mixture, and the eight lineages of crisp leaf lettuce and the susceptible cultivar Solaris, with four replications. Each race and their mixture were separately inoculated and the index latency was evaluated by means of notes (notes from 0 to 12) depending on the day of appearance of the first signs of pathogen and the percentage of seedlings with sporangia, in 20 seedlings per plot. To assess lineages adaptability and stability, randomized blocks in a factorial design of 10 x 6 x 2 was used as experimental model, being 10 genotypes (eight lineages, Vanda and Vera), six areas of lettuce producers in the municipalities of Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim and Salesópolis, and two cropping periods autumn-winter 2014 and spring-summer 2014-2015, with four replications; it was assessed the volume (cm<sup>3</sup>/plant), the total and commercial production (g/plant), the number of leaves/plant and the dry matter (g/plant), in six plants per plot. The latency index was not significant (note 0-1) compared to the lineages with the susceptible cultivar (1.8-4.3), the lineages of L<sub>1</sub> to L<sub>4</sub> were resistant (0% of seedlings with sporangia); the lineages L<sub>5</sub> to L<sub>8</sub> varied in response to resistance, depending on what was inoculated (race or mixture) presenting high-level resistance (0-4.6% of seedlings with sporangia) and incomplete resistance (6.0-15.1% of seedlings with sporangia); and only the lineage L<sub>5</sub> presented heterogeneous response of resistance and susceptibility to race SPBI:07 (27.9% of seedlings with sporangia). The lineages L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub> and L<sub>6</sub> were the most adapted, stable and with better agronomic performance in the autumn-winter period; for the periods of spring-summer the lineages L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub> and L<sub>6</sub>, and for both periods L<sub>8</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>6</sub>, and L<sub>7</sub>. Among the superior lineages, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>4</sub>, are specific to be planted in autumn-winter, since they are resistant to downy mildew, and the lineage L<sub>2</sub>, is an excellent option for cultivation throughout the year, in São Paulo State.

**Keyword:** downy mildew, *Lactuca sativa*, REML/BLUP methodology, resistance, SPBI

## CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

### 1.1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família Asteraceae e ao gênero *Lactucae*, no qual são identificadas mais de 100 espécies, é a mais popular das hortaliças folhosas no mundo, destacando-se pelo elevado teor de sais minerais e de vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C, além de conter cálcio e ferro.

A evolução de cultivares e sistemas de manejo, tratos culturais, irrigação, espaçamentos, técnicas de colheita e de conservação pós-colheita e mudanças nos hábitos de alimentação impulsionaram o cultivo, tornando a alface a hortaliça folhosa mais consumida no País (RESENDE et al., 2007).

De acordo com dados do Censo Agropecuário, a produção nacional da folhosa foi de 525.602 toneladas, destacando-se o Estado de São Paulo no Brasil, com aproximadamente 32% da produção nacional (HORTIBRASIL, 2015).

Dos 10.775 hectares cultivados no Estado de São Paulo, na safra de 2013/2014, tanto a região de Mogi das Cruzes como Sorocaba responderam com 35,6% da área plantada da alface, seguida por São Paulo, com 5,8%, Campinas, com 2,7%, e todas as outras 36 regiões com 20,3%, para o ano de 2014 (IEA, 2015).

Apesar das extensas áreas de produção, o cultivo de alface apresenta limitações, principalmente em virtude de sua sensibilidade às condições adversas de temperatura e umidade, o que contribui para o surgimento de diversos fitopatógenos (NUNES, 2014). Destaca-se como uma das doenças mais importantes e severas da cultura, devido a seu alto poder destrutivo, tanto em ambiente protegido, como em sistemas convencionais, o fitopatógeno *Bremia lactucae*, agente causal do míldio.

O gênero *Bremia* compreende oomicetos da família Peronosporaceae, sendo a espécie *B. lactucae*, parasita biotrófico, que vive nas células vivas do hospedeiro, sendo, portanto, cultivado em plantas vivas de alface (MICHELMORE; INGRAM,

1982). Este fitopatógeno é atualmente controlado por uma combinação de resistência genética, práticas culturais e proteção química.

Ainda que grande parte do controle deste fitopatógeno se faça mediante a aplicação de fungicidas sistêmicos, o uso destes pode levar à seleção de patógenos resistentes e de difícil controle. Portanto, o desenvolvimento de cultivares resistentes é uma das medidas de controle mais eficiente e econômica, por proporcionar benefícios tanto aos produtores, quanto aos consumidores, reduzindo a utilização de produtos fitossanitários e proporcionando, conseqüentemente, menor custo de produção e impacto ambiental (CASTOLDI et al., 2011).

A resistência ao míldio em alface é conferida pelos genes ou fatores de resistência, denominados, respectivamente, de Dm e R, sendo normalmente expressa por uma reação de hipersensibilidade (INGRAM et al., 1976). Segundo Bennet et al. (1996), a reação de hipersensibilidade é provocada por dano irreversível na membrana da célula penetrada, havendo diferenças entre esses danos, dependendo do gene Dm ou fator R que confere a resistência.

Atualmente, o Programa em Melhoramento Genético de alface da UNESP-FCAV, Câmpus de Jaboticabal, conta com linhagens de alface-crespa com resistência ao míldio que, futuramente, poderão originar cultivares comerciais. Porém, para que uma cultivar seja amplamente aceita, deve apresentar bom desempenho, em vários ambientes de cultivo. Para tanto, os genótipos selecionados em um programa de melhoramento devem ser testados em várias regiões e épocas, e analisados quanto ao grau de interação genótipo x ambiente (G x E), antes de serem liberados como cultivares (GUALBERTO et al., 2009).

Devido ao desenvolvimento de cultivares resistentes ser uma das medidas de controle mais eficiente e econômica no controle do fitopatógeno *Bremia lactucae*, pretendeu-se com este estudo caracterizar as linhagens de alface em geração F<sub>5</sub>: L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> e em geração F<sub>6</sub>: L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, em relação à resistência às raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo, e selecionar linhagens superiores agronomicamente, adaptadas e estáveis em diferentes locais e épocas de cultivo, por meio da metodologia REML/BLUP, e, assim, possibilitar a recomendação de linhagens de alface-crespa para o Estado de São Paulo.

## 1.2 Revisão de Literatura

### 1.2.1 A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa L.*), pertencente à família Asteraceae, é originária da Ásia e foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI. As espécies silvestres são encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. É uma planta herbácea, com caule pequeno não ramificado, onde ficam sustentadas as folhas, e com raízes do tipo pivotante com ramificações. Sua coloração pode apresentar diversos tons de verde ou roxo, as flores amareladas fixam-se ao caule diminuto e esverdeado (FILGUEIRA, 2008).

A inflorescência é uma panícula constituída por diversos botões florais denominados de capítulos. Cada capítulo possui de 10 a 25 floretes, e cada flor apresenta uma única pétala amarela, envolvida por brácteas imbricadas que formam um involúcro. O ovário contém um único óvulo. A antese ocorre pela manhã, e cada flor abre-se apenas uma vez, garantindo a autofecundação e conferindo à planta a autogamia por cleistogamia (RYDER, 1986).

No Brasil, as alfices mais conhecidas e consumidas são as crespas e as lisas, algumas das quais foram melhoradas para o cultivo de verão ou adaptadas para regiões tropicais, com temperaturas e pluviosidade elevadas; mas nos últimos anos, também apareceram cultivares roxas e com as folhas frisadas, sendo que a alface de tipo crespa é hoje a mais cultivada no Brasil (HENZ; SUINAGA, 2009; SALA; COSTA, 2012).

O ciclo da cultura é curto e varia conforme a cultivar e a época do ano, sendo comercializada em torno de 60 a 80 dias na época de inverno, e de 50 a 70 dias na época de verão. A alface desenvolve-se bem em climas amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo, mas a ocorrência de temperaturas mais elevadas acelera o ciclo da cultura e, dependendo do genótipo, pode resultar em plantas com atributos de qualidade inferiores, como número menor de folhas e cabeças menos

compactadas devido ao pendoamento precoce (HENZ; SUINAGA, 2009; LOPES; QUEZADA-DUVAL; REIS, 2010).

Apesar dos avanços dos programas de melhoramento genético, seu cultivo ainda apresenta limitações, já que é uma cultura altamente suscetível às condições adversas de temperatura, umidade e precipitação (FIORENI et al., 2005), o que torna a alface suscetível à ocorrência de muitas doenças; entre essas doenças, destaca-se o míldio (*B. lactucae*), doença foliar de maior importância na cultura da alface, em épocas de temperaturas baixas e elevada umidade relativa, causando danos em campo aberto e em ambientes protegidos em todo o mundo (LEBEDA et al., 2002; MICHELMORE; WONG, 2008).

### 1.2.2 Míldio

O gênero *Bremia*, causador do míldio, prejudicial em condições ambientais de alta umidade e temperatura amena a baixa, provoca graves prejuízos econômicos aos produtores (PAVAN et al., 1997). Segundo Bruggen e Scherm (1997), a temperatura mínima para que ocorra a infecção é de 5°C e a ótima, de 15°C. Sob temperaturas superiores a 30°C, a infecção não ocorre. A doença é controlada com aplicação de fungicidas ou pelo uso de cultivares com genes de resistência (MICHELMORE; WONG 2008).

Mesquita (2008) descreveu que os primeiros sintomas do míldio nas folhas mostram-se em forma de manchas angulares amarelo-pálidas, que são delimitadas pelas nervuras foliares. O tamanho das lesões varia de 0,25 x 0,5 cm a 2 x 4 cm. As folhas mais velhas próximas ao solo normalmente são as primeiras a mostrarem sintomas. Na parte abaxial da folha, podem ser observados sinais do fungo de aspecto cotonoso (branco), uma massa branca de esporângios e esporangióforos.

A variação de virulência de *Bremia lactucae* gera fenótipos ou raças que podem ser inferidas de uma reação de compatibilidade (esporulação e/ou necrose) ou de incompatibilidade (sem esporulação e necrose) entre um isolado do patógeno e seu hospedeiro (DATNOFF et al., 1994).

Embora estes organismos exibam crescimento filamentosos, análises bioquímicas e filogenéticas demonstraram que os oomicetos são distintos dos principais grupos fúngicos e estão mais relacionados com algas marrons heterocontas no Reino Straminipila (SOGIN; SILBERMAN, 1998; KAMOUN et al., 2002). Apesar desta evidência, a doença ainda é controlada, preferencialmente, com aplicação de fungicidas e com uso de cultivares com genes de resistência .

Em programas de melhoramento genético de alface com o objetivo de gerar cultivares com resistência ao míldio, é de grande importância conhecer a diversidade de raças de *B. lactucae* e os genes que conferem resistência a cada uma dessas raças, para a subsequente transferência dos genes às cultivares com boas características agrônômicas e comerciais (CASTOLDI et al., 2014).

Para isso, faz-se uso de cultivares diferenciadoras, as quais, segundo Ettekoven e Van der Arend (1999) são divididas em quatro grupos, mais a suscetível, denominada „Green Tower“, sendo atribuídos valores de 1; 2; 4; 8; 16 e 32 a cada cultivar, possuindo cada cultivar um gene Dm ou fator de resistência R: Grupo I: Lendnicky [1]; UCDm-2 [2]; Dandie [4]; R4T57D [8]; Valmaine [16]; Sabine [32]; Grupo II: LSE 57/15 [1]; UCDm-10 [2]; Captan [4]; Hilde II [8]; Pennlake [16]; UCDm-14 [32]; Grupo III: PIVT 1309 [1]; CG Dm-16 [2]; LS-102 [4]; Colorado [8]; Ninja [16]; Discovery [32]; e Grupo IV: Argeles [1]. As raças fisiológicas são identificadas ou diferenciadas pela reação que elas causam no conjunto de cultivares diferenciadoras (BUENO et al., 2001). Desta forma, as cultivares diferenciadoras são utilizadas para a formação de um código denominado “Sextet Codes” que ajuda a evitar que uma mesma raça receba denominações diferentes em distintas regiões do mundo.

Desde o ano de 2003 até o momento, o grupo de Pesquisa em Melhoramento Genético de Alface da UNESP-FCAV, Câmpus de Jaboticabal, vem fazendo levantamentos de isolados de *B. lactucae* em regiões produtoras de alface no Estado de São Paulo, e por meio do “Sextet Codes” tem conseguido identificar as raças de *B. lactucae* denominadas: SPBI:01, SPBI:02, SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:08, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 (BRAZ et al., 2007; SOUZA et al., 2011; CASTOLDI et al., 2012; GALLATI et al., 2012; BRAZ et al., 2014; NUNES, 2014 ).

### 1.2.3 Melhoramento genético para resistência de alface ao míldio

O melhoramento genético para resistência ao míldio tem sido contínuo desde 1930 (LEBEDA et al., 2014). Mesmo que pequenas infecções possam resultar em qualidade inaceitável de alface, a maioria dos programas de melhoramento tem buscado apenas resistência a raças específicas. Segundo Castoldi et al. (2014), no Brasil, ao contrário dos Estados Unidos e Europa, a resistência ao míldio não tem sido uma meta dos programas de melhoramento, porque, de acordo com Plantum (2011), através das mutações do fitopatógeno, a combinação de vários genes existentes na mesma cultivar pode ser superada e ocasionar a quebra da resistência das cultivares melhoradas. Portanto, os programas de melhoramento para resistência ao míldio na alface devem ser contínuos, com a incorporação de novos genes, de acordo com o aparecimento de novas raças de *B. lactucae* (LEBEDA et al., 2007).

Varição enorme nos mecanismos de resistência tem sido registrada na interação *Lactuca* spp. – *B. lactucae* (LEBEDA; PINK 1998; LEBEDA et al., 2001; LEBEDA et al., 2003). Existem quatro categorias de mecanismos de resistência na interação entre *Lactuca* spp. e *Bremia lactucae*, sendo: não hospedeiro, raças específicas, raças não específicas e resistência horizontal. Sabe-se que os eventos cruciais desse patossistema ocorrem nos primeiros estágios da interação patógeno-hospedeiro. Na reação de hospedeiro incompatível, as plantas possuem genes específicos de resistência, exibindo uma sequência de eventos de defesa induzidos pela presença do patógeno. Dentro das interações entre *Lactuca* spp. – *B. lactucae*, nos mecanismos de raça específica e de raças não específicas, observa-se grande variabilidade de reações no hospedeiro, podendo exibir respostas de resistência ou suscetibilidade a nível celular. O conhecimento desses mecanismos é muito importante para a diversificação no desenvolvimento de cultivares com resistência genética.

Ao serem descobertos genes de resistência ao míldio pela primeira vez, tais genes são denominados fatores R; já quando a resistência é geneticamente caracterizada e um único gene identificado, então denomina-se gene Dm

(FARRARA et al., 1987). A interação planta-patógeno entre alface e *B. lactucae* tem sido definida como um sistema de gene a gene em que a especificidade é determinada por genes de resistência dominante (genes-Dm) ou fatores de resistência (fatores- R) nas plantas, os quais são combinados com fatores dominantes para avirulência (fatores-Avr) no patógeno (CRUTE; JOHNSON, 1976; CRUTE, 1992).

Estudos de herança de virulência específica em *B. lactucae* confirmam uma relação gene a gene e comprovam a existência de dezenove genes ou fatores de resistência (Dm-1 a Dm-7; Dm -10 a Dm -16; R-17; R-18; R-36 a R-38 e cinco com genes não identificados) (PLANTUM, 2011). Em muitos casos, a virulência para cada um dos genes de resistência segrega como um gene dominante simples, independentemente dos outros fatores (MICHELMORE et al., 1984).

Têm-se obtido cultivares e progênies resistentes às raças de *B. lactucae* predominantes para algumas regiões do Brasil, como a cultivar de alface Piraroxa (SALA; COSTA, 2012), e as progênies F<sub>3</sub> de alface-crespa desenvolvidas na UNESP, Câmpus de Jaboticabal, com potencial para serem avançadas e gerarem cultivares resistentes às raças SPBI:01, SPBI:02, SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06 e SPBI:07 de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo (CASTOLDI et al., 2014).

No melhoramento de espécies autógamas como a alface, a realização de hibridação busca combinar em um só genótipo genes desejáveis oriundos de progenitores contrastantes, e entre os métodos utilizados para a condução das gerações segregantes, o método genealógico seleciona para superioridade baseada no vigor e outras características agrônômicas dos indivíduos ou progênies (famílias). Na geração F<sub>2</sub>, a seleção é naturalmente limitada aos indivíduos. Em F<sub>3</sub>, bem como nas gerações seguintes, a seleção é praticada tanto dentro como entre famílias, até que se atinja homozigose acentuada. Desse ponto em diante, a seleção é praticada entre famílias, até que o número de progênies seja reduzido ao ponto em que adequada avaliação em experimentos possa ser conduzida (OLIVEIRA, 2013). Este método facilita a possibilidade de se obter completo registro da origem da família e, assim, orientar o processo seletivo (ALLARD, 1961).

#### 1.2.4 A interação genótipos x ambientes

A resposta diferencial de um genótipo ou cultivar para uma determinada característica, através de diferentes ambientes, é definida como a interação do genótipo x ambiente ( $G \times A$ ). A interação  $G \times A$  é componente essencial para a fase final em um programa de melhoramento, cujo objetivo seja liberar cultivares; e no desenvolvimento de novas linhagens de alface, o problema da interação  $G \times A$  é constante quando se analisa uma série de linhagens em vários ambientes, já que é de se esperar que o desempenho não seja idêntico nos vários ambientes, pelas mudanças ambientais a que são submetidas (CARBONELL; POMPEU, 2000; CARBONELL et al., 2007). A avaliação do desempenho de linhagens em vários locais e dos parâmetros de estabilidade fenotípica permite a identificação de linhagens promissoras na região onde são avaliadas.

