

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

**RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ALFACE AOS
PRINCIPAIS FENÓTIPOS DE VIRULÊNCIA DE *Bremia*
lactucae IDENTIFICADOS NO BRASIL**

Letícia Viana Pereira

Engenheira Agrônoma

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

**RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ALFACE AOS
PRINCIPAIS FENÓTIPOS DE VIRULÊNCIA DE *Bremia*
lactucae IDENTIFICADOS NO BRASIL**

Letícia Viana Pereira

Orientador: Pablo Forlan Vargas

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

P436r

Pereira, Letícia Viana

Respostas de cultivares de alface aos principais
fenótipos de virulência de *Bremia lactucae* identificados
no Brasil./ Letícia Pereira. --Jaboticabal, 2025

32 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal

Orientador: Pablo Vargas

1. Cultivares comerciais. 2. *Lactuca sativa* L.. 3. Míldio da
alface. 4. Resistência. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ALFACE AOS PRINCIPAIS FENÓTIPOS DE VIRULÊNCIA DE *Bremia lactucae* IDENTIFICADOS NO BRASIL

AUTORA: LETÍCIA VIANA PEREIRA
ORIENTADOR: PABLO FORLAN VARGAS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela Comissão Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
PABLO FORLAN VARGAS
Data: 29/11/2025 09:08:07-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. PABLO FORLAN VARGAS (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / FCAV UNESP Jaboticabal

 Documento assinado digitalmente
THIAGO MATOS ANDRADE
Data: 17/11/2025 13:47:34-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. THIAGO MATOS ANDRADE (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Agrônoma / Universidade Federal de Sergipe (UFSE) - Nossa Senhora da Glória/SE

 Documento assinado digitalmente
RITA DE CÁSSIA PANIZZI
Data: 17/11/2025 14:49:35-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. RITA DE CÁSSIA PANIZZI (Participação Virtual)
Departamento de Fitossanidade / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 17 de novembro de 2025.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Letícia Viana Pereira, Aracaju/SE, 09 de Janeiro de 1998 - Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Sergipe (2022), Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp/FCAV (2023). Participou do projeto intitulado Desenvolvimento de uma nova cultivar de polinização de manjericão do tipo canela e citral (2017 – 2019) e participou da publicação do capítulo “Melhoramento genético de hortaliças: da resistência à doença à biofortificação” do livro “Tópicos especiais em genética aplicada volume 8” (2023). Ao longo da pós-graduação participou ativamente da organização e coordenação do Curso de Inverno de Genética realizado na Unesp de Jaboticabal.

“Se você apagasse todos os erros do seu passado, apagaria também toda a sabedoria do seu presente”.

Autoria desconhecida

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido a dádiva da vida, por ter me permitido viver e sobreviver a todo esse processo.

Aos meus pais, Maria Auxiliadora Fraga Viana e Robson Santos Pereira, e familiares que durante este período, de forma direta ou indireta, me deram apoio, força e inspiração sempre.

Ao meu querido orientador, Professor Doutor Pablo Forlan Vargas, que desde o início fez-se presente e me proporcionou segurança, compreensão e apoio de maneira única e imprescindível para que fosse possível a conclusão deste ciclo. Não tenho palavras para agradecê-lo.

À Professora Doutora Rita de Cássia Panizzi, que facilitou o acesso a conhecimentos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, sempre disposta a ajudar e ensinar.

Aos meus companheiros do Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento (NEOM) pelos conhecimentos trocados, em especial à minha parceira de laboratório e da vida, Izabella, que me ensinou, ajudou e apoiou até o último momento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida para a viabilização da execução deste trabalho - Código de Financiamento 001, arquivo 88887.831939/2023-00.

Aos meus amigos, Lorena, Izabella, Rafael, Wagner e a minha madrinha Carol, que tornaram até mesmo os meus dias mais sombrios felizes, que foram imprescindíveis para que eu esteja neste momento podendo escrever estes agradecimentos, que seguraram minha mão em momentos mais difíceis. Eu jamais os esquecerei.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 IMPORTÂNCIA DA ALFACE E IMPACTO DO MÍLDIO.....	2
2.2 BIOLOGIA E VARIABILIDADE GENÉTICA DA <i>Bremia lactucae</i>	4
2.3 CONTROLE DO MÍLDIO DA ALFACE E QUEBRA DE RESISÊNCIA DAS CULTIVARES.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE CULTIVARES.....	7
3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	13
4 RESULTADOS.....	13
5 DISCUSSÃO.....	17
6 CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

RESPOSTAS DE CULTIVARES DE ALFACE AOS PRINCIPAIS FENÓTIPOS DE VIRULÊNCIA DE *Bremia lactucae* IDENTIFICADOS NO BRASIL

RESUMO - A alface é a folhosa mais consumida no mundo e a *Bremia lactucae* Regel, que possui alta variabilidade genética, é a principal doença foliar que afeta essa cultura em períodos de temperaturas baixas e alta umidade relativa. Assim, objetivou avaliar o comportamento de cultivares de alface classificadas como resistentes frente aos principais fenótipos de virulência de *B. lactucae* encontrados no Brasil. O experimento foi conduzido no Laboratório de Genética e Melhoramento de Olerícolas, do Departamento de Produção Vegetal (UNESP-FCAV). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 43 x 5 com três repetições, sendo o primeiro fator as cultivares de alface e o segundo fator os diferentes isolados de *Bremia lactucae*. Os isolados de *Bremia lactucae* foram multiplicados e, posteriormente, inoculados nas cultivares comerciais, que subsequentemente foram submetidas ao teste de resistência, em que foi avaliada a porcentagem de esporulação das cultivares aos 20 dias após a inoculação. Os dados foram transformados em $\sqrt{1/2 + x}$ e submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) homogeneidade das variâncias (Hartley), seguidos da análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste LSD utilizando o aplicativo Agrostat. Os resultados indicaram que o fenótipo de virulência RS 177 foi o que apresentou maior porcentagem de quebra de resistências e que as cultivares Jonction, Valentina, Mauren, Evely, Psiquê, Vitória, Frisby, Bruna, Luara, Gabriela, Loreane, Stella, Filó, Greicy, Keila, Maraísa e Luminosa apresentaram algum nível de suscetibilidade aos fenótipos de virulência testados. As cultivares Aruanas RZ, Barlach RZ, Bellagon RZ, Carmolí RZ, Cousteau RZ, Desirade RZ, Euler RZ, Excentric RZ, Patrona RZ, Rosaine RZ, Rouxai RZ, Sartre RZ, Jade, Kibrille RZ, Klee RZ, Lalique RZ, Natalia RZ, Orbital RZ, Thurinus RZ, Triplex RZ, Xandra RZ, Dandara foram resistentes a todos os isolados testados.

