

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/02/2018.

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

**MONITORAMENTO DE RAÇAS DE *Bremia lactucae* EM
ALFACE NO ANO DE 2014 E SUA DISTRIBUIÇÃO NO
ESTADO DE SÃO PAULO**

**Carolina Andrade Franco
Engenheira Agrônoma**

2016

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

**MONITORAMENTO DE RAÇAS DE *Bremia lactucae* EM
ALFACE NO ANO DE 2014 E SUA DISTRIBUIÇÃO NO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Carolina Andrade Franco

Orientadora: Profa. Dra. Leila Trevisan Braz

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Forlan Vargas

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

2016

Franco, Carolina Andrade
F825m Monitoramento de raças de *Bremia lactucae* em alface no ano de
2014 e sua distribuição no Estado de São Paulo / Carolina Andrade
Franco. -- Jaboticabal, 2016
x, 34 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientadora: Leila Trevisan Braz

Banca examinadora: Antonio de Góes, Renata Castoldi

Bibliografia

1. *Lactuca sativa* L.. 2. Míldio. 3. Padrões de virulência. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:635.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MONITORAMENTO DE RAÇAS DE *Bremia lactucae* EM ALFACE NO ANO DE 2014 E SUA DISTRIBUIÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO.

AUTORA: CAROLINA ANDRADE FRANCO
ORIENTADORA: LEILA TREVISAN BRAZ
COORIENTADOR: PABLO FORLAN VARGAS

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

Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. ANTONIO DE GÓES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. RENATA CASTOLDI
Universidade Federal de Uberlândia / UFU - Câmpus Monte Carmelo - Uberlândia/MG

Jaboticabal, 25 de fevereiro de 2016

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

CAROLINA ANDRADE FRANCO – nascida em 31 de agosto de 1990, na cidade de Uberlândia, localizada no estado de Minas Gerais, filha de Ilce Robsany Andrade Franco e Carlos Franco Souza. Ingressou no curso de Engenharia Agrônômica em março de 2008, na Universidade Federal de Uberlândia, graduando-se em outubro de 2013. Durante a graduação foi bolsista de projeto de extensão, realizando também monitorias e estágios. Realizou o estágio supervisionado obrigatório no Gulf Coast Research & Education Center da Universidade da Flórida, nas áreas de olericultura e fitopatologia. Em agosto de 2014, ingressou no curso de mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), pela Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, tendo desenvolvido o projeto de dissertação como bolsista CAPES.

“Where there is a will, there is a way”

William Shakespere

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todos os dias me dar a oportunidade de abrir os meus olhos e viver um novo dia.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP – FCAV), pela oportunidade de cursar uma das melhores pós-graduações do país, pela estrutura e professores, que foram fundamentais para o meu crescimento.

Aos meus pais, Ilce e Carlos, meus melhores amigos, meu cerne, a razão de estar onde estou e de continuar lutando.

Aos meus avós e bisavós, pelas orações, torcidas e sacrifícios que a distância impõe.

Aos meus irmãos, Caio e Carlos, pelo apoio e por sempre me inspirarem a ir além.

A toda a minha grande e amorosa família, por todo entusiasmo e suporte.

À Professora Dra. Leila, minha orientadora de curso e de vida, uma amiga e uma mãe.

Aos Professores doutores Antonio de Góes, José Carlos Barbosa e Rita de Cássia Panizzi, por todo auxílio e paciência diante às inúmeras dúvidas.

Aos meus amigos da “Horta”, Willame, Edgard, Renato, Lucas, Hudson, Kevin e Guilherme, por todo companheirismo e ajuda.

Ao Marcus Vinícius, (Sr. Batata) que foi um irmão na minha caminhada até aqui, me salvando e apoiando inúmeras vezes.

Aos meus velhos e bons amigos, que independente da distância e do tempo, me suportam de onde estiverem.

Aos novos amigos que fiz em Jabuca, Cássia, Antonio, Matheus (Peão), Sophia e Bianca, por toda amizade e companheirismo.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e sugestões para o engrandecimento do trabalho.