A interação do  $G \times A$  pode ser simples ou complexa, sendo que a simples não apresenta mudanças na classificação dos genótipos através dos ambientes avaliados, indicando que a interação corresponde às mudanças nas magnitudes das diferenças entre os genótipos, proporcionada pela diferença da variabilidade entre os genótipos, enquanto a interação  $G \times A$  complexa ou qualitativa ocorre quando a classificação dos genótipos muda através dos ambientes pela correlação genética baixa. Quando a interação é simples, a recomendação das cultivares pode ser feita de maneira generalizada; no entanto, quando a interação é complexa, a recomendação é restrita a ambientes específicos (NUNES et al., 2002; ARAGON, 2011).

Diversos trabalhos relatam que a expressão do potencial genético de vários genótipos de alface é afetada quando esses genótipos são submetidos a diferentes condições ambientais, em diversificadas regiões do Brasil (ANDREANI JÚNIOR et al., 2002; RESENDE et al., 2003; FIGUEIREDO et al., 2004; FELTRIM et al., 2009; GUALBERTO et al., 2009; LUZ et al., 2009; SANTOS et al., 2009; DIAMANTE et al., 2013; SILVA et al., 2014).

Para a avaliação de linhagens avançadas, alguns métodos têm sido propostos para analisar a adaptabilidade e a estabilidade produtiva quando ocorre a

interação G x A, sendo exemplos as metodologias Eberhart e Russell (1996), na qual a adaptabilidade é obtida pela estimativa do coeficiente de regressão linear ( $\beta_{li}$ ) e a estabilidade pelos desvios da regressão ( $\delta_{di}^2$ ); a metodologia de Lin e Binns (1988) compara o comportamento de cada linhagem com a maior média em cada ambiente, sendo que a menor estimativa do parâmetro ( $P_i$ ) indica o material com melhor produtividade, adaptabilidade e estabilidade. As estimativas fornecidas por essas metodologias são baseadas em observações fenotípicas que incluem o componente ambiental mais o componente genético (CRUZ; REGAZZI, 2001).

No contexto dos modelos mistos, recentemente, está sendo usada a metodologia baseada nas equações de modelos mistos (REML/BLUP – Máxima Verossimilhança Residual ou Restrita/Melhor Predição Linear Não Viciada).

Este método ordena as linhagens simultaneamente por seus valores genéticos (caracteres avaliados) e por sua estabilidade, referindo-se ao procedimento BLUP sob médias harmônicas. Quanto menor for o desvio-padrão do comportamento genotípico através dos locais, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos através dos locais. Assim, a seleção pelos maiores valores da média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) implica simultaneamente seleção para produtividade e estabilidade. Em termos de adaptabilidade, uma medida simples e eficiente no contexto dos modelos mistos refere-se à performance relativa dos valores genotípicos (PRVG) através dos ambientes. Neste caso, os valores genotípicos preditos (ou os dados originais) são expressos como proporção da média geral de cada local e, posteriormente, obtém-se o valor médio dessa proporção através dos locais.

A seleção simultânea por produtividade, estabilidade e adaptabilidade, no contexto dos modelos mistos, pode ser realizada pelo método da média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (MHPRVG) preditos. Esse método permite selecionar, simultaneamente, pelos três atributos mencionados e apresenta as seguintes vantagens: (i) considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto, fornece estabilidade e adaptabilidade genotípica e não fenotípica; (ii) permite lidar com desbalanceamento; (iii) permite lidar com delineamentos não ortogonais; (iv) permite lidar com heterogeneidade de variâncias; (v) permite considerar erros correlacionados dentro de locais; (vi) fornece valores genéticos já

descontados (penalizados) da instabilidade; (vii) pode ser aplicado com qualquer número de ambientes; (viii) permite considerar a estabilidade e a adaptabilidade na seleção de indivíduos dentro de progênie; (ix) não depende da estimação de outros parâmetros, tais como coeficientes de regressão; (x) gera resultados na própria grandeza ou na escala do caráter avaliado; (xi) permite computar o ganho genético com a seleção pelos três atributos, simultaneamente. Estes últimos dois fatores são muito importantes, já que em comparação com outros métodos, como o de Lin e Binns, baseada em valores fenotípicos, este permite computar o ganho genético no caráter composto pela produtividade, estabilidade e adaptabilidade (RESENDE, 2002).

Esta metodologia foi proposta inicialmente para culturas perenes, como eucalipto e pínus (RESENDE et al., 1996; BUENO FILHO; VENCOVSKY, 2000), no entanto, sua aplicação tem-se disseminado na análise de informações de diversas culturas, tanto perenes como anuais (RESENDE, 2004), e recentemente têm sido utilizadas em feijoeiro (CARBONELL, 2007). Em hortaliças, a metodologia tem sido pouco utilizada, destacando-se apenas alguns trabalhos em cenoura, que ressaltam a efetividade da aplicação da metodologia REML/BLUP, para quantificar a adaptabilidade e a estabilidade de populações e cultivares de cenoura em diferentes sistemas de cultivo, anos agrícolas e localidades, em São Gatordo (MG), Irecê (BA) e Gama (DF) (SILVA et al., 2011, SILVA et al., 2012).

### 1.3 Referências

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. New York, London: J. Wiley e Sons Ltd., 1961. 486 p.

ANDREANI JÚNIOR, R.; MARTINS, D. Avaliação de cultivares de alface (*Lactuca Sativa L.*) para plantio na primavera-verão na região de Fernandópolis-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, p. 164-168, 2002.

ARAGON, F.S. Divergência genética de acesos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro. 2011. 137f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal Rural do Semi - Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2011.

BENNETT, M.; GALLAGHER, M.; FAGG, J.; BESTWICK, C.; PAUL, T.; BEALE, M.; MANSFIELD, J. The hypersensitive reaction, membrane damage and accumulation of autofluorescent phenolics in lettuce cells challenged by *Bremia lactucae*. **The Plant Journal**, Chichester, v. 9, n. 6, p. 851-865, 1996.

BRAZ, L. T.; DALPIAN, T.; PISSARDI, M. A. Identification of races of *Bremia lactucae* in São Paulo, Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 760, p. 317-321, 2007.

BRAZ, L. T.; NUNES, R. C.; CASTOLDI, R.; GOMES, R. F.; TOSSE, D. T. Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2013. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 31, n. 2, p. S1.924–S1.931, 2014. Suplemento. 1 CD-ROM.

BRUGGEN, A. H. C.; SCHERM, H. Downy mildew. In: DAVIS, R.; SUBBARAO, K. V.; KURTS, E. A. **Compendium of lettuce diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1997. p. 17-19.

BUENO FILHO, J. S. S.; VENCOSKY, R. Alternativas de análise de ensaios em látice no melhoramento vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, n. 2, p. 259-269, 2000.

BUENO, L. C. S.; MENDES, N. A. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas**: princípios e procedimento. Lavras: UFLA, 2001. p. 282.

CARBONELL, S. A. M.; POMPEU, A. S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 35, n. 2, p. 321-329, 2000.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D.; DIAS, L. D. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 193-201, 2007.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; BOTELHO, A.P.; MELO, D.M.; DALPIAN, T.; BRAZ, L.T. Utilização do método genealógico para obtenção de progênies de alface resistentes ao míldio. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v.29, n.2 p.3.006-3.013, 2011.

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**, Brasília DF, 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**, Brasília DF, v. 32, n. 1, p. 69-73, 2014.

CRUTE, I. R.; JHONSON, A. G. Breeding for resistance to lettuce downy mildew, *Bremia lactucae*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 84, n. 2, p. 287-290, 1976.

CRUTE, I. R. The role of resistance breeding in the intergrated control of downy mildew (*Bremia lactucae*) in protected lettuce. **Euphytica**, Dordrecht, v. 63, n. 1-2, p. 95-102, 1992.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

DATNOFF, L.; NAGATA, R.; RAID, R. Pathotyping of *Bremia lactucae* in Florida. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 9, p. 854-857, 1994.

DIAMANTE, M. S.; SEABRA JÚNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; DA SILVA, M. B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.

ETTEKOVEN, K. V.; VAN DER AREND, A. J. M. Identification and denomination of "new" races of *Bremia lactucae*. In: LEBEDA, A.; KRISTKOVA, E. (Ed.). **Eucarpia leafy vegetables '99**. Olomouc (Czech Republic): Palacky University, 1999. p. 171–176.

FARRARA, B. F.; MICHELMORE, R. Identification of new sources of resistance to downy mildew in *Lactuca* spp. **HortScience**, Alexandria, [v. 22, p. 647-649], 1987.

FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BRANCO, R. B. F. Produção de alface-crespa em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal-SP. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 9-15, 2009.

FIGUEIREDO, E. B.; MALHEIROS, E. B.; BRAZ, L. T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 22, n. 1, p. 66-71, 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FIORINI, C. V.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; FIORINI, I. V.; DUARTE, R. D. P.; LICURSI, V. Avaliação de populações F2 de alface quanto à resistência aos nematoides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 23, n. 2, p. 299-302, 2005.

GALATTI, F. S.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; PANIZZI, R. C. Monitoramento de raças de *Bremia lactucae* em 2010 e 2011 no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 271-279, 2012.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P.; GUIMARÃES, A. D. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 27, n. 1, p. 07-011, 2009.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília DF: Embrapa. 2009. 7 p. Comunicado Técnico.

HORTIBRASIL (INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM AGRICULTURA). O negócio de frutas e hortaliças frescas. [S.I.], set. 2009. Disponível em: <<http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php>>. Acesso em: 9 jun. 2015.

IEA (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA). **Área e produção dos principais produtos da agropecuária**. [São Paulo], 2015. Banco de dados: estatísticas da produção paulista. Disponível em:

<[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em: 18 maio 2015.

INGRAM, D.; SARGENT, J.; TOMMERUP, I. Structural aspects of infection by biotrophic fungi. In: FRIEND, J.; THREIFALL, D. R. (Ed.). **Biochemical aspects of plant parasite relationships**. London: Academic Press Inc., 1976. Chap. 4, p. 43-78. Proceedings of the Phytochemical Society Symposium. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780122679506500090>>. Acesso em: 18 maio 2015.

KAMOUN, S.; DONG, S.; HAMADA, W.; HUITEMA, E.; KINNEY, D.; MORGAN, W. R.; STYER, A.; TESTA, A.; TORTO, T. A. From sequence to phenotype: functional genomics of *Phytophthora*. **Canadian Journal Plant Pathology**, Ontario, v. 24, p. 6-9, 2002.

LEBEDA, A.; PINK, D.A.C. Histological aspects of the response of *wild Lactuca spp.* and their hybrids, with *L. sativa* to lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). **Plant Pathology**, Pisa, v. 47: 723–736, 1998.

LEBEDA, A.; PINK, D.; MIESLEROVÁ, B. Host-parasite specificity and defense variability in the *Lactuca spp.-Bremia lactucae* pathosystem. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v. 83, n. 2, p. 25-35, 2001. Special issue.

LEBEDA, A.; PINK, D.; ASTLEY, D. Aspects of the interactions between wild *Lactuca spp.* and related genera and lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). In: **Advances in downy mildew research**. Springer, 2002. p. 85-117.

LEBEDA, A.; SEDLAROVA, M.; VAN HINTUM, T.; PINK, D.; SCHUT, J. Cellular mechanisms involved in the expression of specificity in *Lactuca spp.-Bremia lactucae* interactions. In: EUCARPIA MEETING ON LEAFY VEGETABLES GENETICS AND BREEDING, 2003, Noordwijkerhout. **Proceedings...** Wageningen: Centre for Genetic Resources, 2003. p. 55-60.

LEBEDA, A.; RYDER, E. J.; GRUBE, R.; DOLEZALOVA, I.; KRISTKOVA, E. Lettuce (*Asteraceae; Lactuca spp.*). In: SINGH, R. (Ed). **Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement Serie**. Boca Raton: CRC Press, 2007. Chapter 9, p. 377–472.

LEBEDA, A.; KŘÍSTKOVÁ, E.; KITNER, M.; MIESLEROVÁ, B.; JEMELKOVÁ, M.; PINK, D. A. Wild *Lactuca* species, their genetic diversity, resistance to diseases and

pests, and exploitation in lettuce breeding. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 138, n. 3, p. 597-640, 2014.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 3, p. 193-198, 1988.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; REIS, A. **Diseases of lettuce**. Brasília DF: Embrapa Hortaliças, 2010. 68 p.

LUZ, A. O. D.; SEABRA, S. J.; SILVA, S. B. D. S.; NASCIMENTO, A. S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 6, p. 71-82, 2009.

MESQUITA, P. G. **Biologia, Epidemiologia e controle do míldio (*Bremia lactucae*) da alface (*Lactuca sativa*) em viveiro**. 2008. 145 f. Tese (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília DF, 2008.

MICHELMORE, R. W.; INGRAM, D. S. Secondary homothallism in *Bremia lactucae*. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 78, n. 1, p. 1-9, 1982.

MICHELMORE, R. W.; NORWOOD, J. M.; INGRAM, D. S.; CRUTE, I. R. The inheritance of virulence in *Bremia lactucae* to match resistance factors 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 and 11 in lettuce (*Lactuca sativa*). **Plant Pathology**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 301-315, 1984.

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

NUNES, G.H.S.; RESENDE, G.D.S.P.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, G.B. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2002.

NUNES, R. C. **Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2012 e 2013**. 2014. 28 f. Tese (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014

OLIVEIRA, H. S. D. **Método genealógico e modelos mistos na seleção de linhas segregantes de *Capsicum baccatum* var. *pendulum***. 2013. 88 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro", Rio de Janeiro, 2013.

PAVAN, M. A.; KUROZAWA, C. Doenças da alface (*Lactuca sativa*). In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. cap. 4, v. 2, p. 18-25.

PLANTUM, N. L. **New race of *Bremia lactucae* BI: 28 identified and nominated**. Francia, 2011. Disponível em: <http://www.rijkszwaan.de/wps/wcm/connect/e08b5fa8-7194-4c0c-9be2-8716702231e8/IBEB+press+release+2011.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 fev. 2015.

RESENDE, M. D.; PRATES, D. F.; JESUS, A.; YAMADA, C. Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em Pinus. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 32, n. 33, p. 18-45, 1996.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília DF: Embrapa, 2002. 975 p.

RESENDE, G. D.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. D.; FREITAS, S. D.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface-americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 21, n. 3, p. 558-563, 2003.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65 p. (Documentos, 100).

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Brasília DF.: Embrapa Hortaliças, 2007. 16 p. (Circular Técnica, 56).

RYDER, E. J. Breeding vegetable crops. In: RYDER, E. J. (Ed.). **Lettuce breeding**. Westport: AVI, 1986. p. 433-474.

SANTOS, C. L. D.; JÚNIOR, S. S.; LALLA, J. G. D.; THEODORO, V. C. D. A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 87-98, 2009.

SILVA, G.O.; CARVALHO, A. D. F. ; VIEIRA, J. V.; BENIN, G. Verificação da adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI, GGE biplot e REML/BLUP. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.494-501, 2011.

SILVA G.O.; CARVALHO, A. D. F.; VIERA, J.V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 30, n. 1, 2012.

SOUZA, J. O.; DALPIAN, T.; BRAZ, L.T.; CAMARGO, M. Novas raças de *Bremia lactucae*, agente causador do míldio da alface, identificadas no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 29, n. 3, p. 282-286, 2011.

## **CAPÍTULO – 2 Resistência de linhagens de alface-crespa às raças de *Bremia lactucae* identificadas no Estado de São Paulo**

**Resumo** - O uso de cultivares de alface resistentes ao míldio (*Bremia lactucae*) é um método economicamente sustentável e efetivo no controle da doença. O presente estudo teve por objetivo caracterizar linhagens de alface-crespa, possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38 quanto a reação às raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 de *B. lactucae*. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 10 X 9, determinado pelas nove raças de *B. lactucae* e a mistura delas, e pelas oito linhagens de alface-crespa e a cultivar suscetível, em quatro repetições. Utilizou-se de 20 plântulas por linhagem e da cultivar suscetível. Cada raça foi inoculada isoladamente e também se fez a inoculação com a mistura das nove raças, e após a inoculação, avaliaram-se o índice de latência por meio de notas (notas de 0 a 12), dependendo do dia do aparecimento dos primeiros sinais do patógeno, e a porcentagem de plântulas com esporângios após 15 dias. O índice de latência apresentado nas linhagens foi menor e não significativo (nota de 0-1), em comparação com a cultivar Solaris. As linhagens L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> não apresentaram esporângios ao serem inoculadas, enquanto as linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, dependendo da raça inoculada ou com mistura das raças, variaram na porcentagem de plântulas com esporângios. As linhagens L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> são altamente resistentes às nove raças de *B. lactucae*. As linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, dependendo da raça inoculada ou com a mistura das raças são altamente resistentes (0-4,6% de plântulas com esporângios), e também possuem resistência incompleta (6,0-15,1% de plântulas com esporângios), e apenas a linhagem L<sub>5</sub> possui resposta heterogênea de resistência e suscetibilidade à raça SPBI:07 (27,9% de plântulas com esporângios).

**Palavras-chave:** fatores de resistência R18 e R38, *Lactuca sativa*, míldio

## **Crisp-leaf lettuce lineage resistant to races of *Bremia lactucae* identified in São Paulo State**

**Abstract** - The use of lettuce cultivars resistant to downy mildew (*Bremia lactucae*) is an economically sustainable and effective method in controlling the disease. This study aimed to characterize crisp-leaf lettuce lines, possessing the resistance factors R18 and R38 related to the reaction to the races SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 and SPBI:12 of *B. lactucae*. The experiment was conducted in a completely randomized model in a factorial design of 10 X 9, determined by the nine races of *B. lactucae* and their mixtures, and by eight lineages of crisp-leaf lettuce e the susceptible cultivar, in four replications. 20 seedlings and the susceptible cultivar were used per lineage. Each race was inoculated isolated while each class was inoculated separately, and the inoculation was also performed with the mixture of the nine races. After inoculation, the latency index was evaluated by notes (notes from 0 to 12) depending on the day of the appearance of the first signs of pathogen, and the percentage of seedlings with sporangia after 15 days. The latency index presented in the lineages was smaller and not significant (note of 0-1), when compared to the cultivar Solaris, and the lineages L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> did not present sporangia when inoculated, while the lineages L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub> depending on the inoculated race or mixing of the races varied in the percentage of seedlings with sporangia. The lineages L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> are highly resistant to the nine races of *B. lactucae*. The lineages L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, depending on the inoculated race or mixing of the races varied in the percentage of seedlings with sporangia (0-4.6% of seedlings with sporangia), and also has incomplete resistance (6.0-15.1% of seedlings with sporangia), while only the lineage L<sub>5</sub> has heterogeneous response of resistance and susceptibility to race SPBI:07 (27.9% seedlings with sporangia).