Palavras-chave: Cultivares comerciais, *Lactuca sativa* L., míldio da alface, resistência.

RESPONSES OF LETTUCE CULTIVARS TO MAIN VIRULENCE PHENOTYPES OF *Bremia lactucae* IDENTIFIED IN BRAZIL

ABSTRACT - Lettuce is the most consumed leafy vegetable in the world, and the pathogen *Bremia lactucae* Regel, which has high genetic variability, is the main foliar disease affecting this crop during periods of lower temperatures and high relative humidity. Therefore, it aimed to evaluate the performance of lettuce cultivars classified as resistant against the main *B. lactucae* virulence phenotypes found in Brazil. The experiment was conducted at the Laboratory of Genetics and Breeding of Vegetable Crops, Department of Plant Production (UNESP-FCAV). The experimental design was completely randomized in a 43 x 5 factorial scheme with three replicates, the first factor being the lettuce cultivars and the second the *Bremia lactucae* isolates. The isolates were multiplied and later inoculated into the commercial cultivars, which were then subjected to a resistance test, where the sporulation percentage was evaluated 20 days after inoculation. Data were transformed $\sqrt{1/2 + x}$ and subjected to the Shapiro-Wilk normality test and Hartley's variance homogeneity test, followed by analysis of variance. Averages were compared using the LSD test with Agrostat software. The results indicated that the RS 177 virulence phenotype showed the highest percentage of resistance breakdown. Cultivars such as Jonction, Valentina, Mauren, Evely, Psiquê, Vitória, Frisby, Bruna, Luara, Gabriela, Loreane, Stella, Filó, Greicy, Keila, Maraísa, and Luminosa showed some level of susceptibility to the tested virulence phenotypes. The cultivars Aruanas RZ, Barlach RZ, Bellagon RZ, Carmolí RZ, Cousteau RZ, Desirade RZ, Euler RZ, Excentric RZ, Patrona RZ, Rosaine RZ, Rouxai RZ, Sartre RZ, Jade, Kibrille RZ, Klee RZ, Lalique RZ, Natalia RZ, Orbital RZ, Thurinus RZ, Triplex RZ, Xandra RZ, and Dandara were resistant to all isolates tested.

Keywords: Commercial cultivars; *Lactuca sativa* L.; lettuce downy mildew; resistance.

1. INTRODUÇÃO

A alface é uma das folhosas mais produzidas no Brasil e no mundo, isto é evidenciado pelo valor total da produção de 4,6 bilhões de dólares apenas em 2024 nos Estados Unidos (Silva *et al*, 2025). De acordo com a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), em 2023 a produção de alface atingiu cerca de 671,5 mil toneladas, ocupando a terceira posição entre as hortaliças de maior volume produzido (Kist e Beling, 2023). Entre os diversos fatores que afetam a sua produção, a *Bremia lactucae* é o patógeno causador da principal doença a que afeta a cultura em períodos de temperaturas mais baixas e alta umidade relativa, o míldio da alface, podendo causar perdas de até 80% da produção por provocar o amarelecimento e necrose de tecidos foliares.

De acordo com Wu *et al* (2000), fatores ambientais influenciam diretamente na sobrevivência e proliferação de esporos de *B. lactucae* na alface, sendo a radiação solar um fator determinante para a sobrevivência de esporos. Também relatam que a germinação de esporos é consideravelmente reduzida após exposição à luminosidade acima de 50%, e que a exposição a raios UVB reduziu consideravelmente a viabilidade dos esporos.

Além disso, estudos indicam que a alta umidade (acima de 80%) e temperaturas entre 12 a 20 °C favorecem a ocorrência da doença que, após a infecção, os esporângios disseminam-se rapidamente pela ação de ventos e presença de água livre, proveniente de chuvas e água de irrigação, que transportam os esporos de um ponto a outro (Su *et al*, 2004; Töfoli, Domingues e Ferrari, 2014; Wu *et al*, 2000).

Considerando as atuais mudanças climáticas é importante observar o comportamento deste oomiceto, que causa perdas econômicas para a cadeia produtiva, visando controlá-lo de forma consistente.

Além do alto poder destrutivo, a alta variabilidade genética e a facilidade e velocidade de reprodução da *B. lactucae* são fatores que a tornam tão relevantes para a cultura da alface, sendo apontada como o fator que mais restringe a sua produção (Dolar *et al*, 2022), quando cultivadas em

temperaturas variando de 12 a 20 °C e alta umidade. E, devido à grande diversidade genética da *B. lactucae* já foram encontrados fenótipos de virulência no Brasil que divergem dos relatados em outros países.

Atualmente, o uso de cultivares resistentes é uma das principais formas de controle sustentável do míldio da alface, além de ser economicamente viável para os produtores e ambientalmente correta, por evitar o uso de defensivos agrícolas. No Brasil, grande parte das cultivares resistentes usadas no controle do míldio da alface foi desenvolvida no exterior, portanto, por terem sido pesquisadas por empresas estrangeiras, tendo como base fatores de virulência (raças) de *B. lactucae* que podem divergir dos encontrados no Brasil, a efetividade da resistência dessas cultivares em relação aos fatores de virulência encontrados nos campos brasileiros pode não ser a esperada.

Novos fenótipos de virulência com variações genéticas são relatados por todo o mundo em diversos trabalhos, como pode ser observado nos ensaios de Dolar *et al.* (2022) na Turquia, em que os isolados encontrados em Central Anatolia e West Black Sea apresentaram códigos sextetos diferentes dos 37 isolados já conhecidos de Ankara, sendo ambas regiões da Turquia. Além disso, foram identificadas novas raças na Austrália (Trimboli e Nieuwenhuis 2011), Brasil (Castoldi *et al.* 2012), Califórnia - Estados Unidos, Europa e Japão (Marin *et al.*, 2020), o que reafirma a alta variabilidade genética do oomiceto.

Considerando a importância da cultura da alface, a influência da *B. lactucae* na sua produção e a sua facilidade em realizar modificações genéticas, suplantando métodos de controle já estabelecidos, é importante o estudo da efetividade do uso cultivares resistentes como método de controle do míldio da alface, para que assim seja possível realizar o controle racional da doença, transferindo, desta forma, informações práticas aos alfacicultores, permitindo que o mesmo possa fazer a melhor tomada de decisão visando o controle do míldio da alface.

Desta forma, objetivou avaliar o comportamento de cultivares de alface classificadas como resistentes frente aos principais fenótipos de virulência de *B. lactucae* encontrados no Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA ALFACE E IMPACTO DO MÍLDIO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é originária da bacia do oriente médio e pertence à família Asteraceae e ao gênero *Lactuca*. É uma planta herbácea, com folhas amplas que crescem em roseta em torno do caule diminuto, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não, uma estrutura denominada de “cabeça”. A coloração pode variar entre verde e roxa, a depender da cultivar. Possui sistema radicular pivotante com raízes finas e que se concentram nos primeiros 0,25m do solo, podendo atingir até 0,60m de profundidade quando realizada a semeadura direta (Filgueira, 2013).

Por ser uma hortaliça de clima temperado, a alface apresenta melhor desenvolvimento em condições de temperaturas amenas, sendo mais tolerante ao frio do que ao calor. Para a maioria das cultivares, a temperatura máxima suportada situa-se em torno de 30 °C, enquanto a mínima adequada é de aproximadamente 6 °C e, além disso, a espécie demanda amplitudes térmicas significativas entre o dia e a noite. Quanto à umidade relativa do ar, o intervalo ideal para o cultivo varia de 60 a 80%, entretanto, em certas fases do ciclo, valores inferiores a 60% podem favorecer o crescimento da planta, considerando que a umidade excessiva representa um fator limitante, pois contribui para o surgimento de doenças (Radin *et al.*, 2004).

O cultivo da alface deve ser realizado preferencialmente em solos bem drenados, de textura média, ricos em matéria orgânica e com pH levemente ácido a neutro, variando entre 5,5 e 6,8, condição que favorece a disponibilidade de nutrientes e o desenvolvimento radicular. A cultura apresenta elevada demanda por nitrogênio e potássio, além de quantidades adequadas de fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes, sendo recomendada a adubação baseada em análise de solo e complementada, quando necessário, por adubações de cobertura (Eira Aguiar *et al.*, 2014).

A alface é altamente sensível ao déficit hídrico, exigindo suprimento contínuo de água ao longo do ciclo, com irrigação frequente, evitando tanto o estresse hídrico quanto o encharcamento. O espaçamento entre plantas varia

conforme o grupo varietal e o sistema de cultivo, sendo geralmente adotados espaçamentos de 0,25 a 0,35 m entre plantas e entre linhas, de modo a permitir adequado arejamento, interceptação de luz e redução da incidência de doenças. Além disso, práticas como rotação de culturas, uso de mudas saudáveis e manejo fitossanitário adequado são fundamentais para garantir produtividade e qualidade comercial da alface (Favarato et al., 2022).

A inflorescência da alface é composta por uma panícula que abriga de 10 a 25 flores, denominadas floretes, agrupadas em capítulos. Cada florete apresenta uma única pétala amarela, protegida por brácteas imbricadas que formam o involúcro. O ovário é unilocular e contém apenas um óvulo. Durante o alongamento do estilete, que atravessa o tubo formado pelos estames, ocorre simultaneamente a polinização e a antese. Esse processo acontece nas primeiras horas do dia, garantindo a autofecundação e, conseqüentemente, a autogamia, favorecidas pela cleistogamia (Ryder, 1986).

Baseando-se pela formação da cabeça, tipo da folha, coloração e grau de crocância, a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) divulgou um guia de identificação considerando cinco principais grupos de alface comercializadas em São Paulo, sendo elas a alface lisa, americana, crespa, mimosa e romana (CEAGESP, s.d.).

Devido à baixa quantidade de calorias, gorduras e sódio, a alface é comumente recomendada por nutricionistas em dietas. Além disso, a folhosa é fonte de fibras, ferro, folato e vitamina C, podendo variar de acordo com a variedade. Pesquisas *in vitro* e *in vivo* indicam que compostos bioativos contidos na *L. sativa* L. possuem atividade anti-inflamatória, redutora de colesterol e anti-diabética (Kim et al., 2016).

Por ser a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil e no mundo, a alface tem grande importância econômica (Lima et al., 2018). Nos Estados Unidos a cultura movimentou cerca de 3 bilhões de dólares por ano e, no Brasil, cerca de 86,8 mil hectares são destinados à sua produção, gerando uma produção de 575 mil toneladas de alface (Caprio, 2021).

A podridão de raiz e murcha (*Pythium* spp.), podridão de esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*), tombamento ou "damping-off" (*Pythium* spp. e

Rhizoctonia solani), murchadeira ou podridão negra (*Thielaviopsis basicola*), mancha de cercóspora (*Cercospora longissima*), Rizoctoniose ou queima da saia (*Rhizoctonia solani*), murcha de fusário (*Fusarium oxysporum*) e podridão mole (*Erwinia corotovora*) são algumas das doenças que afetam a cultura (Lopes *et al.*, 2010). Contudo, de forma geral, o míldio da alface, causado pelo oomiceto *Bremia lactucae*, é considerado a principal doença da cultura, sendo apontado como o fator que mais restringe a sua produção (Dolar *et al.*, 2022), quando cultivada em temperaturas variando de 12 a 20 °C e alta umidade.

A infecção pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, causando manchas amareladas no tecido foliar que evoluem para necrose e podem levar à perda de 80% da produção (Caprio, 2021; Souza *et al.*, 2021).

2.2 BIOLOGIA E VARIABILIDADE GENÉTICA DA *Bremia lactucae*

Por ser um patógeno biotrófico obrigatório, a *Bremia lactucae* depende da sua interação com a planta, porém ainda é capaz de sobreviver em resíduos vegetais, hortas caseiras e espécies selvagens do gênero *Lactuca*, como é o caso da *Lactuca serriola* (Kunjeti *et al.*, 2016).

A *Bremia lactucae*, pertence à família *Peronosporaceae* e ao Gênero *Bremia*, possui esporangióforos geralmente longos e brancos com estrutura delgada, ramificado dicotomicamente com extremidades em forma de disco e contendo esterigmas que suportam esporângios. Este patógeno forma um visível emaranhado de esporangióforos, em geral na parte abaxial da folha (Mesquita, 2008).

A infecção inicia-se a partir da germinação do zoósporo e sua penetração na planta através dos estômatos. A partir disso, o oomiceto desenvolve um micélio intracelular dentro do parênquima, que emite um haustório para o interior das células do hospedeiro através dos estômatos. Este haustório será utilizado para a obtenção de nutrientes para o seu desenvolvimento e para a formação de novos esporângios, que serão disseminados pela ação do vento e da água. Ao final da estação de crescimento, a partir da fertilização do oogônio pelo anterídio,

ocorre a produção da estrutura de sobrevivência denominada oósporos (Mesquita, 2008).

A *Bremia lactucae* precisa ser estudada constantemente, assim como o seu controle, devido à sua alta variabilidade genética que propicia o fácil surgimento de novas raças com diferentes fenótipos de virulência. Essa variabilidade provavelmente ocorre por conta da reprodução sexuada, que propicia a recombinação gênica, considerando que os isolados são majoritariamente heterotáticos com “mating types” B¹ e B². Porém, também pode ocorrer devido à eventos da reprodução assexuada, como mutações, anastomose e a heterocariose, que tem uma maior chance de ocorrer devido à rápida disseminação do patógeno (Souza *et al.*, 2021).