**Keywords:** downy mildew, *Lactuca sativa*, resistance factors R18 and R38

## 2.1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa*) é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no Brasil e no mundo, destacando-se como região produtora o Estado de São Paulo, com área de plantio na safra de 2013/2014 de 10.775 hectares (IEA, 2015). A principal doença para produção desta cultura no Brasil e a nível mundial, em condições de alta umidade e temperatura amena, é o míldio, causada pelo Oomiceto *Bremia lactucae*, (MICHELMORE; WONG, 2008).

No Brasil, o controle do patógeno, geralmente, é realizado por meio de práticas culturais, como o cultivo em solos bem drenados, rotação de culturas, proteção química, entre outros. No entanto, mais comumente, faz-se o uso de fungicidas, que em hortaliças folhosas, como a alface, não é desejável, e com frequência não são efetivos (VIEIRA; BARRETO, 2006; MICHELMORE; WONG, 2008; PETRZELOVA et al., 2013). Dessa forma, o uso de cultivares de alface com genes de resistência a *B. lactucae* é solução viável, já que é um método economicamente sustentável e efetivo no controle do patógeno.

Os mecanismos genéticos de resistência a *B. lactucae* são determinados por genes dominantes de resistência (Dm) ou fatores de resistência (R) nas plantas, que são combinados com fatores dominantes para a avirulência (Avr) do patógeno (CRUTE; JOHNSON, 1976; CRUTE, 1992). A variação na virulência de *B. lactucae* é caracterizada como raças fisiológicas ou fenótipos de virulência (v), e podem ser distinguidos por meio da reação de um conjunto de cultivares diferenciadoras (VAN ETTEKOVEN; VAN DER AREND, 1999). Apesar dos genes *Dm* conferirem alto nível de resistência à planta, a eficácia é temporal até que ocorram novos genes de virulência na população do patógeno, e portanto é necessário o fornecimento contínuo de novos genes de resistência (LEBEDA et al., 2007).

Para o desenvolvimento de cultivares de alface resistentes a *B. lactucae*, é essencial a caracterização das raças presentes na região, devido a sua ocorrência ser influenciada por mudanças das condições ambientais e pelo uso de cultivares suscetíveis. Segundo Castoldi et al. (2014), nas condições ambientais do Brasil, algumas cultivares resistentes que são importadas, poderiam não apresentar

resistência em ambientes diferentes. No Estado de São Paulo, até o momento, foram identificadas doze raças de *B. lactucae*: SPBI:01, SPBI:02, SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:08, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 (BRAZ et al., 2007; SOUZA et al., 2011; CASTOLDI et al., 2012; GALLATTI et al., 2012; BRAZ et al., 2014; NUNES, 2014). Também foram obtidas progênies de alface-crespa, provindas dos cruzamentos entre a linhagem JAB 4-13-7, possuidora do fator de resistência R38, com as cultivares comerciais Vanda (V), Veneranda (Vn), Solaris (S) e Argelis (A), sendo esta última cultivar possuidora do fator de resistência R18, e que apresentaram resistência às raças de *B. lactucae* (CASTOLDI et al., 2014).

Para avaliar a resistência/suscetibilidade ao míldio em plântulas de alface são utilizados dois métodos: o qualitativo e o quantitativo, que oferecem a vantagem de testar grande número de genótipos simultaneamente. A avaliação qualitativa é ideal para a seleção de progênies em processo de melhoramento genético, enquanto o método quantitativo é geralmente usado para buscar novas fontes de resistência em germoplasma de *Lactuca* spp e para a seleção de virulência de populações do patógeno em cultivares de alface (LEBEDA; PETRŽELOVÁ, 2010).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo caracterizar as linhagens de alface-crespa em geração F<sub>5</sub> (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>), e geração F<sub>6</sub> (L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>), em relação à resistência às raças de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo (SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12).

## 2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido de fevereiro a maio de 2014, no Laboratório de Genética e Melhoramento de Hortaliças, do Departamento de Produção Vegetal (UNESP-FCAV). Para a caracterização da resistência a *B. lactucae*, foram avaliadas as linhagens de alface-crespa em geração F<sub>5</sub> (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>) e geração F<sub>6</sub> (L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 10 X 9, constituído por nove raças de *B. lactucae* e a mistura delas, e por oito linhagens de alface-crespa e a cultivar Solaris, com quatro repetições, totalizando 360 parcelas.

As linhagens foram selecionadas para folhas de coloração verde-clara e com alta crespicidade, tamanho grande de planta, ausência de brotações laterais e tolerância ao pendoamento precoce e queima dos bordos. Foram obtidas por meio do método genealógico, sendo as linhagens em geração F<sub>5</sub> (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>) provindas do cruzamento entre as cultivares comerciais Vanda, Veneranda, e Solaris (genitores femininos), com a linhagem JAB 4-13-7 (genitor masculino possuidor do fator de resistência a *B. lactucae*, R18), e as linhagens em geração F<sub>6</sub> (L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>) provindas do cruzamento da cultivar comercial Argelis (progenitor feminino possuidor do fator de resistência a *B. lactucae* R38), também com a linhagem JAB 4-13-7.

Para a multiplicação dos esporângios, utilizou-se da cultivar Solaris, suscetível a todas as raças de *B. lactucae* identificadas até o momento no Estado de São Paulo, pelo grupo de pesquisa em Melhoramento Genético de Alface da UNESP- FCAV. Foram semeadas aproximadamente 40 sementes da cultivar Solaris em caixas plásticas gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), forradas com papel germitex umedecido, totalizando uma caixa por amostra. Estas foram mantidas por 15 dias em câmara de incubação tipo BOD, com temperatura de 13°C e fotoperíodo de 12h. Transcorrido esse período, realizou-se a inoculação dos esporângios nas plântulas (BRAZ et al., 2007).

Após 15 dias, estas foram utilizadas como fonte de inóculo para a próxima semeadura. Para a obtenção de quantidades suficientes de esporângios de cada raça, foram necessários quatro ciclos de multiplicação que incluíram semeadura seguida de inoculação, sendo possível obter quantidades suficientes de inóculo de nove raças, das 12 inoculadas inicialmente: SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12.

Para o teste de resistência, foram semeadas as linhagens de alface-crespa desenvolvidas pelo programa em Melhoramento Genético de alface, e a cultivar Solaris, em caixas plásticas gerbox, forradas com papel germitex dividido em quatro partes iguais. Em cada uma das partes, semearam-se aproximadamente 20

sementes de cada linhagem, sendo utilizada uma caixa gerbox para cada repetição. As caixas foram mantidas por 15 dias em câmara de incubação tipo BOD, à temperatura de 13°C e fotoperíodo de 12h.

Após 15 dias da semeadura das linhagens e da cultivar Solaris, com o objetivo de padronizar a concentração de inóculo para cada raça de míldio, fez-se uma suspensão com  $1,5 \times 10^4$  esporângios  $\text{mL}^{-1}$ , e outra suspensão na mesma concentração com a mistura das raças, de acordo com a técnica de Ilott et al. (1987), utilizando-se de esporângios lavados de tecidos infestados do hospedeiro e agitados em água destilada, e as plântulas foram pulverizadas até o ponto de escorrimento.

Após a inoculação das plântulas, as caixas foram recolocadas em câmara de incubação tipo BOD, com temperatura de 13°C, onde, durante as seis primeiras horas, foram deixadas em câmara escura, e depois o fotoperíodo foi ajustado para 12h.

Para a quantificação da severidade da doença, determinou-se o índice de latência, utilizando-se da escala de notas proposta por Mesquita (2008), com modificações, de modo que plântulas que apresentaram os primeiros sinais de *B. lactucae* antecipadamente receberam maiores notas, ou seja, plântulas que apresentaram sinais do patógeno no 4º dia após a inoculação receberam nota 12; plântulas que apresentaram sinais do patógeno no 5º dia após a inoculação receberam nota 11, e, assim, subsequentemente, até nota 0 para plântulas que não apresentaram sinais do patógeno após a inoculação.

Para avaliar a resistência/suscetibilidade, realizou-se o monitoramento diário da cultivar suscetível Solaris. Quando as plântulas Solaris apresentaram os primeiros sinais do patógeno sobre as folhas, as linhagens, nas quatro repetições, foram avaliadas individualmente, fazendo a contagem do número de plântulas que apresentaram esporângios. Este método classifica a resposta de resistência/suscetibilidade em suscetível, quando mais de 80% das plântulas apresentam esporângios visíveis; resistente, quando as plântulas não apresentam esporângios; resistência incompleta, quando a esporulação é limitada, seguida de necroses macroscopicamente visíveis ou cloroses, e resposta heterogênea, quando

há mistura de plântulas completamente resistentes e plântulas completamente suscetíveis (LEBEDA; PETRŽELOVÁ, 2010).

Os dados da porcentagem de plântulas com esporângios, transformados em arco-seno raiz (% esp./100), e os dados do índice de latência foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Scott & Knott, através do programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2014), sendo o fator A, a inoculação de cada raça e a mistura delas mesmas, e o fator B, as oito linhagens de alface-crespa e a cultivar Solaris.

## 2.3 Resultados e Discussão

### **Índice de latência apresentado pelas linhagens de alface-crespa inoculadas com raças de *Bremia lactucae***

Considerando as nove raças inoculadas isoladamente e a inoculação com a mistura delas como fator A e as oito linhagens, e a cultivar Solaris como fator B, observou-se que os efeitos do fator A, do fator B e da interação dos fatores A X B, foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste F, para o Índice de latência (IL).

Na Tabela 1, são apresentados os resultados do desdobramento da interação dos efeitos do fator A dentro do fator B, e do fator B dentro do fator A. De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que os efeitos do fator A dentro do fator B não foram significativos, quando as linhagens foram inoculadas com *B. lactucae*, indicando que as raças e a mistura das raças não apresentaram diferenças entre elas dentro de cada uma das linhagens, enquanto para a cultivar Solaris, os efeitos foram significativos, indicando que as raças e mistura se diferenciaram entre elas na cultivar.

Verifica-se, também, que os efeitos do fator B dentro do fator A foram significativos, indicando que existem diferenças de resposta entre as linhagens e a cultivar Solaris, quando inoculadas com as raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:11, enquanto as linhagens e a cultivar Solaris não apresentaram diferenças entre elas quando inoculadas com a raça SPBI:12 e a mistura das nove raças.

Tabela 1 Desdobramento dos graus de liberdade para estudo da interação da inoculação raças de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo e a mistura das raças x linhagens e a cultivar Solaris de alface-crespa para Índice de latência (IL).

Linhagens / Cultivar (Fator B)	Raças de <i>B. lactucae</i> /mistura das raças (Fator A)										Média	
	SPBI:03**	SPBI:04**	SPBI:05**	SPBI:06**	SPBI:07**	SPBI:09 **	SPBI:10**	SPBI:11**	SPBI:12 <sup>ns</sup>	Mistura das raças <sup>ns</sup>		
L1 <sup>ns</sup>	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 b
L2 <sup>ns</sup>	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 b
L3 <sup>ns</sup>	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 b
L4 <sup>ns</sup>	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 b
L5 <sup>ns</sup>	0,0 Bb	0,1 Bb	0,1 Bb	0,2 Bb	1,0 Ab	0,0 Bb	0,0 Bb	0,1 Bb	0,1 Ba	0,1 Ba	0,1 Ba	0,0 b
L6 <sup>ns</sup>	0,0 Ab	0,2 Ab	0,0 Ab	0,5 Ab	0,2 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,1 Ab	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,1 b
L7 <sup>ns</sup>	0,1 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,2 Ab	0,1 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,2 Ab	0,0 Aa	0,2 Aa	0,2 Aa	0,1 b
L8 <sup>ns</sup>	0,0 Ab	0,0 Ab	0,1 Ab	0,0 Ab	0,1 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,1 Aa	0,1 Aa	0,0 b
Cultivar Solaris **	2,0 Ca	3,9 Aa	2,0 Ca	4,3 Aa	2,6 Ba	2,6 Ba	1,8 Ca	2,0 Ca	0,1 Da	0,8 Da	0,8 Da	2,2 a
Média	0,2 B	0,5 A	0,2 B	0,6 A	0,5 A	0,3 B	0,2 B	0,3 B	0,0 B	0,1 B	0,1 B	

Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma linha (maiúscula) ou coluna (minúscula), constituem um grupo homogêneo, pelo critério de Scott & Knott : <sup>ns</sup> não significativo; \* e \*\* significativo a 5% e 1 % de probabilidade, respectivamente.

De acordo com o IL apresentado na Tabela 1, as linhagens apresentaram nota 0, indicando que as plântulas não apresentaram sinais do patógeno após a inoculação com cada raça isoladamente, nem quando inoculadas com a mistura das raças. Apenas a linhagem L<sub>5</sub> apresentou IL de 1 para a raça SPBI:07, indicando que, após 15 dias da inoculação, apresentou sinais do patógeno a essa raça.

A cultivar Solaris apresentou IL de 0,1 e 0,8 quando inoculada com a raça SPBI:12 e a mistura das raças, respectivamente, e variou de 2,0 a 4,3 quando inoculada com as outras raças. Dessa maneira, pode-se verificar, através do IL na cultivar Solaris, que as raças mais patogênicas são as raças SPBI:04 e SPBI:06, por provocarem nesta cultivar maior IL (3,9 e 4,3).

### **Reação de resistência/suscetibilidade das linhagens de alface-crespa às raças de *Bremia lactucae***

Assim como para o IL, a porcentagem de plântulas com esporângios (%PE) apresentou todos os efeitos significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F. As inoculações das raças, isoladamente, e a inoculação da mistura delas não foram diferentes, e não induziram o aparecimento de esporângios nas plântulas das linhagens L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, após 15 dias da inoculação (Tabela 2). Os resultados concordam com os obtidos por Castoldi et al. (2012), que ao avaliarem as progênies que originaram as referidas linhagens através da inoculação da mistura das raças SPBI:01, SPBI:02, SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06 e SPBI:07, verificaram que estas se apresentaram resistentes, sendo esta resistência transferida pelo progenitor JAB-3-4-17 possuidor do fator de resistência R18.

Enquanto as inoculações nas linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>7</sub> apresentaram diferenças entre elas, com limitadas %PE para algumas raças, as inoculações na linhagem L<sub>8</sub> não apresentaram diferenças entre elas; no entanto, também apresentaram quantidades pequenas de %PE para algumas raças.

Tabela 2 Desdobramento dos graus de liberdade para estudo da interação da inoculação raças de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo e a mistura das raças x linhagens e a cultivar Solaris de alface-crespa para porcentagem de plântulas com esporângios (PE).

Linhagens / Cultivar (Fator B)	Raças de <i>B. lactucae</i> /mistura das raças (Fator A)										Média
	SPBI:03**	SPBI:04**	SPBI:05**	SPBI:06**	SPBI:07**	SPBI:09 **	SPBI:10**	SPBI:11**	SPBI:12 <sup>ns</sup>	Mistura das raças <sup>ns</sup>	
L <sub>1</sub> <sup>ns</sup>	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ad	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ac	0,0 c
L <sub>2</sub> <sup>ns</sup>	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ad	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ac	0,0 c
L <sub>3</sub> <sup>ns</sup>	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ad	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ac	0,0 c
L <sub>4</sub> <sup>ns</sup>	0,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ac	0,0 Ad	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Ab	0,0 Aa	0,0 Ac	0,0 c
L <sub>5</sub> **	0,0 Cc	4,0 Cb	3,7 Cb	13,7 Bb	27,9 Ab	0,0 Cb	0,0 Cb	8,9 Cb	4,6 Ca	13,0 Bb	7,6 b
L <sub>6</sub> *	0,0 Bc	10,7 Ab	0,0 Bb	15,1 Ab	10,7 Ac	0,0 Bb	0,0 Bb	7,5 Ab	0,0 Ba	9,4 Ab	5,3 b
L <sub>7</sub> *	14,6 Ab	0,0 Bb	0,0 Bb	10,2 Ab	10,9 Ac	0,0 Bb	0,0 Bb	6,0 Ab	0,0 Ba	10,8 Ab	5,3 b
L <sub>8</sub> <sup>ns</sup>	0,0 Ac	0,0 Ab	10,9 Ab	0,0 Ac	10,0 Ac	0,0 Ab	0,0 Ab	9,1 Ab	0,0 Aa	4,6 Ac	3,5 b
Solaris**	37,4 Ba	57,5 Aa	40,4 Ba	56,0 Aa	39,8 Ba	46,0 Ba	33,9 Ba	34,5 Ba	9,2 Da	23,2 Ca	37,8 a
Média	5,8 B	8,0 A	6,1 B	10,5 A	11,03A	5,11 B	3,8 B	7,3 A	1,5 B	6,8 B	

Médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma linha (maiúscula) ou coluna (minúscula), constituem um grupo homogêneo, pelo critério de Scott & Knott : <sup>ns</sup> não diferenças significativas; \* e \*\* existem diferenças significativas pelo teste F, a 5% e 1 % de probabilidade.

As linhagens e a cultivar Solaris foram diferentes quanto à %PE, dentro das raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:11, enquanto não apresentaram diferenças entre elas quanto à %PE, quando inoculadas com a raça SPBI:12 e a mistura das nove raças.

Assim, as linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub> apresentaram variação na resposta de resistência ao serem inoculadas com as raças individualmente e com a mistura de raças. A linhagem L<sub>5</sub> não apresentou %PE, ao ser inoculada com as raças SPBI:03, SPBI:09 e SPBI:10, e a %PE para as outras raças variou de 3,7 (raça SPBI:05) até 8,9 (raça SPBI:11), e apresentou cerca de 13 para a raça SPBI:06 e mistura das raças.