Além disso, o uso de cultivares resistentes utilizando genes ou fatores de resistência exercem uma pressão de seleção sobre o patógeno, propiciando a seleção de raças ou linhagens capazes de superar estes genes e, conseqüentemente, aumentando rapidamente a diversidade patogênica (Parra *et al.*, 2016)

Novos fenótipos de virulência com diferentes variações genéticas são relatados por todo o mundo em diversos trabalhos, como pode ser observado no trabalho publicado por Dolar *et al.* (2022) na Turquia, em que os isolados encontrados em Central Anatolia e West Black Sea apresentaram códigos sextetos diferentes dos 37 isolados já conhecidos de Ankara, sendo ambas regiões da Turquia. Além disso, foram identificadas novas raças na Austrália (Trimboli e Nieuwenhuis, 2011), Brasil (Castoldi *et al.*, 2012), Califórnia - Estados Unidos, Europa e Japão (Marin, 2020), o que reafirma a alta variabilidade genética do oomiceto.

No Brasil, o monitoramento da *Bremia lactucae* revelou uma considerável diversidade de raças. A primeira raça identificada no país, denominada SPBI:01, foi detectada nos estados produtores de São Paulo em 2003–2004, seguida pela emergência de diversas outras raças nos anos subsequentes. Entre 2006 e 2007, foram descritas as raças SPBI:02, SPBI:03 e SPBI:04; nos anos seguintes surgiram SPBI:05 a SPBI:11 até 2012, e estudos posteriores de 2014 registraram ainda mais variantes, totalizando pelo menos 17 padrões virulentos na população

paulista de *B. lactucae* até 2014. A identificação contínua de novas raças evidencia a dinâmica evolutiva do patógeno e a necessidade constante de incorporar genes de resistência como Dm17 e Dm38 em programas de melhoramento genético de alface no Brasil (Franco, 2016).

2.3 CONTROLE DO MÍLDIO DA ALFACE E QUEBRA DE RESISTÊNCIA DE CULTIVARES

A resistência das cultivares fundamenta-se na interação entre genes de resistência dominantes do hospedeiro, neste caso as cultivares de alface melhoradas geneticamente, com fatores de avirulência correspondentes ou efetores do patógeno, neste caso os isolados de *Bremia lactucae*. Sendo assim, cada um dos genes de resistência identificados na alface fornece resistência completa contra isolados específicos de *B. lactucae* de forma gene por gene (Runge *et al.*, 2021)

A resistência vertical, que é a predominante nas cultivares resistentes à *Bremia lactucae*, é oligogênica, sendo altamente específica às raças do patógeno e assim reduzindo a quantidade inicial do inóculo. Porém, como diversos genes colaboram para que a planta resista a infecção do patógeno, as respostas imunitárias variam de acordo com a quantidade de genes envolvidos na resistência que foram afetados (Sawicka *et al.*, 2020).

Até o momento, foram identificados 51 genes e fatores de resistência, além de 15 loci associados à características quantitativas, sendo provável que ainda sejam descobertas centenas de genes eficazes contra *B. lactucae*. Entretanto, tanto os genes Dm quanto os fatores R melhoraram a eficiência apenas temporariamente, uma vez que a resistência é rapidamente superada pelo surgimento de novas cepas virulentas do patógeno. Essas cepas são definidas pelos fatores v correspondentes, o que contribui para a elevada rotatividade das cultivares de alface disponíveis (Runge *et al.*, 2021).

O uso de cultivares resistentes é uma forma de controle sustentável do míldio da alface, além de ser economicamente viável para o produtor (Franco, 2020; Jacinto *et al.*, 2022) e importante para a segurança do alimentar do

consumidor. Resultados promissores foram observados por Tosse (2015), em que a linhagem 'L2' (alface crespa) apresentou resistência a nove raças de *Bremia lactucae* identificadas no estado de São Paulo. Além disso, há cultivares que são comercializadas como resistentes à doença, como é o caso da alface americana Mika HS 20042 da empresa Horticerres (Horticerres, 2022; Tosse, 2015). Porém, muitas dessas cultivares que são comercializadas no Brasil como resistentes são desenvolvidas por empresas estrangeiras, tendo como base fatores de virulência (raças) de *B. lactucae* que podem divergir dos encontrados no Brasil. Sendo assim, a efetividade da resistência dessas cultivares em relação aos fatores de virulência encontrados nos campos brasileiros pode não ser a esperada (Caprio, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE CULTIVARES

O experimento foi conduzido no Laboratório de Genética e Melhoramento de Olerícolas, do Departamento de Produção Vegetal (UNESP-FCAV) localizado no município de Jaboticabal-SP.

A seleção das cultivares de alface foi realizada por meio de consulta em portfólio de empresas especializadas em melhoramento genético vegetal e produção de sementes de hortaliças, cuja seleção das mesmas baseou-se na afirmação da resistência ao Míldio (*B. Lactucae*) na descrição das cultivares. A aquisição das sementes ocorreu por vias comerciais e também por doações pelas empresas produtoras.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 43 x 5, com três repetições, sendo o primeiro fator as cultivares de alface testadas, 43 que são identificadas como resistente a *B. lactucae* e o segundo foram os isolados de *B. lactucae* (RJ 97, RJ 70, PR 18, PR 48 e RS 177).

Os isolados de *B. lactucae* utilizados no experimento correspondem aos

fenótipos de virulência 31¹-00-00, 31-01-00, 51-00-00, 31-00-02 e 31-08-02, que são aqueles que possuem maior frequência e distribuição nos últimos anos no Sul e Sudeste, verificados por meio de estudos do NEOM¹ (Núcleo de Estudos em Olericultura e Melhoramento) (Tabela 1).

Todos os isolados de *B. lactucae* foram multiplicados e diferenciados baseando-se na metodologia proposta por van Etteken e van Arend (1999). Para identificação do padrão de virulência dos isolados, utilizou-se o Código sexteto EU-C, desenvolvido pelo “*International Bremia Evaluation Board*” (IBEB), como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 Tabela de diferenciação EU-C dos isolados utilizados para a realização do experimento.

Isolados	Cultivares diferenciadoras																Código "Sexteto"
	G. T.	Dandie	R4T57D	UC DM14	Nun DM 15	CG Dm 16	Colorado	FrRsal-1	Argeles	RYZ 2164	RYZ	Bedford	Balesta	Bartoli	Design	Kibrille	
	Gene Dm ou fator de resistência (R)																
	0	3	4	14	15	16	18	36/37	38	17/25	52	53	54	55	56	11/57	
	Valor no conjunto sexteto																
0	1	2	4	8	16	32	1	2	4	8	16	32	1	2	4		
RJ70	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31-00-00	
RJ97	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	31-01-00	
RS177	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	51-00-00	
PR18	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	31-00-02	
PR48	(+)	+	(+)	+	+	+	-	-	-	-	(+)	-	-	-	(+)	31-08-02	

A determinação dos fenótipos de virulência é obtida através das respostas de suscetibilidade do conjunto diferencial. Os materiais que se mostraram suscetíveis a determinado isolado recebem o sinal de + ou (+), de acordo com a porcentagem de nível de dano e de acordo com o valor de cada cultivar dentro do código sexteto, tendo seus valores somados dentro de cada grupo e assim obtêm-se o código sexteto (por exemplo, 31-00-02).