Verifica-se também que a linhagem L<sub>5</sub> não foi resistente para a raça SPBI: 07, uma vez que apresentou %PE de 27,9 maior e diferente de maneira significativa da %PE apresentada nas outras linhagens. Este tipo de comportamento pode ser considerado como resposta heterogênea de resistência e suscetibilidade, porque há mistura de plântulas completamente suscetíveis e algumas plântulas resistentes. Segundo Crute e Dickson (1976), isso pode ser consequência da segregação ou impureza da semente usada, ou da heterogeneidade de um isolado.

A linhagem L<sub>6</sub> não apresentou esporângios (%PE=0,0), quando inoculada com as raças SPBI:03, SPBI:05, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:12, diferenciando-se significativamente das outras inoculações, que apresentaram %PE de 7,5 (raça SPBI:11) até 15,1(raça SPBI:06). A linhagem L<sub>7</sub> não apresentou esporângios para as raças SPBI:04, SPBI:05, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:12, e nas outras raças apresentou %PE de 6,0 (SPBI:11) até 14,6 (SPBI:04). A linhagem L<sub>8</sub> não apresentou diferença significativa entre as inoculações, e a %PE variou de 0,0 (raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:06, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:12) a 10,9(raça SPBI:05).

Quando as linhagens foram inoculadas com a mistura das raças, pode-se destacar que as linhagens L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub> apresentaram alto nível de resistência, enquanto as outras linhagens (L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>) apresentaram resistência incompleta. A cultivar suscetível Solaris apresentou %PE maior quando foi inoculada com cada raça, que quando inoculada com a mistura, e apenas, quando inoculada com a raça SPBI:12 a %PE foi menor ao comparar com a mistura de raças.

No presente trabalho, as linhagens que apresentaram %PE igual ou menor que 5 foram caracterizadas como altamente resistentes, e àquelas que apresentaram %PE esporângios maiores que 5 e menores que 20, foram caracterizadas com resistência incompleta (Tabela 3).

Tabela 3 Caracterização das linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38, quanto à reação às raças de *Bremia lactucae*.

Linhagens	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>
Alto Nível de Resistência	Todas as Raças e Mistura	Todas as Raças e Mistura	Todas as Raças e Mistura	Todas as Raças e Mistura	SPBI:03; SPBI:09; SPBI:10; SPBI:04; SPBI:05; SPBI:12	SPBI:03; SPBI:05; SPBI:09; SPBI:10	SPBI:04; SPBI:05; SPBI:09; SPBI:10; SPBI:12	SPBI:03; SPBI:04; SPBI:06; SPBI:09; SPBI:10; SPBI:12; Mistura
	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0-4,6%)	(0%)	(0%)	(0-4,6%)
Resistência Incompleta					SPBI:06; SPBI:11; Mistura	SPBI:04; SPBI:06; SPBI:07; SPBI:11; Mistura	SPBI:03; SPBI:06; SPBI:07; SPBI:11; Mistura	SPBI:05; SPBI:07; SPBI:11
					(8,9-13,7%)	(7,5-10,7%)	(6,0-14,6%)	(9,1-10,9%)
Resposta Heterogênea					SPBI:07			
					(27,9%)			

Considerando-se essa variação na resposta da resistência das linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, as linhagens apresentam alto nível de resistência e resistência incompleta. Estudos semelhantes realizados por Petrželová et al. (2011) concordam com os resultados apresentados no presente trabalho, onde empregaram o teste de resistência/suscetibilidade baseados na quantidade de esporângios que as plântulas apresentaram e identificaram populações de *Lactuca saligna* com altos níveis de resistência e média intensidade de esporulação, de 1 a 5%, para as raças SPBI:15, SPBI:16, SPBI:18 e SPBI:22.

A resposta de resistência incompleta expressa-se com esporulação limitada. No genótipo *Lactuca serriola* (PIVT1309), foi observada resposta de resistência incompleta com intensidade de esporulação de 8,7% para o isolado FS1 de *B. lactucae* (LEBEDA; ZINKERNAGEL, 2003; LEBEDA; PETRŽELOVÁ, 2010).

Possivelmente, a resistência incompleta, identificada nestas linhagens, esteja relacionada com o fato de que um gene de efeito principal possa, sob certas condições ambientais e/ou genéticas, ter seu efeito reduzido, tornando-se de efeito secundário, como se tem identificado no caso dos genes Dm6, Dm7 e R18, cuja expressão tem sido incompleta em certas cultivares de alface (CRUTE, 1992; MAISONNEUVE et al., 1994; MICHELMORE; WONG, 2008).

## 2.4 Conclusões

- As linhagens L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, são resistentes, tanto a todas as nove raças de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo, como à mistura delas.
- As linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, e L<sub>7</sub>, possuem alto nível de resistência às raças SPBI:03 (L<sub>5</sub> e L<sub>6</sub>), SPBI:04 (L<sub>5</sub> e L<sub>7</sub>), SPBI:05, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:12 (L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>7</sub>), enquanto a linhagem L<sub>8</sub> tem alto nível de resistência às raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:06, SPBI:09, SPBI:10 e SPBI:12, como à mistura das nove raças.
- As linhagens L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>7</sub> têm resistência incompleta, tanto às raças SPBI:03 (L<sub>7</sub>), SPBI:04 (L<sub>6</sub>), SPBI:07 (L<sub>6</sub> e L<sub>7</sub>), SPBI:06 e SPBI:11(L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>7</sub>), como à mistura das raças, enquanto a linhagem L<sub>8</sub> tem resistência incompleta às raças SPBI:05, SPBI:07 e SPBI:11, e
- A linhagem L<sub>5</sub> apresenta resposta heterogênea de resistência e suscetibilidade apenas à raça SPBI:07 de *B. lactucae*.

## 2.5 Referências

BARBOSA, J.C.; MALDONADO, J.R.W. AgroEstat-Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Versão 1.1.0.711, 2014

BRAZ, L. T.; DALPIAN, T.; PISSARDI, M. A. Identification of races of *Bremia lactucae* in São Paulo, Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 760, p. 317-321, 2007.

BRAZ, L. T.; NUNES, R. C.; CASTOLDI, R.; GOMES, R. F.; TOSSE, D. T. Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2013. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 31, n. 2, p. S1.924-S1.931, 2014. Suplemento. 1 CDROM.

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**, Brasília DF, 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**, Brasília DF, v. 32, n. 1, p. 69-73, 2014.

CRUTE, I. R. The role of resistance breeding in the intergrated control of downy mildew (*Bremia lactucae*) in protected lettuce. **Euphytica**, Dordrecht, v. 63, n. 1-2, p. 95-102, 1992.

CRUTE, I. R.; JHONSON, A. G. Breeding for resistance to lettuce downy mildew, *Bremia lactucae*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 84, n. 2, p. 287-290, 1976.

GALATTI, F. S.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; PANIZZI, R. C. Monitoramento de raças de *Bremia lactucae* em 2010 e 2011 no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 271-279, 2012.

IEA (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA). **Área e produção dos principais produtos da agropecuária**. [São Paulo], 2015. Banco de dados: estatísticas da produção paulista. Disponível em:

<[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em: 18 maio 2015.

LEBEDA, A.; PETRŽELOVÁ, I. Screening for resistance to lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). In: MIRANDA, M.; LEBEDA, A. (Ed.). **Mass screening techniques for selecting crops resistant to disease**. Vienna: IAEA, 2010. p. 245–256.

LEBEDA, A.; RYDER, E. J.; GRUBE, R.; DOLEZALOVA, I.; KRISTKOVA, E. Lettuce (*Asteraceae*; *Lactuca spp.*), Chapter 9. In: SINGH, R. (Ed). **Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement Serie**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 377–472.

LEBEDA, A.; SEDLAROVA, M.; VAN HINTUM, T.; PINK, D.; SCHUT, J. Cellular mechanisms involved in the expression of specificity in *Lactuca spp.*-*Bremia lactucae* interactions. In: EUCARPIA MEETING ON LEAFY VEGETABLES GENETICS AND BREEDING, 2003, Noordwijkerhout. **Proceedings...** Wageningen: Centre for Genetic Resources, 2003. p. 55-60.

LEBEDA, A.; ZINKERNAGEL, V. Characterization of new highly virulent german isolates of *Bremia lactucae* and efficiency of resistance in wild *Lactuca spp.* Germplasm. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 151, p. 274–282, 2003.

MAISONNEUVE, B.; ANDERSON, P.; MICHELMORE, R. W. Rapid mapping of two genes for resistance to downy mildew derived from *Lactuca serriola* to existing clusters of resistance genes. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 89, n. 1, p. 96–104, 1994.

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

MESQUITA, P. G. **Biologia, Epidemiología e controle do míldio (*Bremia lactucae*) da alface (*Lactuca sativa*) em viveiro**. 2008. 145 f. Tese (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília DF, 2008.

NUNES, R. C. **Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2012 e 2013**. 2014. 28 f. Tese (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

PETRŽELOVÁ, I.; LEBEDA, A.; BEHARAV, A. Resistance to *Bremia lactucae* in natural populations of *Lactuca saligna* from some Middle Eastern countries and France. **Annals of Applied Biology**, Wellesborne, v. 159, p. 442–455, 2011.

PETRŽELOVÁ, I.; LEBEDA, A.; KOSMAN, E. Distribution, Disease Level and Virulence Variation of *Bremia lactucae* on *Lactuca sativa* in the Czech Republic in the Period 1999–2011. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 161, p. 503–514, 2013.

SOUZA, J. O.; DALPIAN, T.; BRAZ, L.T.; CAMARGO, M. Novas raças de *Bremia lactucae*, agente causador do míldio da alface, identificadas no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 29, n. 3, p. 282-286, 2011.

VAN ETTEKOVEN, K.; VAN DER AREND, A. J. M. Identification and denomination of “new” races of *Bremia lactucae*. In: LEBEDA, A.; KRISTKOVA, E. (Ed.). **Eucarpia leafy vegetables '99**. Olomouc (Czech Republic): Palacky University, 1999. p. 171–176.

VIEIRA, B. S.; BARRETO, R. W. First record of *Bremia lactucae* infecting *Sonchus oleraceus* and *Sonchus asper* in Brazil and its infectivity to lettuce. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 154, n. 2, p. 84-87, 2006.

### **CAPÍTULO 3 - Adaptabilidade e Estabilidade de linhagens de alface-crespa com resistência à *Bremia lactucae***

**Resumo** – O Estado de São Paulo é um dos principais produtores de alface do Brasil, com demanda durante todo o ano. A obtenção de cultivares com bom desempenho agrônomico, adaptadas e estáveis aos diferentes municípios produtores e épocas de cultivo, tem tido importância nos programas de melhoramento genético da cultura. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi selecionar linhagens de alface-crespa, possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, superiores em seu desempenho agrônomico, adaptabilidade e estabilidade em diferentes municípios e épocas de cultivo no Estado de São Paulo, por meio da metodologia REML/BLUP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 10 x 6 x 2, sendo os tratamentos constituídos por dez genótipos (oito linhagens e as cultivares comerciais Vanda e Vera), seis áreas de produtores de alface (Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis), e duas épocas de cultivo (Outono-Inverno, de junho a setembro de 2014, e Primavera-Verão, de outubro de 2014 a março de 2015), com quatro repetições. Após a colheita, avaliaram-se a produção total e a produção comercial em g/planta, número de folhas/planta e massa seca em g/planta. As linhagens L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub> foram superiores nas características agrônomicas avaliadas, em adaptabilidade e estabilidade no Outono-Inverno, as linhagens L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>6</sub> na Primavera-Verão, e as linhagens L<sub>8</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>7</sub> na avaliação conjunta das duas épocas. A linhagem L<sub>2</sub>, além de apresentar superioridade no seu desempenho agrônomico, adaptabilidade e estabilidade, nas duas épocas de cultivo, é altamente resistente, as raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 de *B. lactucae* identificadas no Estado de São Paulo, tornando-se boa opção para ser cultivada o ano todo, no Estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** adaptabilidade, estabilidade, *Lactuca sativa*, REML/BLUP

## **Adaptability and Stability of crisp-leaf lettuce lineage resistant to *Bremia lactucae***

**Abstract** – The São Paulo State is one of the major lettuce producers in Brazil, with a whole year demand. In breeding programs of genetic improvement of culture, it is important to obtaining cultivars with good agronomic performance, stable and adapted to the different municipalities producers and cropping periods. Thus, the aim of this work was to select crisp-leaf lettuce lineages, possessing the resistant factors R18 e R38 to *B. lactucae*, superior in their agronomic performance, adaptability and stability in different municipalities and cropping periods in São Paulo State, by means of the REML/BLUP methodology. Randomized blocks in a factorial design of 10 x 6 x 2 was used as a experimental model, and the treatments consisted of ten genotypes (eight lineages and the commercial cultivars Vanda and Vera), six areas of lettuce producers (Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim and Salesópolis), and two cropping periods (autumn-winter, from June to September 2014 and spring-summer, from October 2014 to March 2015), with four replications. After harvesting, the total production and commercial production were evaluated in g/plant, number of leaves/plant and dry mass g/plant. The lineages L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub>, were superiors in agronomic characteristics evaluated, in adaptability and stability in autumn-winter, while the lineages L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>6</sub> were superior in spring-summer, and the lineages L<sub>8</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>6</sub>, and L<sub>7</sub>, where superior when both periods where considered. The lineage L<sub>2</sub>, in addition to present superiority in its agronomic performance, adaptability and stability in the two cropping periods, is also highly resistant to the races SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 of *B. lactucae* identified in São Paulo State, and it is, therefore, a good option to be cultivated the whole year, in this state.

**Keywords:** adaptability, *Lactuca sativa*, REML/BLUP, stability

### 3.1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no mundo, e 11% da produção total de hortaliças (4.908.772 t) correspondem à alface, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com volume médio comercializado nos últimos cinco anos (2010-2014) de 48.689 t/ano, variando de 3.388 t (jul) a 4.838,8 t (mar) (AGRIANUAL, 2015; HORTIBRASIL, 2015). Entre as cultivares de alface, as do grupo crespa são preferidas por apresentarem melhor paladar, melhor resistência às doenças, ao manuseio e transporte, e maior período pós-colheita (SANTOS et al., 2009).

No entanto, os fatores ambientais, tais como temperatura, fotoperíodo e a altitude do local de cultivo afetam o crescimento e o desenvolvimento da alface, tornando-se necessária a utilização de cultivares específicas para o ambiente de cultivo. A adaptação de uma cultivar em ampla extensão de ambientes é considerada de interesse para o produtor, por aumentar sua rentabilidade.

Considerando as diferentes estações climáticas nas quais a alface é cultivada, é de se esperar a ocorrência de elevada interação genótipo x ambiente, dificultando a recomendação de uma única cultivar para uma ampla região (GUALBERTO et al., 2009). Porém, para que uma cultivar seja amplamente aceita, deve apresentar bom desempenho, em vários ambientes de cultivo.

Portanto, os genótipos selecionados em um programa de melhoramento devem ser testados em várias regiões e épocas, e analisados quanto ao grau de interação genótipo x ambiente (G x E), antes de serem liberados como cultivares para a comercialização.

Diversos trabalhos relatam que a expressão do potencial genético de vários genótipos de alface foi afetada quando os mesmos foram submetidos a diferentes condições ambientais em diversas regiões do Brasil (FELTRIN et al., 2009; GUALBERTO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; SANTOS et al., 2009; QUEIROZ et al., 2014).

Adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, enquanto estabilidade refere-se à capa-

cidade de os genótipos desempenharem comportamento previsível em função do estímulo do ambiente. Ao identificar a interação G X E significativa, tornam-se necessárias análises apropriadas para a seleção eficiente de genótipos adaptados, estáveis e com elevada produtividade, em diversos ambientes.

Diversos métodos têm sido propostos para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade produtiva sobre G x E significativa, sendo exemplos os métodos de Wricke, Eberhart e Russel, e Lin e Binns (CRUZ; REGAZZI, 2001). Esses métodos fornecem estimativas com base em observações fenotípicas, o que inclui o componente ambiental e o genotípico.

A metodologia baseada nas equações de modelos mistos (REML/BLUP-Máxima Verosimilhança Residual ou Restrita/Melhor predição Linear Não viciada) considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto, fornece estabilidade e adaptabilidade genotípica e não fenotípica. Esta metodologia ordena as linhagens por seus valores genéticos (caracteres em estudo) e estabilidade, refere-se ao procedimento BLUP sob médias harmônicas (RESENDE, 2002). Quanto menor for o desvio-padrão do comportamento genotípico através dos locais, maior será a média harmônica de seus valores genotípicos. Assim, a seleção pelos maiores valores da média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) implica, simultaneamente, seleção pelos caracteres avaliados e estabilidade.

A adaptabilidade refere-se ao desempenho relativo dos valores genotípicos (PRVG) através dos ambientes. Neste caso, os valores genotípicos preditos (ou os dados originais) são expressos como proporção da média geral de cada local e, posteriormente, obtém-se o valor médio dessa proporção através dos locais. A seleção simultânea pelos caracteres avaliados, estabilidade e adaptabilidade, no contexto dos modelos mistos, pode ser realizada pelo método da média harmônica do desempenho relativo dos valores genéticos (MHPRVG) preditos.

Entre as vantagens deste método, além de fornecer estabilidade e adaptabilidade genotípica, é que ele permite lidar com desbalanceamento, delineamentos não ortogonais, heterogeneidade de variâncias, erros correlacionados dentro de locais, fornece valores genéticos já descontados (penalizados) da instabilidade, pode ser aplicado em qualquer número de ambientes, e a seleção de indivíduos é realizada dentro das progênies; considerando a

estabilidade e a adaptabilidade; não exige a estimação de outros parâmetros tais como coeficientes de regressão; gera resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado; e avalia o ganho genético através dos três atributos simultaneamente (RESENDE, 2002; CARBONELL et al., 2007; SILVA et al., 2012).

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi selecionar linhagens de alface-crespa, possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, superiores, em seu desempenho agrônomo, adaptabilidade e estabilidade em diferentes municípios e épocas de cultivo no Estado de São Paulo, por meio da metodologia REML/BLUP.