As avaliações nas cultivares diferenciadoras são realizadas aos 10 dias

¹ Dados ainda não publicados.

após a inoculação e aos 15 dias após a inoculação para confirmar os dados da primeira avaliação, conforme metodologia proposta por van Ettehoven e van der Arend (1999). Tal metodologia baseia-se na colocação de sinais +, (+), - ou (-), de acordo com a porcentagem de níveis de danos nos tecidos vegetais de alface, sendo: +, quando mais de 80% das plântulas apresentam lesões esporulantes; (+), quando mais de 80% das plântulas apresentam pontos necróticos e com muitas lesões esporulantes; -, quando menos de 5% das plântulas apresentam lesões esporulantes; e (-), quando as plântulas apresentam pontos necróticos e com poucas lesões esporulantes. Na primeira parte do código somam-se os valores da cultivar Dandie a Colorado, na segunda parte somam-se os valores da cultivar FrRsal-1 a Balesta, e na terceira parte somam-se os valores da cultivar Bartoli a Kibrille.

Os isolados de *Bremia lactucae* foram multiplicados em cultivar comercial de alface Solaris (Bayer-Seminis), sabidamente suscetível através de estudos realizados pelo NEOM. Em caixas Gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) desinfestadas com solução de 1:1 de hipoclorito comercial e álcool etílico 70%, forradas com papel de germinação autoclavado umedecido com 10mL de água deionizada e autoclavada, foram semeadas as sementes da cultivar comercial Solaris. Em cada caixa, foram semeadas 60 sementes divididas em três linhas de 20 sementes cada. Essas caixas foram mantidas por 15 dias em câmara de germinação sob temperatura de 18°C e fotoperíodo de 12h, até que as plântulas apresentassem folhas cotiledonares expandidas e aptas a receberem o inóculo (Figura 1).



Figura 1 Plântulas da cultivar Solaris® com folhas cotiledonares expandidas.

Após esse período, iniciou-se o preparo da suspensão de inóculo, seguindo a técnica de Ilott *et al.* (1987), modificada por Marin *et al.* (2020). As folhas cotiledonares contendo esporos foram coletadas, removidas cuidadosamente com pinças esterilizadas, transferidas para tubos Falcon de 50 mL, e água deionizada foi adicionada até cobrir o material vegetal. A suspensão foi agitada em Vortex® até a dispersão dos esporos, filtrada com gaze esterilizada, e transferida para outro tubo Falcon. Em seguida, foi submetida à centrifugação a 1900 rpm por cinco minutos a 5°C, formando um pellet na face inferior do tubo. O sobrenadante foi descartado para reduzir contaminantes, e o pellet foi ressuscitado com 5 mL de água deionizada e autoclavada e foi utilizada uma pipeta para a aplicação da suspensão nas folhas cotiledonares.



Figura 2 Aplicação da suspensão nas plântulas de Solaris utilizando pipeta.

Após a inoculação, as caixas foram recolocadas em câmara de incubação tipo BOD com temperatura de 15°C e fotoperíodo ajustado para 12 h. Assim que os esporângios se tornaram visíveis, cerca de 12 dias, todo o processo de multiplicação foi repetido até ser obtida a quantidade de inóculo suficiente para realizar as avaliações nas cultivares comerciais.

Os esporos multiplicados foram utilizados para a realização do teste de resistência. Todas as cultivares foram semeadas em caixas Gerbox, higienizadas conforme descrito para multiplicação dos isolados, forradas com papel de germinação, dividido em seis partes iguais e umedecido com 15 mL de água deionizada e autoclavada. Cada uma das partes foi identificada com o nome da cultivar e foram semeadas 20 sementes de cada cultivar, sendo realizadas três repetições de cada. As caixas foram mantidas por 10 dias em câmara de incubação tipo BOD à temperatura de 15°C e fotoperíodo de 12h até o momento em que apresentaram os cotilédones totalmente expandidos, aptos para receberem o inóculo.



Figura 3 Semeio das sementes das cultivares comerciais de alface em caixas gerbox.

A concentração da suspensão obtida para o experimento foi aferida com hemocítômetro (câmara de Neubauer) para padronização, conforme Alfenas e Mafia (2016), visando uma suspensão de esporângios com concentração de 1×10^4 esporângios mL^{-1} . Em cada caixa gerbox contendo as cultivares foi aplicada a suspensão, utilizando pipeta de Pasteur, até o ponto de escorrimento e distribuindo uniformemente sobre as folhas cotiledonares das plântulas. Após a inoculação, as caixas foram recolocadas em câmara de incubação tipo BOD com temperatura de 15°C , onde durante as seis primeiras horas foram deixadas em câmara escura e depois o fotoperíodo foi ajustado para 12h.

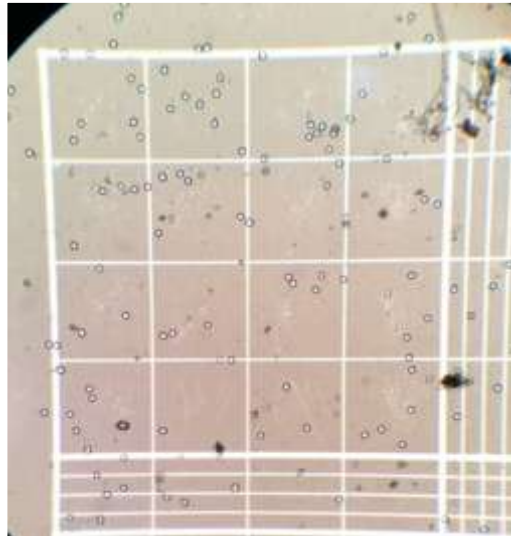


Figura 4 Esporos de *Bremia lactucae* em câmara de Neubauer para contagem.

Avaliou-se a resistência/susceptibilidade por meio do monitoramento das cultivares aos 20 dias após a inoculação, sendo avaliadas pela porcentagem de plântulas com esporulação e considerando a cultivar suscetível Solaris como testemunha.



Figura 5 Cultivares comerciais de alface prontas para receber o inóculo de *B. Lactucae*.



Figura 6 Avaliação da cultivar comercial de alface Jonction RZ após 20 dias da inoculação do isolado RJ97.