### 3.2 Material e Métodos

Progênies em geração  $F_3$ , provindas dos cruzamentos entre a linhagem JAB 4-13-7 (genitor masculino possuidor do fator de resistência R-18) com as cultivares comerciais Argelis (A) (possuidor do fator de resistência R-38), Vanda (V), Veneranda (Vn) e Solaris (S) (genitores femininos) que apresentaram resistência a raças de *B. lactucae* que ocorreram no Estado de São Paulo (CASTOLDI et al., 2014), foram avançadas por meio do método genealógico fazendo a seleção entre e dentro de famílias até alcançarem estabilidade fenotípica na geração  $F_5$ , para as progênies provindas do cruzamento entre V X JAB 4-13-7, Vn X JAB 4-13-7, S X JAB 4-13-7, e na geração  $F_6$  para as progênies provindas do cruzamento A X JAB 4-13-7. O padrão de seleção para os caracteres agrônomo das progênies foi baseado na presença de folhas de coloração verde-clara e com alta crespicidade, tamanho grande de planta, ausência de brotações laterais e tolerância ao pendoamento precoce e queima dos bordos.

As linhagens em geração  $F_5$  e  $F_6$ , estabilizadas fenotipicamente com os fatores de resistência R18 e R38 a *B. lactucae*, foram testadas em áreas de produtores de alface do Estado de São Paulo, dos municípios de Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis, cujas condições ambientais se encontram descritas na Tabela 1, durante as épocas de Outono-Inverno de 2014 e Primavera-Verão 2014-2015 (Figura 1).

Tabela 1 Características climáticas dos municípios onde foram instalados os experimentos para a avaliação da adaptabilidade e da estabilidade, de oito linhagens de alface-crespa com fatores de resistência a *B. lactucae* R-18 e R-38 e as cultivares Vanda e Vera.

Características Climáticas						
Municípios	Latitude S	Longitude W	Classificação climática (Köppen)	Altitude (m)	Temperatura média anual (°C)	Precipitação média anual (mm)
Monte Alto	21° 15' 39"	48° 29' 45"	Aw	736	21,35	1.441,00
São Simão	21° 28' 45"	47° 33' 03"	Cfa	665	18,60	1.411,00
Aramina	20° 05' 25"	47° 47' 09"	Aw	614	22,50	1.515,00
Mogi-das-Cruzes	23° 31' 22"	46° 11' 16"	Cwa	750	20,00	1.400,50
Biritiba-Mirim	23° 34' 22"	46° 02' 20"	Cwa	780	19,80	1.364,20
Salesópolis	23° 31' 55"	45° 50' 45"	Cwa	780	19,80	1.256,30

Af: Clima tropical úmido; Cwa: Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente; Aw: Clima tropical com estação seca de inverno

Fonte: [http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_480.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_480.html);

<http://pt.climate-data.org/location/286909/>;

<http://pt.climate-data.org/location/317253/>;

<http://www.apolo11.com/latlon.php?uf=sp&cityid=5295>



Figura 1 Vista geral da área experimental em Salesópolis (A) e Monte Alto (B), no Estado de São Paulo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 10 x 6 x 2, sendo os tratamentos constituídos por dez genótipos (oito linhagens e as cultivares comerciais Vanda e Vera), seis áreas de produtores de alface (Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim e Salesópolis), e duas épocas de cultivo (Outono-Inverno, de junho a setembro de 2014, e Primavera-Verão, de outubro de 2014 a março de 2015), com quatro repetições. Cada parcela constituída de quatro linhas de 1,75 m de comprimento, espaçadas de 0,25 m, totalizando 28 plantas, sendo utilizadas para avaliação seis plantas centrais. Os tratamentos culturais foram conduzidos segundo as necessidades da cultura e o manejo de cada olericultor.

As linhagens de alface-crespa obtidas nessa pesquisa (Tabela 2) foram nomeadas de L<sub>1</sub> até L<sub>8</sub>. As linhagens L<sub>1</sub> a L<sub>4</sub> em geração F<sub>5</sub>, possuidoras do fator de resistência R18, apresentam alto nível de resistência em condições de laboratório quando inoculadas com cada uma das nove raças de *B. lactucae*, e quando inoculadas com a mistura delas; as linhagens L<sub>5</sub> a L<sub>8</sub> apresentam resistência a algumas das nove raças, e quando foram inoculadas com a mistura das mesmas).

Tabela 2 Linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38 a *Bremia lactucae*.

Identificação	Geração	Origem
L <sub>1</sub>	F <sub>5</sub>	V X JAB 4-13-7
L <sub>2</sub>	F <sub>5</sub>	V X JAB 4-13-7
L <sub>3</sub>	F <sub>5</sub>	VnX JAB 4-13-7
L <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	S X JAB 4-13-7
L <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	A X JAB 4-13-7
L <sub>6</sub>	F <sub>6</sub>	A X JAB 4-13-7
L <sub>7</sub>	F <sub>6</sub>	A X JAB 4-13-7
L <sub>8</sub>	F <sub>6</sub>	A X JAB 4-13-7

Linhagens obtidas pelo método genealógico providas dos cruzamentos entre as cultivares comerciais Vanda (V), Veneranda (Vn), Solaris (S) e Argelis-fator de resistência R38 (A) (progenitores femininos) com a linhagem JAB 4-13-7 -fator de resistência R18(progenitor masculino).

Tabela 3 Resistência de linhagens de alface-crespa a raças de *B. lactuca* identificadas no Estado de São Paulo.

Linhagens	Resistência <sup>1</sup>
L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub>	SPBI: 03; 04; 05; 06; 07; 09; 10; 11; 12 Mistura das raças <sup>2</sup>
L <sub>5</sub>	SPBI: 03; 04; 05; 09; 10; 12
L <sub>6</sub>	SPBI: 03; 05; 09; 10
L <sub>7</sub>	SPBI: 03; 04; 09; 10; 12
L <sub>8</sub>	SPBI: 03; 04; 06; 09; 10; 12 Mistura das raças

<sup>1</sup>Raças de *B. lactuca* identificadas no Estado de São Paulo por Braz et al. (2007), Souza et al. (2011), Castoldi et al. (2012), Gallati et al. (2012), Braz et al. (2014), e Nunes (2014).

<sup>2</sup>Mistura das raças SPBI: 03; 04; 05; 06; 07; 09; 10; 11; 12

Quando as plantas atingiram o ponto da colheita, ou seja, 45 dias após o transplântio no Outono-Inverno, e 35 dias após o transplântio na Primavera-Verão, avaliaram-se produção total em g/planta (PT), obtida pela média da massa fresca da parte aérea de seis plantas (sem a retirada das folhas velhas); produção comercial em g/planta (PC), obtida pela média da massa fresca da parte aérea de seis plantas, após a realização da retirada das folhas velhas e do caule sobressalente; massa seca da planta (g/planta) (MSP), obtida a partir da média de seis plantas secas em estufa com circulação de ar forçado a 65°C até atingirem massa constante; diâmetro maior (D<sub>1</sub>); diâmetro menor (D<sub>2</sub>) da cabeça e da altura (A), de seis plantas por parcela; volume de plantas (cm<sup>3</sup>/planta) (VOL), calculado a partir dos diâmetros e da altura, utilizando-se da fórmula da metade do volume de uma elipsoide de diâmetros D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> e altura A, ou seja:  $V = 4/3 \pi (D_1/2)(D_2/2)A$ ; número de folhas por planta (NF), contagem do número de folhas, considerando-se as folhas que atingiram comprimento acima de 3,0 cm.

A avaliação da adaptabilidade e da estabilidade foi realizada por meio da metodologia REML/BLUP, considerando os seguintes modelos estatísticos para avaliação genética pelos maiores valores da média harmônica dos valores genotípicos (RESENDE, 2007):

A - Avaliação das linhagens e cultivares em seis municípios dentro de cada época: o modelo utilizado considera o delineamento experimental de blocos ao

acaso em esquema fatorial 10 x 6, indicando a avaliação das oito linhagens e duas cultivares comerciais, Vanda e Vera, em seis municípios de cultivo.

$$Y = Xr + Zg + Wp + Ti + e$$

Em que: **Y** é o vetor dos dados; **r** é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral; **g** é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios); **p** é vetor dos efeitos da parcela (aleatórios); **i** é o Vetor dos efeitos da interação de genótipos x ambientes (aleatórios), sendo **e** o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

B - Avaliação das linhagens e cultivares em doze ambientes (considera-se a combinação de cada município e época como sendo um ambiente): O modelo utilizado considera o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 10 x 12, indicando a avaliação das oito linhagens e duas cultivares comerciais, Vanda e Vera, em doze ambientes

$$Y = Xf + Zg + Qa + Ti + Wt + e$$

Em que: **Y** é o vetor dos dados; **f** é o vetor dos efeitos das combinações repetição-local-época (assumidos como fixos) somados à média geral; **g** é o vetor efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), **a** é o vetor dos efeitos da interação de genótipos com épocas (aleatórios); **i** é o vetor dos efeitos da interação de genótipos x locais, **t** é o vetor dos efeitos da interação tripla genótipos x locais x época (assumidos como aleatórios), sendo **e** o vetor de erros ou resíduos aleatórios.

As letras maiúsculas dos modelos A e B representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para a realização das análises, foi utilizado o aplicativo computacional Selegen (RESENDE, 2007).

### 3.3 Resultados e discussão

#### Outono-Inverno

De acordo com a análise de deviance (ANADEV) conjunta, apresentada na Tabela 4, em relação ao volume, produção total, produção comercial, número de folhas e massa seca, verifica-se que os efeitos foram significativos para linhagens e cultivares, parcelas e a interação entre linhagens e cultivares com os municípios, sendo que, para o número de folhas, o efeito da interação não foi significativo. Dessa maneira, os efeitos significativos revelaram que as linhagens e cultivares apresentaram respostas diferenciadas entre elas, entre parcelas, e quando foram submetidas aos diferentes municípios.

Tabela 4 Análise de deviance conjunta, média geral e coeficiente de variação experimental (CV%) para Volume de planta (V), Produção Total (PT), Produção Comercial (PC), Número de Folhas (NF) e Massa Seca (MS), em seis municípios produtores de alface no Estado de São Paulo, no Outono-Inverno de 2014, envolvendo oito linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R-18 e R-38 a *B. lactucae*, e das cultivares comerciais Vanda e Vera, pela metodologia de modelos mistos

Efeitos <sup>1</sup>	V	PT	PC	NF	MS
Linhagens e Cultivares	349,8**	257,9**	223,7**	137,2**	59,8**
Parcela	212,8**	164,8**	137,3**	91,6**	25,9**
Linhagens e Cultivares x Municípios	10,6**	6,5*	6,9**	2,4 <sup>ns</sup>	6,8**
CV (%)	14,7	13	12,7	7,7	15,2
Média Geral	255,3	381,3	347,2	25,9	15,6

<sup>1</sup> Valores da estatística do teste de razão de verossimilhança (LRT); <sup>ns</sup> não significativo; e significativo a \* e \*\* p=5% (3,84) e p=1%(6,63), respectivamente, pelo teste de qui-quadrado com um grau de liberdade.

Os valores genotípicos obtidos em cada município e na análise conjunta, referentes ao volume médio, produção total média, produção comercial média, número de folhas média e massa seca média, avaliados nas linhagens L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub> e nas duas cultivares comerciais Vanda e Vera, são apresentados nas

Tabelas 4.1 e 4.3, na época Outono-Inverno, com a ordem de classificação a partir dos maiores valores genotípicos, entre parênteses.

As primeiras cinco linhagens genotípicas com maiores valores na análise conjunta para volume foram superiores aos apresentados pelas cultivares Vanda e Vera (L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>7</sub>) (Tabela 4.1), e na análise individual por município as mesmas linhagens também foram classificadas entre as primeiras cinco de maior valor genotípico, em Aramina, Mogi das Cruzes e Salesópolis, porém não na mesma ordem. Já nos outros municípios, houve variações, assim a linhagem L<sub>4</sub> também se classificou entre as cinco de maior valor genotípico em Monte Alto, e a linhagem L<sub>7</sub>, em São Simão e Biritiba-Mirim; embora as linhagens L<sub>6</sub> e L<sub>8</sub> não tenham sido classificadas entre as cinco melhores na análise conjunta, destacaram-se entre as cinco melhores em Biritiba-Mirim e São Simão, respectivamente.

Tabela 4.1 Valores genotípicos (VG) para Volume/planta de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38 à *B. lactucae* e cultivares comerciais Vanda e Vera, em seis municípios (Monte Alto - MA, São Simão - SS, Aramina - A, Mogi-das-Cruzes - MC, Biritiba Mirim - BM e Salesópolis - S), e também na análise conjunta dos seis municípios na época Outono-Inverno de 2014, para o Estado de São Paulo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Volume/planta (10 <sup>4</sup> cm <sup>3</sup> )						Análise Conjunta
	MA	SS	A	MC	BM	S	
	VG <sup>1</sup>						
L <sub>1</sub>	3,423 (4) <sup>2</sup>	3,491 (3)	2,313 (2)	3,084(2)	2,526 (2)	1,916(2)	2,792 (3)
L <sub>2</sub>	3,748 (2)	3,729 (2)	2,312 (3)	2,924 (4)	2,436 (5)	1,897 (3)	2,841(2)
L <sub>3</sub>	4,082 (1)	3,965(1)	2,738 (1)	3,197 (1)	2,627 (1)	2,084 (1)	3,116(1)
L <sub>4</sub>	3,518 (3)	3,200 (7)	2,071 (4)	2,913 (5)	2,281 (7)	1,809 (5)	2,669(4)
L <sub>5</sub>	2,356 (10)	2,525 (10)	1,344 (10)	2,021 (10)	1,668 (9)	1,273 (10)	1,865(10)
L <sub>6</sub>	3,098 (8)	3,331(6)	1,688 (8)	2,766 (7)	2,451 (4)	1,767(6)	2,517(6)
L <sub>7</sub>	3,240 (6)	3,380 (5)	1,958 (5)	3,001 (3)	2,486 (3)	1,816 (4)	2,647(5)
L <sub>8</sub>	3,121 (7)	3,424 (4)	1,896 (6)	2,790 (6)	2,290(6)	1,737 (8)	2,506(7)
'Vanda'	3,388 (5)	3,147 (8)	1,828 (7)	2,675 (8)	2,043 (8)	1,742 (7)	2,471(8)
'Vera'	2,886 (9)	2,794 (9)	1,616 (9)	2,244 (9)	1,645 (10)	1,443 (9)	2,105(9)
Média geral	3,286	3,299	1,976	2,762	2,245	1,749	2,553

<sup>1</sup> Valores genotípicos = (uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média para volume em

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.

Pode-se observar, também, que em Monte Alto, além das quatro linhagens L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>1</sub> e L<sub>4</sub>, também se classificou a cultivar Vanda entre as cinco primeiras de maior valor genotípico.

Na Tabela 4.2, estão apresentados os resultados sobre a estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e estabilidade e adaptabilidade, simultaneamente (MHPRVG), para o volume médio/planta. A classificação das linhagens e cultivares pelos maiores valores, está entre parênteses dentro de cada critério MHVG, PRVG\*MG e MHPRVG\*MG.

Tabela 4.2 Estabilidade de Valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para Volume/planta, de linhagens de alface- -crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38, e das cultivares Vanda e Vera, para seis municípios do Estado de São Paulo (Monte Alto, São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim e Salesópolis), no Outono-Inverno de 2014, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/Cultivares	Volume/planta (10 <sup>4</sup> cm <sup>3</sup> )				
	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG
L <sub>1</sub>	2,663 (3) <sup>2</sup>	1,101	2,811 (3)	1,100	2,807 (3)
L <sub>2</sub>	2,670 (2)	1,112	2,838 (2)	1,110	2,834 (2)
L <sub>3</sub>	2,948 (1)	1,225	3,127 (1)	1,221	3,116 (1)
L <sub>4</sub>	2,507 (4)	1,044	2,664(4)	1,043	2,664 (4)
L <sub>5</sub>	1,742 (10)	0,728	1,857 (10)	0,727	1,855(10)
L <sub>6</sub>	2,352 (7)	0,985	2,515 (6)	0,979	2,500 (7)
L <sub>7</sub>	2,499 (5)	1,039	2,652 (5)	1,037	2,647 (5)
L <sub>8</sub>	2,371 (6)	0,984	2,511 (7)	0,983	2,510 (6)
'Vanda'	2,310(8)	0,964	2,461 (8)	0,963	2,457 (8)
'Vera'	1,954 (9)	0,819	2,090 (9)	0,816	2,084 (9)

<sup>1</sup>Média Geral

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG<sup>1</sup> e MHPRVG\*MG

O valor de MHVG (Média Harmônica dos Valores Genotípicos) indica a estabilidade dos valores genéticos, refere-se à estabilidade e aos caracteres avaliados (volume, produção total, produção comercial, número de folhas e massa seca), simultaneamente. Como a MHVG penaliza instabilidade, quando as linhagens e cultivares são avaliadas nos diferentes municípios, o resultado é que a nova média obtida é ajustada por essa penalização. Considerando que a adaptabilidade é a

capacidade de as linhagens e cultivares responderem de forma positiva ao estímulo do ambiente, o valor da PRVG (Performance Relativa dos Valores Genéticos) indica a adaptabilidade dos valores genéticos, que capitaliza a capacidade da resposta de cada linhagem à melhoria do ambiente (NETO et al., 2013).

O valor de MHPRVG (Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos) indica a estabilidade e da adaptabilidade de valores genéticos, e ordena as linhagens e cultivares por estabilidade, adaptabilidade e o caráter avaliado (volume, produção total, produção comercial, número de folhas ou massa seca), conjuntamente. O valor de MHPRVG\*MG fornece o valor genotípico médio das linhagens nos municípios avaliados, valor já penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade.

Observou-se que as cinco melhores linhagens, com base nos critérios MHVG, PRVG e MHPRVG (Tabela 4.2), coincidiram com as cinco melhores classificadas pelos valores genéticos na análise conjunta (Tabela 4.1) e na mesma ordem para volume.