3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados médios foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Hartley) e, para a análise estatística, foram transformados em $\sqrt{1/2 + x}$. Posteriormente, respeitando os pressupostos estatísticos, foi realizada a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste LSD. Para tanto, foi utilizado o programa Agroestat (Cruz 1998). A partir das porcentagens de esporulação relativa a cada um dos isolados foi desenvolvido um gráfico utilizando o Microsoft Excel.

4. RESULTADOS

Para o isolado RJ97, as cultivares Jonction RZ, Valentina, Mauren e Evely apresentaram esporulação, porém houve diferenças em suas classificações, sendo a Valentina com maior taxa de esporulação (b), seguida da Jonction RZ (c) e por último, entra as que se diferenciaram, a Mauren e a Evely (d) (Tabela 2). Já para o isolado PR48, as cultivares Tendita, Bruna, Keila foram as que apresentaram esporulação, apesar de não se diferenciarem das cultivares que apresentaram 0,0% de esporulação, e Mauren e Evely (b), foram as únicas que se diferenciaram de 0,0% de esporulação. Para o isolado RS177, as cultivares Psique, Vitalia, Luminosa, Frisby, Gabriela, Loreane, Stella, Filo, Mauren, Maraisa,

Greicy, Bruna, Evely, Keila e Luara apresentaram esporulação, se diferenciando estatisticamente de 0,0% de esporulação, porém as cultivares que apresentaram maior susceptibilidade foram a Psique e a Frisby, sendo iguais à esporulação ocorrida na testemunha.

O isolado RJ70 esporulou nas cultivares Tendita, Bruna, Psique, Mauren (c) e Evely (d). As duas primeira não se diferenciaram estatisticamente das cultivares que tiveram 0,0% de esporulação, diferentemente das duas últimas citadas. Já o isolado PR18 esporulou nas cultivares Mauren (b), Evely (b), Astorga RZ e Bruna, sendo que as últimas duas não apresentaram esporulação diferente das cultivares que tiveram 0,0%.

Tabela 2 Porcentagem de esporulação de cultivares de alface descritas como resistentes a *Bremia lactucae* pelas empresas detentoras das mesmas com diferentes isolados do patógeno.

Cultivares	Isolados				
	RJ 97	PR 48	RS 177	RJ 70	PR 18
Aruanas RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Barlach RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Bellagon RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Astorga RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	1,66 cA
Carmolí RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Cousteau RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Desirade RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Euler RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Excentric RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Jonction RZ	41,66 cA	0,00 cB	0,00 iB	0,00 dB	0,00 cB
Patrona RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Rosaine RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Rouxai RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Sartre RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Tendita RZ	0,00 eA	5,00 cA	0,00 iA	1,66 dA	0,00 cA
Jade	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA

Continua

Continuação

Psique	0,00 eB	0,00 cB	88,33 aA	3,33 dB	0,00 cB
Vitalia	0,00 eB	0,00 cB	55,00 cA	0,00 dB	0,00 cB
Luminosa	0,00 eB	0,00 cB	16,66 ghA	0,00 dB	0,00 cB
Frisby	0,00 eB	0,00 cB	90,00 aA	0,00 dB	0,00 cB
Kibrille RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Klee RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Lalique RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Natalia RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Orbital RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Thurinus RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Triplex RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Xandra RZ	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Valentina	76,66 bA	0,00 cB	0,00 iB	0,00 dB	0,00 cB
Dandara	0,00 eA	0,00 cA	0,00 iA	0,00 dA	0,00 cA
Gabriela	0,00 eB	0,00 cB	28,33 efA	0,00 dB	0,00 cB
Loreane	0,00 eB	0,00 cB	31,66 deA	0,00 dB	0,00 cB
Stella	0,00 eB	0,00 cB	35,00 deA	0,00 dB	0,00 cB
Filo	0,00 eB	0,00 cB	26,66 efA	0,00 dB	0,00 cB
Mauren	25,00 dBC	30,00 bB	40,00 dA	20,00 cC	20,00 bC
Maraisa	0,00 eB	0,00 cB	15,00 ghA	0,00 dB	0,00 cB
Greicy	0,00 eB	0,00 cB	20,00 fgB	0,00 dB	0,00 cB
Bruna	0,00 eB	3,33 cB	70,00 bA	3,33 dB	1,66 cB
Evely	23,33 dC	38,33 bA	10,00 hBC	33,33 bAB	26,66 bBC
Keila	0,00 eB	1,66 cB	33,33 deA	0,00 dB	0,00 cB
Luara	0,00 eB	0,00 cB	49,00 cA	0,00 dB	0,00 cB
Solaris	100,00 aA	93,33 aAB	86,66 aB	88,33 aB	93,33 aAB
CV (%)			17,83		
Valor F			77,38		

Letras minúsculas: correspondem a comparação das cultivares dentro do isolado, de acordo com o teste de LSD (5%).

Letras maiúsculas: correspondem a comparação de cada cultivar entre os isolados, de acordo com o teste de LSD (5%).

Verifica-se que o isolado RJ97 apresentou diferença estatística em relação aos outros para as cultivares Jonction RZ e Valentina, e o mesmo ocorreu com o isolado RS177, quando comparado aos outros, para as cultivares Vitalia, Luminosa, Frisby, Gabriela, Loreane, Stella, Filo, Maraisa, Bruna, Keila e Luara.

Já no caso da cultivar Mauren houve diferentes níveis de suscetibilidade para cada isolado, de acordo com a análise estatística, sendo o que causou maior porcentagem de esporulação o RS177. Algo semelhante ocorreu com a cultivar Evely, porém sendo o isolado PR 48 o que ocasionou maior porcentagem de esporulação.

É possível constatar que o isolado RS177 apresentou o maior número de plântulas de cultivares comerciais com esporulação (6,30%), sendo mais de três vezes maior que a porcentagem de plântulas com esporulação que a RJ97 (1,68%), que foi a segunda que apresentou esporulação em maior quantidade de cultivares (Figura 1). Já os isolados PR48, PR18 e RJ70 apresentaram a mesma porcentagem de resistências quebradas, sendo equivalente a 0,84%.