A produção total e a comercial serão discutidas conjuntamente, já que, na análise conjunta, a classificação para os primeiros cinco maiores valores genotípicos ou de melhor desempenho para os dois caracteres foi semelhante, mas não na mesma ordem (Tabela 4.3).

Observou-se que estas linhagens para esses caracteres de produção foram superiores às cultivares comerciais. Na comparação entre os municípios, as primeiras cinco linhagens com melhor desempenho na análise conjunta (L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>1</sub> e L<sub>6</sub>), para produção total, também foram classificadas entre as cinco primeiras em São Simão e Salesópolis, mas em ordem diferente; e para produção comercial, as cinco linhagens de maior valor genotípico na análise conjunta (L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>2</sub>), também foram classificadas entre as cinco melhores em São Simão e Biritiba-Mirim, com variação na ordem.

As linhagens L<sub>8</sub> e L<sub>7</sub> foram classificadas como as duas primeiras mais produtivas em todos os locais, para produção total e comercial; a linhagem L<sub>2</sub> também se classificou entre as cinco mais produtivas em Mogi das Cruzes para produção total, e para produção total e comercial em Monte Alto e Aramina; a linhagem L<sub>1</sub> classificou-se entre as mais produtivas na análise conjunta apenas para

produção total e destacou-se também em Monte Alto, Aramina e Biritiba-Mirim; a linhagem L<sub>6</sub> destacou-se também para produção total, em Biritiba-Mirim, e para produção comercial, em Mogi das Cruzes e Salesópolis; e a linhagem L<sub>3</sub>, que apenas se destacou entre as mais produtivas na análise conjunta para produção comercial, destacou-se em todos os municípios.

Algumas linhagens que não se classificaram entre as cinco mais produtivas na análise conjunta, foram classificadas entre as mais produtivas, especificamente, para alguns municípios. Assim, para produção total, a linhagem L<sub>3</sub> conseguiu destacar-se entre as cinco mais produtivas em três dos seis municípios (Aramina, Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim), e L<sub>4</sub> em Mogi-das-Cruzes; já para produção comercial, a linhagem L<sub>1</sub> classificou-se entre as cinco mais produtivas em Aramina, e a linhagem L<sub>4</sub> em Monte Alto, Mogi das Cruzes e Salesópolis.

Verifica-se que as cinco melhores linhagens (L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub>), com base nos critérios MHVG, PRVG e MHPRVG (Tabela 4.4), não coincidem com as cinco melhores pelo critério dos valores genotípicos na análise conjunta para produção total (Tabela 4.3). A coincidência foi de 80% dentre as cinco melhores e houve inversão de ordem para a linhagem L<sub>2</sub> coincidente. Segundo Carbonell et al. (2007), esse fato mostra que a utilização desses novos critérios de seleção propiciam um refinamento da seleção.

Pelos critérios de MHVG, PRVG e MHPRVG, foram classificadas como as cinco mais produtivas, para produção comercial, as linhagens L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>2</sub>, com inversões na ordem, e a classificação na análise conjunta, por seus valores genotípicos, coincidiu em 100%. Como os valores de MHVG e PRVG indicam exatamente a superioridade média da linhagem ou da cultivar em relação à média do ambiente em que foi cultivada, segundo isso e pelo valor de MHPRVG, a linhagem L<sub>8</sub>, por exemplo, responde em média 1,084 vez a média do ambiente em que foi cultivada para produção total, e de 1,090 vez para produção comercial (Tabela 4.4).

Pelo valor de MHPRVG\*MG, as linhagens L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub> classificaram-se como as cinco melhores para produção total e comercial, sendo este valor já penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade.

Tabela 4.3 Valores genotípicos (VG) para produção total e comercial, de linhagens de alface crespa possuidoras dos fatores de resistência R-18 e R-38 a *B. lactucae*, e das cultivares comerciais Vanda e Vera, em seis municípios (Monte Alto - MA, São Simão - SS, Aramina - A, Mogi das Cruzes-MC, Biritiba-Mirim- BM e Salesópolis -S), e também na análise conjunta dos seis municípios na época Outono-Inverno de 2014, para o Estado de São Paulo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Produção Total (g/planta)							Produção Comercial (g/planta)						
	MA	SS	A	MC	BM	S	Análise Conjunta	MA	SS	A	MC	BM	S	Análise Conjunta
	VG <sup>1</sup>							VG <sup>1</sup>						
L <sub>1</sub>	571,3(1) <sup>2</sup>	517,3(1)	281,1(3)	394,2(7)	385,0(4)	260,4(5)	401,6(4)	449,9(8)	442,0(7)	240,2(5)	357,5(6)	342,4(6)	224,1(8)	342,7(7)
L <sub>2</sub>	556,4(2)	512,8(2)	286,4(2)	410,4(3)	382,3(6)	271,8(4)	403,3(3)	513,6(1)	474,3(1)	243,1(4)	352,5(7)	343,9(5)	231,3(6)	359,8(5)
L <sub>3</sub>	497,7(8)	480,8(7)	271,5(5)	401,3(4)	382,4(5)	250,0(7)	380,6(7)	502,4(2)	473,4(2)	252,5(2)	370,2(3)	344,0(4)	244,8(4)	364,6(3)
L <sub>4</sub>	550,9 (3)	491,6(6)	255,4(6)	400,5(5)	374,0(7)	259,5(6)	388,6(6)	499,2(3)	452,4(6)	226,6(6)	360,4(5)	336,6(8)	234,9(5)	351,7(6)
L <sub>5</sub>	459,6(9)	456,9(8)	220,9(9)	357,8(9)	359,2(8)	236,9(8)	348,6(9)	431,6(9)	435,0(8)	205,6(8)	335,8(8)	337,3(7)	225,4(7)	328,4(8)
L <sub>6</sub>	536,9(6)	493,1(5)	252,3(7)	396,4(6)	415,1(1)	286,4(2)	396,7(5)	492,4(6)	457,8(5)	223,9(7)	364,2(4)	383,5(1)	264,9(1)	364,4(4)
L <sub>7</sub>	543,6(4)	506,6(4)	271,6(4)	425,8(1)	405,3(3)	279,5(3)	405,4(2)	498,7(4)	470,4(3)	244,6(3)	389,1(1)	370,6(2)	258,5(3)	372,0(2)
L <sub>8</sub>	538,2(5)	512,0(3)	293,5(1)	423,2(2)	407,1(2)	288,3(1)	410,4(1)	497,5(5)	466,7(4)	265,4(1)	388,4(2)	369,2(3)	264,7(2)	375,3(1)
'Vanda'	512,8(7)	425,1(9)	235,4(8)	377,9(8)	333,0(9)	234,2(9)	353,1(8)	457,7(7)	385,0(10)	202,8(9)	335,0(9)	299,1(9)	208,3(9)	314,7(9)
'Vera'	456,3(10)	422,2(10)	209,8(10)	336,3(10)	302,4(10)	218,1(10)	324,2(10)	419,4(10)	393,3(9)	189,0(10)	308,8(10)	277,0(10)	202,4(10)	298,3(10)
Média geral	223,721	481,8	257,8	392,4	374,6	258,5	381,3	476,2	445,0	229,4	356,2	340,4	235,9	347,2

<sup>1</sup>: Valores genotípicos= (uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média.

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.

Assim, essas linhagens foram simultaneamente as mais produtivas, estáveis e adaptadas nos seis municípios avaliados.

Para número de folhas, são apresentados apenas os valores genotípicos nos municípios e na análise conjunta (Tabela 4.5), já que o efeito da interação das linhagens e das cultivares com os municípios não foi significativo (Tabela 4). Pelos valores observados na análise conjunta dos valores genotípicos, as cinco melhores linhagens foram: L<sub>7</sub>, L<sub>8</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>5</sub>.

Tabela 4.4 Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para produção total e produção comercial, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38, e das cultivares Vanda e Vera, para seis municípios do Estado de São Paulo, no Outono-Inverno de 2014, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/Cultivares	Produção total (g/planta)				
	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	355,450(7)	1,002	382,150(7)	1,001	381,701(7)
L <sub>2</sub>	370,022(4)	1,050	400,151 (4)	1,048	399.637(4)
L <sub>3</sub>	375,687(3)	1,060	404,010(3)	1,059	403,745(3)
L <sub>4</sub>	357,366 (6)	1,015	386,867(6)	1,014	386,705(6)
L <sub>5</sub>	321,017(9)	0,912	347,718(9)	0,911	347,184(9)
L <sub>6</sub>	368,610 (5)	1,043	397,527(5)	1,040	396,668(5)
L <sub>7</sub>	377,631 (2)	1,066	406,291(2)	1,065	406,179(2)
L <sub>8</sub>	386,961(1)	1,085	413,800(1)	1,084	413,370(1)
'Vanda'	324,864(8)	0,923	351,711(8)	0,921	351,154(8)
'Vera'	297,186(10)	0,845	322,292(10)	0,845	321,964(10)
Produção comercial (g/planta)					
L <sub>1</sub>	318,651 (7)	0,991	343,968 (7)	0,990	343,538 (7)
L <sub>2</sub>	328,976 (5)	1,031	357,841 (5)	1,029	357,333 (5)
L <sub>3</sub>	337,905 (3)	1,051	364,962 (4)	1,051	364,711 (3)
L <sub>4</sub>	322,080 (6)	1,008	350,038 (6)	1,008	349,891 (6)
L <sub>5</sub>	302,134 (8)	0,945	328,043 (8)	0,944	327,603 (8)
L <sub>6</sub>	336,878 (4)	1,052	365,153 (3)	1,049	364,173 (4)
L <sub>7</sub>	345,689 (2)	1,075	373,070 (2)	1,074	372,956 (2)
L <sub>8</sub>	353,351 (1)	1,091	378,900 (1)	1,090	378,412 (1)
'Vanda'	287,872 (9)	0,902	313,191(9)	0,901	312,719 (9)
'Vera'	272,633 (10)	0,855	296,667(10)	0,854	296,372 (10)

<sup>1</sup>Média Geral

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG<sup>1</sup> e MHPRVG\*MG

Tabela 4.5 Valores genotípicos (VG) para número de folhas/planta e massa seca em g/planta, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38 a *B. lactucae*, e das cultivares comerciais Vanda e Vera, em seis municípios (Monte Alto - MA, São Simão - SS, Aramina - A, Mogi das Cruzes - MC, Biritiba-Mirim - BM e Salesópolis - S), e também na análise conjunta dos seis municípios na época Outono-Inverno de 2014, para o Estado de São Paulo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Número de folhas							Massa seca (g/planta)						
	MA	SS	A	MC	BM	S	Análise Conjunta	MA	SS	A	MC	BM	S	Análise Conjunta
	VG <sup>1</sup>							VG <sup>1</sup>						
L <sub>1</sub>	27,94(9) <sup>2</sup>	25,75 (9)	28,23 (6)	24,66 (7)	23,94 (7)	20,57 (7)	25,18 (9)	15,71 (2)	15,36 (2)	21,99 (3)	19,25 (5)	12,19 (4)	12,40 (3)	16,15 (2)
L <sub>2</sub>	28,63 (7)	26,38(5)	28,90 (4)	24,57(8)	23,96(6)	20,55 (8)	25,50 (6)	15,70 (3)	16,24 (1)	23,17 (2)	18,23 (8)	11,71 (8)	11,76 (6)	16,13 (3)
L <sub>3</sub>	28,95(5)	25,99 (7)	28,14 (9)	24,32 (9)	23,60(9)	20,64 (5)	25,27 (8)	15,02 (7)	14,70 (6)	21,57 (4)	18,54 (7)	12,19 (5)	12,61 (2)	15,77 (7)
L <sub>4</sub>	28,64 (6)	26,51 (4)	28,16 (7)	25,23 (4)	24,24 (5)	20,62 (6)	25,57 (4)	15,49 (5)	15,00 (3)	20,8 (7)	19,40 (4)	11,73 (7)	11,44 (8)	15,64 (8)
L <sub>5</sub>	28,32(8)	26,34 (6)	28,16 (8)	24,94 (5)	24,41(4)	21,00 (4)	25,53 (5)	13,42 (10)	14,84 (4)	19,8 (9)	18,03 (9)	11,65 (9)	11,09 (9)	14,8 (9)
L <sub>6</sub>	30,88 (3)	27,10(3)	29,01(3)	26,30 (3)	25,80 (3)	22,26 (3)	27,04 (3)	16,12 (1)	14,20 (8)	20,45 (8)	18,73 (6)	13,53 (1)	12,93 (1)	15,99 (4)
L <sub>7</sub>	32,24 (1)	30,48 (1)	31,73 (2)	28,93(1)	27,47 (1)	24,06 (1)	29,15 (1)	14,2 (8)	14,78 (5)	21,49 (5)	19,82 (3)	12,58 (2)	11,85 (5)	15,79 (6)
L <sub>8</sub>	31,80 (2)	29,83 (2)	31,96 (1)	28,12 (2)	26,65 (2)	23,47 (2)	28,64 (2)	15,23 (6)	14,43 (7)	23,6 (1)	20,37 (1)	12,07 (6)	11,72 (7)	16,24 (1)
'Vanda'	29,13 (4)	25,89 (8)	28,83 (5)	24,88 (6)	23,75 (8)	20,39 (9)	25,48 (7)	15,67 (4)	13,81 (9)	21,48 (6)	19,86 (2)	12,37 (3)	11,87 (4)	15,84 (5)
'Vera'	24,64(10)	22,96 (10)	23,87(10)	20,924 (10)	19,98 (10)	17,07 (10)	21,57 (10)	13,56 (9)	12,74 (10)	19,29 (10)	16,35 (10)	12,05 (10)	10,84 (10)	13,87 (10)
Média geral	29,12	26,81	28,70	25,29	24,38	21,06	25,89	15,01	14,6	21,36	18,86	12,05	11,85	15,62

<sup>1</sup>: Valores genotípicos= (uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média.

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.

Na análise conjunta, para massa seca pelo critério dos valores genotípicos, as cinco linhagens de maior valor foram L<sub>8</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>6</sub> e a cultivar Vanda (Tabela 4.5). Na comparação com as cinco linhagens de maior valor pelo critério de MHPRVG\*MG apresentado na Tabela 4.6 (L<sub>1</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>8</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>), a coincidência foi de 80%. Observou-se também que a linhagem L<sub>3</sub>, embora tenha-se classificado como a sétima de maior valor genotípico, conseguiu classificar-se como a quinta linhagem de maior massa seca, adaptabilidade e estabilidade, conjuntamente.

Tabela 4.6 Estabilidade de Valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para massa seca em g/planta, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e das cultivares Vanda e Vera, para seis municípios do Estado de São Paulo, no Outono-Inverno de 2014, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/Cultivares	Massa seca (g/planta)				
	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	15,431 (2) <sup>2</sup>	1,035	16,162 (2)	1,034	16,159 (1)
L <sub>2</sub>	15,240 (3)	1,029	16,074 (4)	1,026	16,027 (4)
L <sub>3</sub>	15,139 (5)	1,012	15,817 (6)	1,012	15,807 (5)
L <sub>4</sub>	14,869 (8)	1,000	15,623 (8)	0,999	15,610 (8)
L <sub>5</sub>	14,154 (9)	0,949	14,830 (9)	0,948	14,807 (9)
L <sub>6</sub>	15,545 (1)	1,035	16,172 (1)	1,031	16,111 (2)
L <sub>7</sub>	15,039 (7)	1,010	15,776 (7)	1,009	15,757 (7)
L <sub>8</sub>	15,205 (4)	1,030	16,086 (3)	1,028	16,055 (3)
'Vanda'	15,065 (6)	1,013	15,820 (5)	1,011	15,800 (6)
'Vera'	13,239 (10)	0,888	13,871 (10)	0,888	13,865 (10)

<sup>1</sup>Média Geral

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG<sup>1</sup> e MHPRVG\*MG

### Primavera-Verão

Nesta época, todos os efeitos apresentados na Tabela 5, foram significativos para os caracteres estudados, e apenas para massa seca não teve interação das linhagens e cultivares com os municípios, indicando que as linhagens e cultivares são diferentes entre elas, e que também sua resposta diferenciada é influenciada pelo município onde foram cultivadas.

Tabela 5 Análise de deviance conjunta, média geral e coeficiente de variação experimental (CV%) para Volume de planta (V), Produção total (PT), Produção Comercial (PC), Número de Folhas (NF) e Massa Seca (MS), em seis municípios produtores de alface no Estado de São Paulo, na época Primavera-Verão (2014-2015), envolvendo oito linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38 a *B. lactucae*, e duas cultivares comerciais, pela metodologia de modelos mistos.

Efeitos <sup>1</sup>	V	PT	PC	N F	MS
Linhagens e Cultivares	281,1**	344,1*	343,8**	125,8**	88,3**
Parcela	149,9**	212,1**	203,2**	52,8**	53,1**
Linhagens e cultivares x Municípios	13,5**	8,1**	10,5**	12,9**	2,6 <sup>ns</sup>
CV (%)	15,7	19,4	19,1	10,3	15,4
Média Geral	148,6	164,1	140,0	21,8	9,8

<sup>1</sup> Valores da estatística do teste de razão de verossimilhança (LRT); <sup>ns</sup> não significativo; e significativo a \* e \*\* p=5% (3,84) e 1% (6,63), respectivamente, pelo teste de qui-quadrado, com um grau de liberdade.

Considerando os valores genotípicos para volume, as melhores cinco linhagens no conjunto de municípios foram L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>, e esta classificação coincidiu com a apresentada em São Simão, com inversões na ordem (Tabela 5.1).

A linhagem L<sub>2</sub> também foi uma das cinco de maior valor genotípico nos outros cinco municípios, a linhagem L<sub>3</sub>, em outros quatro municípios, e apenas não se destacou em Mogi-das-Cruzes, da mesma maneira que a linhagem L<sub>4</sub>, e que não se destacou em Biritiba-Mirim; a linhagem L<sub>7</sub> destacou-se também em Monte Alto e Mogi das Cruzes, e a linhagem L<sub>8</sub>, em Aramina, Biritiba-Mirim e Salesópolis.

Pelos critérios de MHVG, PRVG e MHPRVG (Tabela 5.2), foram classificadas as cinco melhores linhagens na mesma ordem (L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>7</sub> e L<sub>8</sub>). Quando se comparou tal classificação com a obtida a partir dos valores genotípicos, derivados da análise conjunta dos seis municípios (Tabela 5.1), observou-se que estas também foram classificadas com inversões na ordem.

Tabela 5.1 Valores genotípicos (VG) para Volume de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência R18 e R38 a *B. lactucae*, e das cultivares comerciais Vanda e Vera, em seis municípios (Monte Alto - MA, São Simão - SS, Aramina - A, Mogi das Cruzes – MC, Biritiba-Mirim - BM e Salesópolis - S), e também na análise conjunta dos seis municípios na Primavera-Verão (2014-2015), para o Estado de São Paulo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Volume (10 <sup>4</sup> cm <sup>3</sup> )						Análise Conjunta
	MA	SS	A	MC	BM	S	
	VG <sup>1</sup>						
L <sub>1</sub>	1,591 (6) <sup>2</sup>	1,688 (7)	0,930 (5)	2,016 (2)	1,803(5)	0,962 (8)	1,498 (6)
L <sub>2</sub>	1,680 (2)	2,052 (2)	1,108 (1)	1,918 (3)	1,858 (3)	1,089 (1)	1,618 (1)
L <sub>3</sub>	1,750 (1)	2,155 (1)	0,939 (4)	1,716 (7)	1,868 (2)	1,009 (3)	1,573 (2)
L <sub>4</sub>	1,670 (3)	1,829 (5)	1,074 (2)	2,057 (1)	1,766 (7)	1,034 (2)	1,572 (3)
L <sub>5</sub>	1,491 (9)	1,579 (9)	0,735 (10)	1,635 (10)	1,747(8)	0,775 (10)	1,327 (10)
L <sub>6</sub>	1,645 (4)	1,807(6)	0,870 (7)	1,754 (6)	1,842 (4)	0,976 (7)	1,482 (7)
L <sub>7</sub>	1,628 (5)	1,997 (3)	0,921 (6)	1,801 (4)	1,798 (6)	1,000 (6)	1,524 (4)
L <sub>8</sub>	1,585 (7)	1,965 (4)	0,954 (3)	1,642 (9)	1,878 (1)	1,003 (5)	1,504 (5)
Vanda	1,452 (10)	1,626(8)	0,824 (8)	1,688 (8)	1,620 (10)	1,006 (4)	1,369 (9)
Vera	1,575 (8)	1,540 (10)	0,821 (9)	1,771 (5)	1,725 (9)	0,917 (9)	1,392 (8)
Média geral	1,607	1,824	0,918	180,0	1,790	0,977	1,486

<sup>1</sup>: Valores genotípicos= (uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.

Observando-se as linhagens e as cultivares com os respectivos valores genotípicos em conjunto para todos os municípios (Tabela 5.3), para produção total, verifica-se que a cultivar Vanda, a linhagem L<sub>2</sub>, a cultivar Vera, a linhagem L<sub>4</sub>, e L<sub>6</sub>, tiveram os cinco maiores valores genotípicos, ou seja, o melhor desempenho. Como o interesse desta pesquisa é caracterizar o desempenho das linhagens, a descrição do desempenho através dos municípios será das linhagens que se classificaram entre as cinco melhores.

Assim, a linhagem L<sub>2</sub> destacou-se entre as cinco linhagens de melhor desempenho em São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes e Salesópolis; a linhagem L<sub>4</sub> destacou-se em Monte Alto, Aramina e Mogi das Cruzes; e a linhagem L<sub>6</sub>, em Monte Alto, Biritiba-Mirim e Salesópolis.

Tabela 5.2 Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para Volume, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e as cultivares Vanda e Vera, para seis municípios do Estado de São Paulo, na Primavera-Verão (2014-2015), pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/Cultivares	Volume (10 <sup>4</sup> cm <sup>3</sup> )				
	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	1,368 (6) <sup>2</sup>	1,007	1,496 (6)	1,004	1,491 (6)
L <sub>2</sub>	1,514 (1)	1,099	1,634 (1)	1,096	1,629 (1)
L <sub>3</sub>	1,425 (3)	1,054	1,566 (3)	1,050	1,559 (3)
L <sub>4</sub>	1,465 (2)	1,067	1,585 (2)	1,063	1,579 (2)
L <sub>5</sub>	1,167 (10)	0,879	1,305 (10)	0,874	1,298 (10)
L <sub>6</sub>	1,349 (7)	0,994	1,477 (7)	0,993	1,476 (7)
L <sub>7</sub>	1,391 (4)	1,023	1,521 (4)	1,022	1,519 (4)
L <sub>8</sub>	1,387 (5)	1,015	1,509 (5)	1,012	1,504 (5)
Vanda	1,271 (8)	0,928	1,378(9)	0,925	1,375 (9)
Vera	1,267 (9)	0,934	1,388 (8)	0,932	138,4(8)

<sup>1</sup>Média Geral

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG e MHPRVG\*MG

Das cinco linhagens e cultivares de melhor desempenho na produção total (cultivar Vera, a linhagem L<sub>2</sub>, a cultivar Vanda, a linhagem L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>), quatro delas também tiveram bom desempenho para produção comercial. Assim, a linhagem L<sub>2</sub> foi, das cinco, a de melhor desempenho em São Simão, Aramina, Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim; a linhagem L<sub>4</sub> destacou-se em Monte Alto, Aramina, Mogi das Cruzes e Salesópolis; e a linhagem L<sub>5</sub>, em Monte Alto, São Simão, Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim.

Nesta época, as linhagens de maior valor genotípico junto, com as cultivares comerciais Vanda e Vera, foram as mais produtivas. As outras linhagens que não se destacaram na análise conjunta, tiveram desempenho superior de maneira específica para alguns municípios, como, por exemplo, as linhagens L<sub>1</sub> e L<sub>3</sub>, de pior desempenho na análise conjunta, foram as de maior produção total em Monte Alto, Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim (L<sub>1</sub>) e São Simão (L<sub>3</sub>) (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 Valores genotípicos (VG) para produção total e produção comercial em g/planta, de linhagens de alface crespa possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e das cultivares comerciais Vanda e Vera, em seis municípios (Monte Alto - MA, São Simão - SS, Aramina - A, Mogi das Cruzes - MC, Biritiba-Mirim - BM e Salesópolis - S), e também na análise conjunta dos seis municípios na época Primavera-Verão (2014-2015), para o Estado de São Paulo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Produção total (g/planta)							Produção comercial (g/planta)						
	MA	SS	A	MC	BM	S	Análise Conjunta	MA	SS	A	MC	BM	S	Análise Conjunta
	VG <sup>1</sup>							VG <sup>1</sup>						
L <sub>1</sub>	211,8(5) <sup>2</sup>	209,8(10)	96,6(8)	183,5(3)	172,0(3)	85,0(10)	159,7(10)	184,8(6)	175,1(10)	80,8(8)	149,6(4)	144,2(3)	75,3(10)	134,9(9)
L <sub>2</sub>	211,0(6)	246,0(3)	107,9(2)	176,8(5)	170,0(7)	95,2(5)	167,9(2)	184,4(7)	206,8(3)	91,9(2)	147,7(5)	140,5(5)	85,4(7)	142,8(2)
L <sub>3</sub>	210,4(8)	251,2(2)	94,8(9)	152,0(10)	166,2(9)	91,8(8)	161,0(9)	182,6(9)	212,0(2)	78,4(10)	120,6(10)	133,5(10)	82,2(8)	134,8(10)
L <sub>4</sub>	215,9(3)	210,0(9)	112,1(1)	190,7(1)	169,3(8)	97,1(4)	165,9(4)	189,4(3)	178,4(9)	96,6(1)	160,1(1)	138,2(8)	88,4(3)	141,9(4)
L <sub>5</sub>	211,0(7)	230,4(6)	93,0(10)	176,3(6)	171,0(4)	85,4(9)	161,2(8)	188,2(4)	204,3(4)	78,6(9)	150,9(3)	144,7(2)	77,0(9)	140,6(5)
L <sub>6</sub>	223,8(2)	228,3(7)	100,7(6)	162,9(8)	171,0(5)	97,2(3)	164,0(5)	197,5(2)	195,1(7)	84,8(6)	134,7(8)	140,0(6)	88,1(4)	140,0(6)
L <sub>7</sub>	202,6(10)	256,9(1)	98,8(7)	164,2(7)	163,9(10)	93,9(7)	163,4(6)	176,2(10)	223,1(1)	82,4(7)	134,9(7)	135,9(9)	85,4(6)	139,6(7)
L <sub>8</sub>	210,4(9)	236,1(5)	103,3(4)	153,8(9)	173,8(1)	98,6(2)	162,7(7)	183,9(8)	203,0(5)	86,8(5)	125,8(9)	143,7(4)	90,1(2)	138,9(8)
Vanda	214,5(4)	237,9(4)	106,5(3)	177,4(4)	170,8(6)	103,3(1)	168,4(1)	187,1(5)	201,2(6)	89,5(3)	143,9(6)	139,8(7)	94,4(1)	142,7(3)
Vera	224,1(1)	219,3(8)	101,9(5)	188,2(2)	172,8(2)	94,9(6)	166,9(3)	197,9(1)	188,7(8)	88,4(4)	157,2(2)	146,1(1)	86,3(5)	144,2(1)
Média geral	213,5	232,6	101,5	172,6	170,1	94,2	164,1	187,2	198,8	85,8	142,5	140,7	85,3	140,0

<sup>1</sup>: Valores genotípicos= (uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média.

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.

De acordo com os resultados esperados, em gramas/planta, penalizando ou capitalizando as linhagens e as cultivares em função de seu desempenho, em relação à estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG), e estabilidade e adaptabilidade conjuntamente (MHPRVG) para o conjunto de municípios (Tabela 5.4), observou-se que tanto para a produção total, como para a comercial, as cinco linhagens e cultivares superiores foram L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>6</sub>, Vanda e Vera, e cuja ordem variou segundo o caráter de produção. Neste caso, os resultados coincidem com os cinco melhores apresentados na Tabela 5.3, dos valores genotípicos, na análise em conjunto dos seis municípios.

Tabela 5.4 Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG), para produção total e produção comercial, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R-18 e R-38, e das cultivares Vanda e Vera, para seis municípios do Estado de São Paulo, na Primavera-Verão (2014-2015), pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/Cultivares	Produção total (g/planta)				
	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	139,937 (9)	0,970	159,206 (10)	0,967	158,633 (10)
L <sub>2</sub>	149,557 (3)	1,024	167,989 (3)	1,023	167,864 (2)
L <sub>3</sub>	140,278 (8)	0,972	159,471 (8)	0,968	158,868 (9)
L <sub>4</sub>	150,895 (2)	1,025	168,167 (2)	1,020	167,377 (3)
L <sub>5</sub>	139,333(10)	0,971	159,386 (9)	0,969	159,049 (8)
L <sub>6</sub>	146,147 (5)	1,000	164,145 (5)	0,999	163,954 (5)
L <sub>7</sub>	143,580 (7)	0,99	162,405 (7)	0,987	161,961 (7)
L <sub>8</sub>	146,105 (6)	0,996	163,468 (6)	0,994	163,023 (6)
Vanda	152,162 (1)	1,034	169,681 (1)	1,033	169,529 (1)
Vera	148,210 (4)	1,018	167,055 (4)	1,016	166,724 (4)
Produção comercial (g/planta)					
L <sub>1</sub>	119,029 (9)	0,961	134,607 (9)	0,957	133,984 (9)
L <sub>2</sub>	128,369 (4)	1,022	143,144 (4)	1,021	143,027 (4)
L <sub>3</sub>	117,874 (10)	0,953	133,379 (10)	0,948	132,732 (10)
L <sub>4</sub>	130,328 (1)	1,030	144,169 (2)	1,023	143,289 (3)
L <sub>5</sub>	121,316 (8)	0,990	138,628 (7)	0,986	138,119 (7)
L <sub>6</sub>	125,256 (6)	1,000	139,999 (5)	0,999	139,820 (5)
L <sub>7</sub>	123,007 (7)	0,990	138,582 (8)	0,986	138,075 (8)
L <sub>8</sub>	125,256 (5)	0,996	139,460 (6)	0,993	139,003 (6)
Vanda	129,908 (2)	1,028	143,899 (3)	1,026	143,702 (2)
Vera	129,145 (3)	1,032	144,493 (1)	1,030	144,195 (1)

<sup>1</sup>Média Geral; <sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG e MHPRVG\*MG

Segundo Carbonell et al. (2007) e Silva et al. (2011), as estimativas levando em conta a adaptabilidade e a estabilidade propiciam refinamento na recomendação de cultivares. Este fato pode ser observado na linhagem L<sub>8</sub> para produção comercial, que, apesar de apresentar bom desempenho em relação à estabilidade (MHVG) (5<sup>a</sup> ordem), não coincidiu com as mais produtivas por seus valores genotípicos (8<sup>a</sup> ordem), nem com os outros critérios de classificação.

Na comparação entre os municípios, pode ser observado que as cinco linhagens e cultivares com maiores valores genotípicos, na análise conjunta (L<sub>7</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, Vanda e L<sub>5</sub>), para número de folhas, foram semelhantes aos dados observados em Mogi das Cruzes, porém não na mesma ordem. Já nos outros municípios, observou-se que dentre as cinco melhores, pelo menos três, em cada município foram coincidentes com os cinco melhores na análise conjunta (Tabela 5.5).

Segundo o critério de MHVG, PRVG e MHPRVG (Tabela 5.6), as linhagens de maior número de folhas, estabilidade e adaptabilidades foram as linhagens e as cultivares L<sub>7</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, Vanda e L<sub>5</sub>, que também coincidiram com a classificação obtida na análise conjunta dos valores genotípicos, nos seis municípios avaliados.

As diferenças de resposta entre as linhagens e as cultivares não foram influenciadas quando submetidas aos diferentes municípios de maneira significativa, para o caráter de massa seca (Tabela 5). Dessa maneira, as cinco melhores na análise conjunta foram as linhagens L<sub>6</sub>, L<sub>5</sub>, Vanda e as linhagens L<sub>4</sub> e L<sub>2</sub> (Tabela 5.5).

Segundo o critério de MHVG, PRVG e MHPRVG (Tabela 5.6), as linhagens de maior número de folhas, estabilidade e adaptabilidades foram as linhagens e cultivares L<sub>7</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, Vanda e L<sub>5</sub>, que também coincidiram com a classificação obtida na análise conjunta dos valores genotípicos dos seis municípios avaliados.

As diferenças de resposta entre as linhagens e cultivares não foram influenciadas quando submetidas aos diferentes municípios de maneira significativa, para o caráter de massa seca (Tabela 5). Dessa maneira, as cinco melhores na análise conjunta foram as linhagens L<sub>6</sub>, L<sub>5</sub>, Vanda e as linhagens L<sub>4</sub> e L<sub>2</sub> (Tabela 5.5).

Tabela 5.6 Estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para número de folhas/planta, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e das cultivares Vanda e Vera, para seis municípios do Estado de São Paulo, na Primavera-Verão (2014-2015), pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/Cultivares	Número de folhas				
	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	19,352 (9) <sup>2</sup>	0,946	20,613 (8)	0,946	20,594 (8)
L <sub>2</sub>	21,109 (3)	1,030	22,427 (3)	1,028	22,395 (3)
L <sub>3</sub>	19,580 (8)	0,943	20,547 (9)	0,941	20,498 (9)
L <sub>4</sub>	21,313 (2)	1,034	22,523 (2)	1,032	22,486 (2)
L <sub>5</sub>	20,842 (6)	1,017	22,143 (5)	1,016	22,133 (5)
L <sub>6</sub>	20,333 (7)	0,987	21,493 (7)	0,986	21,477 (7)
L <sub>7</sub>	22,145 (1)	1,078	23,478 (1)	1,077	23,463 (1)
L <sub>8</sub>	20,957 (4)	1,015	22,099 (6)	1,013	22,060 (6)
Vanda	20,870 (5)	1,018	22,178 (4)	1,018	22,166 (4)
Vera	19,094 (10)	0,932	20,301 (10)	0,931	20,273 (10)

<sup>1</sup>Média Geral

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG e MHPRVG\*MG

De acordo com as médias apresentadas pelas linhagens e cultivares nas duas épocas de cultivo, verificou-se que o potencial para os caracteres avaliados foi mais expressivo na época Outono-Inverno. No Outono – Inverno, as linhagens e as cultivares apresentaram, em média,  $255,3 \times 10^2 \text{ cm}^3$  de volume/planta, 381,3 g/planta de produção total, 347,2 g/planta de produção comercial, 25,9 folhas/planta e 15,6 g/planta de massa seca, enquanto na Primavera-Verão as linhagens e as cultivares apresentaram médias de  $148,6 \times 10^2 \text{ cm}^3$  do volume/planta, 164,1 g/planta de produção total, 140,0 g/planta de produção comercial, 21,8 folhas/planta e 9,8 g/planta de massa seca (Tabelas 4 e 5).

Em outros trabalhos semelhantes, submetendo-se cultivares de alface-crespa a vários ambientes de cultivo (sistemas de cultivo, municípios, épocas), observa-se que o potencial genético de alface é mais expressivo na época de Outono-Inverno, para as variáveis de produção total, comercial e número de folhas (FELTRIM et al., 2009; GUALBERTO et al., 2009; QUEIROZ et al., 2014), confirmando que a alface é pouco adaptada às condições de temperatura e de luminosidade elevadas, já que tais condições influenciam diretamente na redução do ciclo e antecipam a fase

reprodutiva, acelerando o processo de pendoamento, o que torna a hortaliça imprópria para consumo, pela produção de látex, que confere sabor amargo às folhas (LUZ et al.,2009).

Os dados de produção total, comercial e número de folhas observados neste grupo de linhagens e de cultivares de alface-crespa foram superiores aos encontrados por Queiroz et al. (2014), que verificaram valores médios de produção total de 248,3 g/planta (Inverno) e 101,7 g/planta (Verão), em Cáceres-MT. Já Feltrim et al.(2009) observaram produção comercial similar à observada neste, estudo de 346,97 g/planta no Inverno e 247,15 g/planta, no Verão, em Jaboticabal-SP.