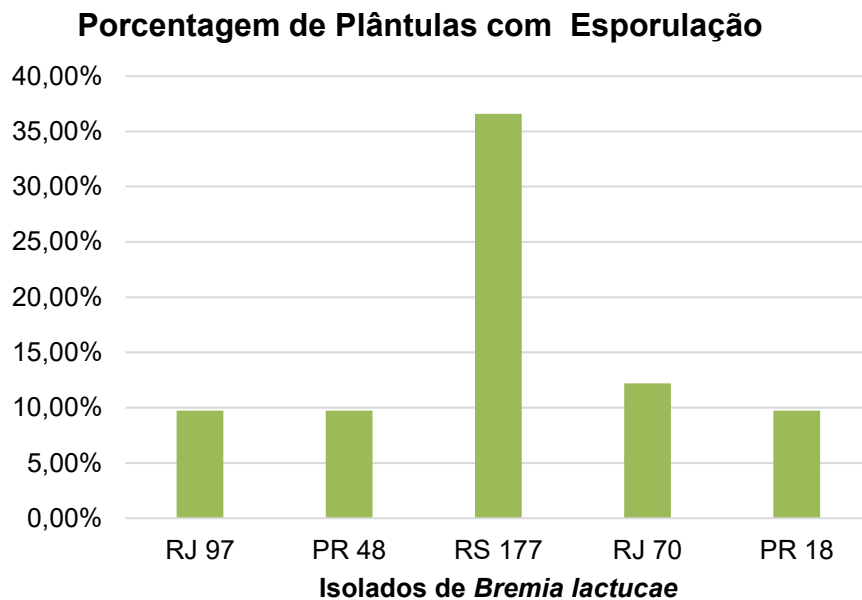


Figura 7 Percentual de cultivares de alface que apresentaram esporulação para cada isolado de *Bremia lactucae*.

5. DISCUSSÃO

O único isolado capaz de suplantar a resistência das cultivares 'Jonction RZ' e 'Valentina' foi o RJ 97, que apresenta código sexteto 31-01-00 e se diferencia dos demais por ter esporulado na cultivar 'FrRsal-1', que possui o fator de resistência Rsal-1. Os demais isolados (PR18, PR48 e RJ70) compartilham o 31 como valor inicial do código, assim como o RJ97, e esses foram capazes de quebrar a resistência das cultivares 'Mauren' e 'Evely', que, portanto, deve estar associada aos genes de resistência associados a esse grupo, como o Dm 3 (Dandie), Dm 4 (R4T57D), Dm 14 (UC Dm14), Dm 15 (Num Dm15) ou Dm 16 (CG Dm16).

Apesar dos isolados PR18 e RJ70 se diferenciarem por conta da esporulação do PR18 na cultivar 'Design', a qual se desconhece o fator ou gene de resistência, ambas foram capazes de suplantar a resistência tanto da cultivar 'Mauren' quanto da 'Evely'. Já o PR48, apesar de ter apresentado esporulação nas mesmas cultivares que a PR18 e RJ70, diferenciou-se estatisticamente das mesmas na 'Mauren'. Diferentes dos outros, o PR48, na diferenciação, apresentou esporulação na cultivar 'RYZ 910457', que também possui fator ou gene de resistência desconhecido.

A Figura 1 demonstra que o patótipo RS177 foi responsável pela quebra da resistência de 6,30% das cultivares avaliadas, mais que três vezes o segundo (RJ97). O código sexteto 51-00-00 corresponde à esporulação das cultivares 'Dandie', 'R4T57D', 'CG DM16' e 'Colorado', diferenciando-se das outras principalmente pela presença da esporulação na cultivar 'Colorado', que possui o gene de resistência Dm 18. Portanto é possível deduzir que um dos fenótipos de virulência com maior ocorrência e distribuição no Sul e Sudeste do Brasil é responsável pela quebra da resistência de cultivares por ser capaz de suplantar o gene de resistência Dm 18, o que também ocorre com algumas raças identificadas na Austrália (Trimboli & Nieuwenhuis 2011).

De acordo com o catálogo da Rijk Zwaan, a cultivar 'Jonction RZ' possui resistência às raças BI:30EU a BI:32EU, BI:37EU e BI:38EU, a 'Valentina' e a 'Psiquê', da Sakata Seed Sudamerica, às raças BI:1EU a BI:7 EU, BI:10 EU a

Bl:20 EU, Bl:22 EU a Bl:25 EU, Bl:27 EU e Bl:31 EU. A cultivar ‘Vitália’ da Agristar não especifica em seu catálogo a quais raças a resistência está relacionada, mas a ‘Frisby’ tem em sua descrição resistência intermediária por resistir às raças Bl:1 EU a Bl:16 EU e Bl:21 EU, e a ‘Luminosa’ Bl:1 EU a Bl:16 EU, Bl:21 EU, Bl:23 EU e Bl:32 EU. As raças que possuem ‘EU’ em sua identificação são europeias, portanto podem diferenciar-se das raças brasileiras.

Das cultivares da Hortec que apresentaram alguma suscetibilidade aos fenótipos de virulência de *Bremia lactucae*, apenas a cultivar ‘Bruna’ foi informado como resistente a SPBL-01, enquanto a ‘Evely’, a ‘Luara’ e a ‘Keila’ não informaram em suas descrições a quais raças apresentavam resistência. Já as cultivares da Feltrin tinham em sua descrição resistência apenas às raças 1-16 EU (Stella), o anterior com 18 e 23 EU (Greicy), os anteriores adicionados das 19 e 21 EU (Mauren, Loreane e Filó). ‘Gabriela’ e ‘Maraísa’, também da empresa Feltrin, não apresentavam em seus catálogos informações relativas à resistência a *Bremia lactucae*.

Entre todas as cultivares avaliadas, as que apresentaram suscetibilidade ao maior número de fenótipos de virulência de *B. lactucae* foram ‘Mauren’ e ‘Evely’, pois foram em algum nível suscetíveis a todos os isolados avaliados.

Em 2011 foram identificadas três raças de *Bremia lactucae* no Brasil, sendo elas SPBI:02 (63/31/19/00), SPBI:03 (63/63/19/00) e SPBI:04 (63/63/03/00), diferenciadas no conjunto EU-A, que foram descobertas devido à análise contínua dos fenótipos de virulência em São Paulo. Estudos mostraram que os genes Dm-14, Dm-17, Dm-18, Dm-37 e Dm-38 conferem resistência a essas novas raças identificadas, informação relevante para possíveis programas de melhoramento de alface nacionais (Souza et al, 2021).

A variação da esporulação entre as cultivares dentro de um mesmo isolado sugere diferentes níveis de resistência horizontal que cada cultivar possui de acordo com genes que estão presentes em seu DNA. Considerando que a resistência horizontal é poligênica, cada gene desempenha um pequeno papel na criação da resistência, portanto muitas vezes não sendo possível evitar a infecção, mas sim atrasar ou dificultar a sua propagação (Sawicka et al, 2020).

Portanto, que o acompanhamento das informações e mudanças em

patógenos com alta variabilidade genética, como é o caso da *B. lactucae*, é essencial para o controle da doença e sucesso de cultivares melhoradas no Brasil.

6. CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que o fenótipo de virulência RS 177 foi o que apresentou maior porcentagem de quebra de resistências e que as cultivares Junction RZ, Tendita RZ, Astorga RZ, Valentina, Mauren, Evely, Psiquê, Vitória, Frisby, Bruna, Luara, Gabriela, Loreane, Stella, Filó, Greicy, Keila, Maraísa e Luminosa apresentaram algum nível de suscetibilidade aos fenótipos de virulência testados. As cultivares Mauren e Everly foram suscetíveis a todos os isolados, não sendo indicadas para plantio em locais de ocorrência de míldio da alface. Já cultivares Aruanas RZ, Barlach RZ, Bellagon RZ, Carmolí RZ, Cousteau RZ, Desirade RZ, Euler RZ, Excentric RZ, Patrona RZ, Rosaine RZ, Rouxai RZ, Sartre RZ, Jade, Kibrille RZ, Klee RZ, Lalique RZ, Natalia RZ, Orbital RZ, Thurinus RZ, Triplex RZ, Xandra RZ, Dandara, mostraram-se resistentes a todos isolados testados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas AC, Mafia RG (2016) **Métodos em Fitopatologia**. 2ª Ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 516p.
- Caprio CH (2021) **Genômica populacional de *Bremia lactucae* e variação fenotípica para resistência em alface no Brasil**. 109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Jaboticabal/SP.
- Castoldi R, Charlo HCDO, Dalpian T, Melo DM, Botelho AP, Braz LT (2012) Identificação de novas raças de *Bremia lactucae* em alface no estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira** 30:209-213.
- Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). Hortipédia – Alface. Acesso em: <https://ceagesp.gov.br/hortiescolha/hortipedia/alface/>. Acesso em: 2 set. 2025.
- Cruz CD (1998) Programa GENES: Aplicativo computacional em genética e estatística. **Genetics and Molecular Biology** 21(1).
- Dolar FS, Emrahimzadh R, Sönmez K, Smilde D, Ellialtıođlu ŞŞ (2022) Evaluation of the existence of a new race of *Bremia lactucae* on lettuce. **Horticultural Studies** 39(1):28-32.
- Eira Aguiar AT *et al.* (2014). Boletim 200. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 7ª edição. Campinas-SP: IAC. 452p.

- Favarato LF *et al.* (2022). Cultura da alface. Incaper. Vitória, ES.
- Filgueira FAR (2012). Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª edição. Viçosa-MG: Editora UFV. 421p.
- Filgueira FAR (2013). **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 421p.
- Franco CA (2016) **Monitoramento de raças de *Bremia lactucae* em alface no ano de 2014 e sua distribuição no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal/SP.
- Franco CA (2020) ***Bremia lactucae*: monitoramento, dinâmica populacional e sensibilidade a fungicidas**. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Jaboticabal/SP.
- Horticeres sementes (2022) Alface americana Mika – HS 20042. 1p.
- Ilott TW, Durgan ME, Michelmore RW (1987) Genetics of virulence in Californian populations of *Bremia lactucae* (lettuce downy mildew). **Phytopathology** 77(10):1381-1386.
- Jacinto ACP, Castoldi R, Maciel G, Prado JR, Charlo HCDO (2022) Vertical and horizontal resistance of F 5: 6 progenies of carotenoid-biofortified lettuce to *Bremia lactucae*. **Revista Caatinga**. 35: 857-864.
- Kim MJ, Moon Y, Tou JC, Mou B, Waterland NL (2016). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis** 49:19-34.
- Kist BB, Beling RR (2023). Anuário Brasileiro de Horti&fruti. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 108p.
- Kunjeti SG *et al* (2016). Detection and quantification of *Bremia lactucae* by spore trapping and quantitative PCR. **Phytopathology**, 106(11):1426-1437.
- Lima MSS *et al* (2018). Qualidade e produtividade econômica de cultivares de alface conduzidas nas condições edafoclimáticas do sudeste paraense. **Revista Agroecossistemas** 10(1): 227-240.
- Lopes CA, Quezado-Duval AM, Reis A (2010). Doenças da Alface. Embrapa Hortaliças. Brasília.
- Marin MV, Franco CA, Smilde D, Panizzi RC, Braz LT (2020) Distribution of races and virulence factors of *Bremia lactucae* in the main lettuce production area in Brazil. **Journal of Plant Pathology** 102(2):395-407.
- Mesquita, PG (2008). **Biologia, Epidemiologia e controle do míldio (*Bremia lactucae*) da alface (*Lactuca sativa*) em viveiro**. 145f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Radin B, Reisser Júnior C, Matzenauer R, Bergamaschi H (2004) Crescimento de cultivares de alface conduzidos em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, 22:178-181.
- Parra L, Maisonneuve B, Lebeda A, Schut J, Christopoulou M, Jeuken M, McHale L, Truco MJ, Crute I, Michelmore R (2016). Rationalization of genes for resistance to *Bremia lactucae* in lettuce. **Euphytica** 210, 309–326 <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1687-1>.
- Runge F, Gärber U, Lebeda A, Thines M (2021). *Bremia lactucae* populations on cultivated lettuce originate from prickly lettuce and are interconnected with the wild

- pathosystem. **Eur. J. Plant Pathol.** 161:411-426. <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02332-6>
- Ryder EJ (1986). Melhoramento de alface. **Melhoramento de Vegetais**. Westport, Connecticut: AVI Publishing, 433-474.
- Sawicka B, Egbuna A, Nayak AK, Kala S (2020). **Plant Diseases, Pathogens and Diagnosis**, Elsevier eBooks, 17-28.
- Silva LO (2025). A produção de alface representada por diferentes sistemas de cultivo em solo e hidropônico. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2025.
- Souza JDO, Dalpian T, Braz LT, Camargo M (2021). New races of *Bremia lactucae*, causal agent of lettuce downy mildew, identified in São Paulo State, Brazil. **Horticultura Brasileira**, 29:282-286.
- Su H., van Bruggen AH, Subbarao KV, Scherm H (2004) Sporulation of *Bremia lactucae* affected by temperature, relative humidity, and wind in controlled conditions. **Phytopathology**, 94: 396-401.
- Tófoli JG, Domingues RJ, Ferrari JT (2014). Míldio e mofo branco da alface: doenças típicas de inverno. **Biológico**, São Paulo, 76(1): 19-24.
- Tosse DET (2015) **Linhagens de alface crespa resistentes a *Bremia lactucae* e interação genótipo x ambiente**. 74f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Jaboticabal/SP.
- Trimboli DS & Nieuwenhuis J (2011) New races of *Bremia lactucae* on lettuce in Australia. **Australasian Plant Disease Notes** 6:62-63.
- Van Ettehoven K, Van Arend AJM (1999) Identification and denomination of "new" races of *Bremia lactucae*. **Eucarpia Leafy Vegetables' 99**, Olomouc (Czech Republic), 8-11 Jun 1999. Palacky University.
- Wu BM, Subbarao KV, Van Bruggen AHC (2000) Factors affecting the survival of *Bremia lactucae* sporangia deposited on lettuce leaves. **Phytopathology**, 90(8): 827-833.