O número de folhas neste estudo foi superior ao observado em Cáceres-MT (Inverno: 19,9; Verão: 14,4), e inferior ao observado em Jaboticabal (Inverno: 30,53 e Verão: 44,50) (FELTRIM et al., 2009; QUEIROZ et al., 2014). Gualberto et al.(2009) observaram, em Marília-SP, que o número de folhas variou de 17,0 a 21,8 na época de Outono-Inverno, números inferiores aos valores médios encontrados neste estudo, enquanto para Primavera, o número de folhas foi maior (20,3 a 24,1 folhas).

Santos et al. (2009), em Cáceres-MT, verificaram, em cultivares do tipo crespa, produções totais de 52,6 a 111,5 g/planta, e de 40,4 a 93,5 g/planta de produção comercial, número de folhas de 9,7 a 20,4 e massa seca de 47,16 a 99,5 mg, como consequência das altas temperaturas e da ampla luminosidade características da referida região.

Segundo Figueiredo et al. (2004), quando o objetivo final da produção é a obtenção de plantas com maior volume, visando à comercialização direta com redes de supermercado ou feiras livres, onde se considera o volume de plantas para se preparar os maços, e pelos resultados obtidos nesta pesquisa, na época de Outono-Inverno, as sete linhagens das oito avaliadas tiveram maiores valores médios de volume/planta em comparação com Vanda e Vera, sendo as linhagens L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>7</sub> as cinco primeiras em ordem de seu maior valor de volume médio/planta, adaptabilidade e estabilidade, conjuntamente (Tabela 4.2).

Na época de Primavera-Verão, semelhante à época de Outono-Inverno, as linhagens L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>7</sub> apresentaram maiores valores, junto com a linhagem L<sub>8</sub>, que

conseguiu destacar-se também entre as cinco melhores apenas na Primavera-Verão (Tabela 5.2).

Em geral, as linhagens também foram as de maior produtividade em comparação com as cultivares comerciais no Outono – Inverno, enquanto na Primavera-Verão a produção foi inferior, e as cultivares Vanda e Vera classificaram-se entre as cinco mais produtivas junto a três linhagens. As linhagens L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>6</sub> e L<sub>2</sub> foram as cinco mais produtivas, adaptadas e estáveis no Outono – Inverno (Tabela 4.4).

As linhagens L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>6</sub> conseguiram classificar-se entre as cinco melhores, na Primavera-Verão, coincidindo também no Outono-Inverno com as linhagens L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub>. Estas linhagens, possivelmente, apresentaram resistência ao pendoamento precoce, semelhantemente às cultivares adaptadas ao Verão, Vanda e Vera, também classificadas entre as cinco mais produtivas, adaptadas e estáveis para esta época de cultivo (Tabela 5.4).

A interação de linhagens e de cultivares com os municípios não foi significativa para número de folhas, no Outono-Inverno, nem para massa seca, na Primavera-Verão. Pode-se ressaltar, em geral, que as linhagens foram superiores à cultivar Vera na Primavera-Verão para número de folhas, e também em massa seca no Outono-Inverno (Tabela 4.6 e Tabela 5.6).

### **Análise conjunta das duas épocas de cultivo**

Ao visualizar a análise deviance apresentada na Tabela 6, em relação aos caracteres avaliados nas linhagens e nas cultivares, nos seis municípios e nas duas épocas de cultivo em conjunto, observou-se que, além das diferenças existentes entre as linhagens e cultivares, essa resposta diferencial é altamente influenciada pela época de cultivo para volume, produção total, produção comercial e número de folhas. As outras interações apresentadas não foram significativas (Linhagens e Cultivares x Municípios, e Linhagens e Cultivares x Municípios x Épocas).

Os valores genotípicos e o desempenho das linhagens e cultivares em relação à estabilidade (MHVG), adaptabilidade (PRVG) e estabilidade e adaptabilidade, conjuntamente (MHPRVG), para as duas épocas de cultivo em conjunto, para o caráter de volume, são apresentados na Tabela 6.1.

Pode-se verificar que as cinco linhagens superiores, principalmente no volume, produção total e comercial, adaptabilidade e estabilidade, na análise conjunta das duas épocas, coincidiram no Outono-Inverno, e pelo menos com duas na Primavera–Verão (Tabelas 4.2; 4.4; 5.2; 5.4; 6.1 e 6.2).

Tabela 6 Análise de deviance conjunta, média geral e coeficiente de variação experimental (CV%) para Volume de Planta (V), Produção Total (PT), Produção Comercial (PC), Número de Folhas (NF) e Massa Seca (MS), em seis municípios produtores de alface no Estado de São Paulo, no Outono-Inverno (2014) e Primavera-Verão (2014-2015), envolvendo oito linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e das cultivares comerciais Vanda e Vera, pela metodologia de modelos mistos.

Efeitos <sup>1</sup>	V	PT	PC	NF	MS
Linhagens e Cultivares	60,7**	46,8**	232,4**	41,9**	12,3**
Linhagens e Cultivares x Municípios	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>
Linhagens e Cultivares x Épocas	14,2**	13,6**	15,1**	10,0**	2,0 <sup>ns</sup>
Linhagens e Cultivares x Municípios x Épocas	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>
CV (%)	4,9	19	15,6	9	18,8
Média Geral	201,8	272,8	243,5	23,9	12,8

<sup>1</sup> Valores da estatística do teste de razão de verossimilhança (LRT); <sup>ns</sup> não significativo; e significativo a \* e \*\* p=5% (3,84), e, 1%(6,63), respectivamente, pelo teste de qui-quadrado com um grau de liberdade.

A obtenção de linhagens de maior produção, estabilizadas e adaptadas ao maior número de ambientes possíveis, permitirá aumentar a lucratividade do produtor de sementes de hortaliças, pois poderá comercializá-las o ano todo. Na análise conjunta das duas épocas, as cinco linhagens de melhor desempenho para volume foram L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>7</sub>, e para produção total e comercial, as linhagens L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub>.

Na avaliação do desempenho das linhagens e das cultivares para o número de folhas/planta na análise conjunta, as cinco superiores foram as linhagens L<sub>7</sub>, L<sub>8</sub>, L<sub>6</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>2</sub> (Tabela 6.3).

As diferenças de resposta entre as linhagens e as cultivares para massa seca, não foram influenciadas pelos municípios de cultivo, nem pelas épocas de cultivo segundo a análise de deviance apresentada na Tabela 6, e pelo critério dos

maiores valores genotípicos. A classificação das linhagens é apresentada na Tabela 6.4.

Tabela 6.1 Valores genotípicos (VG), estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para volume/planta, de linhagens possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e das cultivares comerciais de alface-crespa, para seis municípios do Estado de São Paulo, em duas épocas de cultivo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Volume ( $10^4 \times \text{cm}^3$ )					
	VG	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG
L <sub>1</sub>	2,108 (3) <sup>2</sup>	2,120 (3)	1,049	2,1,8 (3)	1,049	2,118 (3)
L <sub>2</sub>	2,181 (2)	1,922 (2)	1,091	2,203 (2)	1,089	2,199 (2)
L <sub>3</sub>	2,252 (1)	1,983 (1)	1,126	2,275 (1)	1,124	2,271 (1)
L <sub>4</sub>	2,096 (4)	1,829 (4)	1,043	2,107 (4)	1,042	2,105 (4)
L <sub>5</sub>	1,714 (10)	1,377 (10)	0,829	1,675(10)	0,822	1,660 (10)
L <sub>6</sub>	2,005 (7)	2,001 (7)	0,99	1,999 (7)	0,990	1,999 (7)
L <sub>7</sub>	2,067 (5)	1,787 (5)	1,025	2,071 (5)	1,025	2,070 (5)
L <sub>8</sub>	2,010 (6)	1,734 (6)	0,996	2,012 (6)	0,996	2,011 (6)
Vanda	1,944 (8)	1,665 (8)	0,959	1,938 (8)	0,959	1,936 (8)
Vera	1,823 (9)	1,517 (9)	0,891	1,799 (9)	0,888	1,794 (9)
Média geral	2,020					

<sup>1</sup>: Valores genotípicos= ((uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.

Tabela 6.2 Valores genotípicos (VG), estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para produção total e produção comercial, de linhagens possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e das cultivares comerciais de alface-crespa, para seis municípios do Estado de São Paulo, em duas épocas de cultivo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Produção Total (g/planta)						Produção Comercial (g/planta)					
	VG	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG	VG	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	272,400(7)	205,732(7)	0,999	272,419(8)	0,998	272,266(8)	243,197(7)	179,494(8)	0,998	243,307(7)	0,997	243,153(7)
L <sub>2</sub>	274,257(1)	207,365(4)	1,003	273,732(3)	1,003	273,625(3)	244,698(3)	180,765(4)	1,002	244,248(4)	1,001	244,149(4)
L <sub>3</sub>	273,582(4)	205,717(8)	0,999	272,646(7)	0,999	272,503(7)	244,168(5)	179,193(9)	0,998	243,251(8)	0,997	243,113(8)
L <sub>4</sub>	273,332(6)	208,530(1)	1,004	273,871(2)	1,003	273,686(2)	244,135(6)	182,132(1)	1,004	244,750(2)	1,003	244,560(2)
L <sub>5</sub>	271,036(9)	203,830(10)	0,992	270,648(10)	0,992	270,539(10)	243,016(8)	177,942(10)	0,995	242,490(10)	0,994	242,345(10)
L <sub>6</sub>	273,522(5)	207,201(5)	1,002	273,460(4)	1,002	273,334(4)	244,545(4)	180,564(5)	1,002	244,313(3)	1,002	244,175(3)
L <sub>7</sub>	273,871(3)	206,341(6)	1,001	273,173(5)	1,001	273,063(5)	244,838(2)	179,856(6)	1,001	244,106(5)	1,001	243,989(6)
L <sub>8</sub>	274,046(2)	208,491(2)	1,006	274,480(1)	1,006	274,374(1)	244,937(1)	181,757(2)	1,006	245,262(1)	1,006	245,161(1)
Vanda	271,942(8)	207,849(3)	1,000	272,894(6)	1,000	272,817(6)	242,598(9)	181,302(3)	0,999	243,620(6)	0,999	243,543(6)
Vera	270,395(10)	205,344(9)	0,994	271,060(9)	0,993	270,950(9)	241,958(10)	179,704(7)	0,996	242,745(9)	0,995	242,651(9)
Média geral	272,838						243,809					

<sup>1</sup>Média Geral

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG e MHPRVG\*MG

Tabela 6.3 Valores genotípicos (VG), estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) para número de folhas/planta, de linhagens possuidoras dos fatores de resistência a *B. lactucae* R18 e R38, e de cultivares comerciais de alface-crespa, para seis municípios do Estado de São Paulo, em duas épocas de cultivo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Número de folhas					
	VG	MHVG	PRVG	PRVG*MG <sup>1</sup>	MHPRVG	MHPRVG*MG
L <sub>1</sub>	23,212 (8)	22,139 (8)	0,969	23,182 (8)	0,969	23,178 (8)
L <sub>2</sub>	24,117 (4)	23,063 (5)	1,008	24,11 (5)	1,008	24,106 (5)
L <sub>3</sub>	23,073 (9)	22,124 (9)	0,965	23,085 (9)	0,965	23,08 (9)
L <sub>4</sub>	24,117 (5)	23,121 (4)	1,009	24,137 (4)	1,009	24,132 (4)
L <sub>5</sub>	23,948 (6)	22,908 (6)	1,001	23,945 (6)	1,001	23,943 (6)
L <sub>6</sub>	24,198 (3)	23,211 (3)	1,013	24,22 (3)	1,012	24,215 (3)
L <sub>7</sub>	25,898 (2)	24,899 (1)	1,085	25,945 (1)	1,084	25,94 (1)
L <sub>8</sub>	25,061 (2)	24,098 (2)	1,05	25,108 (2)	1,049	25,1 (2)
Vanda	23,948 (7)	22,861 (7)	1	23,919 (7)	1	23,916 (7)
Vera	21,631 (10)	20,501 (10)	0,901	21,553 (10)	0,9	21,538 (10)
Média geral	23,92					

<sup>1</sup>Média Geral; <sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores de MHVG, PRVG\*MG e MHPRVG\*MG

Tabela 6.4 Valores genotípicos (VG), para massa seca, de linhagens de alface-crespa possuidoras dos fatores de resistência à *B. lactucae* R18 e R38, e da cultivar Vanda e Vera, em seis municípios do Estado de São Paulo, em duas épocas de cultivo, pela metodologia de modelos mistos.

Linhagens/ Cultivares	Massa seca (g/planta)
	VG <sup>1</sup>
L <sub>1</sub>	12,761 (6) <sup>2</sup>
L <sub>2</sub>	12,867 (1)
L <sub>3</sub>	12,721 (8)
L <sub>4</sub>	12,776 (3)
L <sub>5</sub>	12,716 (9)
L <sub>6</sub>	12,824 (2)
L <sub>7</sub>	12,739 (7)
L <sub>8</sub>	12,764 (5)
Vanda	12,776 (4)
Vera	12,57 (10)
Média geral	12,751

<sup>1</sup> Valores genotípicos= (uj+g+gem): média geral mais o efeito do genótipo e a interação média

<sup>2</sup> Ordem de classificação pelos maiores valores genotípicos.



Figura 2 Vista geral da linhagem L<sub>8</sub> (A), linhagem L<sub>4</sub> (B), linhagem L<sub>2</sub> (C), superiores, em seus caracteres agrônômicos, de melhor estabilidade e adaptabilidade, no Outono-Inverno (2014) e Primavera- Verão (2014-2015), e nas duas épocas de cultivo em conjunto, respectivamente; e detalhe da linhagem L<sub>8</sub>(D).

A linhagem L<sub>2</sub>, além de apresentar superioridade em seu desempenho agrônômico, adaptabilidade e estabilidade, nas duas épocas de cultivo, é altamente resistente às raças SPBI:03, SPBI:04, SPBI:05, SPBI:06, SPBI:07, SPBI:09, SPBI:10, SPBI:11 e SPBI:12 de *B. lactuca* identificadas no Estado de São Paulo, segundo os resultados obtidos no capítulo 2.

### 3.4 Conclusões

- Dentre as linhagens e cultivares avaliadas, L<sub>8</sub>, L<sub>7</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>6</sub> apresentaram o melhor desempenho agrônômico, revelando estabilidade, adaptabilidade e produção total, comercial, volume e massa seca superiores, no Outono-Inverno.

- As linhagens L<sub>2</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>6</sub>, e as cultivares Vanda e Vera apresentaram superioridade para produção total, comercial, volume, número de folhas, adaptabilidade e estabilidade, na Primavera-Verão.
- As linhagens com melhores desempenhos (produção total, comercial, volume e número de folhas), e com maior estabilidade e adaptabilidade para as duas épocas de cultivo foram L<sub>8</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>6</sub>, e L<sub>7</sub>.
- A linhagem L<sub>2</sub>, superior em cada época individual, e conjuntamente, é resistente a nove raças de *B. lactucae*, sendo excelente opção para cultivo durante o ano todo, no Estado de São Paulo.

### 3.5 Referências

AGRIANUAL 2015: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativo, 2015. p. 307.

BRAZ, L. T.; DALPIAN, T.; PISSARDI, M. A. Identification of races of *Bremia lactucae* in São Paulo, Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 760, p. 317-321, 2007.

BRAZ, L. T.; NUNES, R. C.; CASTOLDI, R.; GOMES, R. F.; TOSSE, D. T. Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2013. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 31, n. 2, p. S1.924–S1.931, 2014. Suplemento. 1 CD-ROM.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. de 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**, Brasília DF, v. 30, n. 2, p. 209-213, 2012.

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

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D.; DIAS, L. D. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 193-201, 2007.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BRANCO, R. B. F. Produção de alface-crespa em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal-SP. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 9-15, 2009.

FIGUEIREDO, E. B.; MALHEIROS, E. B.; BRAZ, L. T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 22, n. 1, p. 66-71, 2004.

GALATTI, F. S.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; PANIZZI, R. C. Monitoramento de raças de *Bremia lactucae* em 2010 e 2011 no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 271-279, 2012.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P.; GUIMARÃES, A. D. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 27, n. 1, p. 07-011, 2009.

HORTIBRASIL (INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM AGRICULTURA). O negócio de frutas e hortaliças frescas. [S.l.], set. 2009. Disponível em: <<http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php>>. Acesso em: 9 jun. 2015.

LUZ, A. O. D.; SEABRA, S. J.; SILVA, S. B. D. S.; NASCIMENTO, A. S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 6, p. 71-82, 2009.

NETO, A. R.; JÚNIOR, E. U. R.; GALLO, P. B.; DE FREITAS, J. G.; AZZINI, L. E. Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no Estado de São Paulo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 512-519, 2013.

NUNES, R. C. **Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2012 e 2013**. 2014. 28 f. Tese (Mestrado em

Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

QUEIROZ, J. P. D. S.; COSTA, A. J. M. D.; NEVES, L. G.; SEABRA, S. J.; BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 276-283, 2014.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília DF: Embrapa, 2002. 975 p.

RESENDE, M.D.V. **Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. Embrapa Floresta: Colombo, 2007. p. 115-119, 135-139.

SANTOS, C. L. D.; JÚNIOR, S. S.; LALLA, J. G. D.; THEODORO, V. C. D. A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 87-98, 2009.

SILVA, G.O.; CARVALHO, A. D. F.; VIEIRA, J. V.; BENIN, G. Verificação da adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI, GGE biplot e REML/BLUP. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.494-501, 2011.

SILVA G.O.; CARVALHO, A. D. F.; VIERA, J.V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 30, n. 1, 2012.

SOUZA, J. O.; DALPIAN, T.; BRAZ, L.T.; CAMARGO, M. Novas raças de *Bremia lactucae*, agente causador do míldio da alface, identificadas no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 29, n. 3, p. 282-286, 2011.