Aos funcionários do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, Inauro e Reinaldo Aparecido (Tilápia), por toda ajuda e disponibilidade.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Importância da alface.....	2
2.2 <i>Bremia lactucae</i>	3
2.3 Resistência de alface à <i>Bremia lactucae</i>	4
2.4 Identificação de raças e de padrões de virulência em <i>Bremia lactucae</i>	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Identificação de raças de <i>Bremia lactucae</i> no Estado de São Paulo em 2014 .	6
3.2 Distribuição de <i>Bremia lactucae</i> no Estado de São Paulo.....	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1 Identificação de <i>Bremia lactucae</i> em 2014.....	11
4. 2 Distribuição de raças de <i>Bremia lactucae</i> no período entre 2003 e 2014	14
5 CONCLUSÕES	28
6 REFERÊNCIAS	29

MONITORAMENTO DE RAÇAS DE *Bremia lactucae* EM ALFACE NO ANO DE 2014 E SUA DISTRIBUIÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO – O míldio da alface, causado por *Bremia lactucae*, é uma das doenças mais importantes dessa cultura, causando inúmeros prejuízos. O surgimento de novas raças torna seu controle desafio constante para os melhoristas de alface, devido à necessidade de sempre buscar novos genes de resistência para o controle da doença. O objetivo deste trabalho foi monitorar as raças de *B. lactucae* presentes em regiões produtoras de alface do estado de São Paulo, no ano de 2014, e avaliar a sua distribuição no período de 2003 a 2014, a fim de dar suporte ao programa de melhoramento genético de alface da UNESP – FCAV. Amostras de folhas com sintomas de *B. lactucae* foram coletadas em regiões produtoras do estado de São Paulo, a partir das quais os esporângios foram multiplicados na cultivar Solaris, para então iniciar a fase de diferenciação das raças. A avaliação das diferenciadoras foi realizada quando houve esporulação na cultivar suscetível Green Towers, sendo atribuídos sinais +, (+), - e (-), de acordo com a esporulação observada. Já em relação à distribuição de *B. lactucae* no período de 2003 a 2014, foi realizado o levantamento da frequências das raças e dos fatores de virulência identificados nesse período. Em 2014, encontraram-se seis raças: SPBI:13, SPBI:14, SPBI:15, SPBI:16, BI:21 e SPBI:01. No total, foram identificadas 17 raças no estado de São Paulo, entre 2003 e 2014, nos 33 municípios avaliados. A SPBI:01, ocorreu em 35% dos 514 isolados avaliados. Dos 19 fatores de virulência avaliados, os únicos que não ocorreram na população de *B. lactucae*, no estado de São Paulo, foram o v17 e v38. Com base nesses resultados, para se conferir resistência à todas as raças identificadas no estado de São Paulo, devem ser utilizados os genes de resistência Dm-17 e FR-38 e as cultivares diferenciadoras Balesta e Bellissimo. Todas as raças apresentaram distribuição aleatória no período de 2008 a 2014, com exceção de SPBI:02 no ano 2011 e 2012 e SPBI:03 em 2011 e 2013 que mostraram-se dependentes do local.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., míldio, padrões de virulência, resistência.

MONITORING RACES OF *Bremia lactucae* IN LETTUCE IN 2014 AND ITS DISTRIBUTION IN SAO PAULO STATE

ABSTRACT - The downy mildew of lettuce caused by *Bremia lactucae* is one of the most important diseases of this crop, causing major damage during the winter season. The occurrence of new races is a constant challenge for lettuce breeders, due the need of always search for new resistance genes for genetic disease control. The aim of this study was to survey the *B. lactucae* races, in lettuce producing regions in Sao Paulo State in 2014, and its distribution from 2003 to 2014, to support the lettuce genetic breeding program of the UNESP - FCAV. Leaf samples containing symptoms of *B. lactucae* were collected from producing regions of Sao Paulo State, from which the sporangia were multiplied in Solaris cultivar, and thereafter it was started the stage of races differentiation. The assessment was performed when the differentiating susceptible cultivar Green Towers showed sporulation, being attributed the signs +, (+) - and (-), according to sporulation observed. To assess the distribution of *B. lactucae* from 2003 to 2014, it was performed a study of the frequency of the races and virulence factors identified in this period. In 2014, it was found six races - SPBI:13, SPBI:14, SPBI:15, SPBI:16, BI:21 e SPBI:01. In total, 17 races were identified in Sao Paulo State between 2003 and 2014, in 33 municipalities assessed. The race SPBI:01 occurred in 35% of the 514 isolates tested. From the 19 virulence factors assessed, the ones that did not occur in the population of *B. lactucae*, in Sao Paulo state, were v17 and v38. According to these results, to grant resistance to all races, identified in the Sao Paulo State, it should be used the Dm-17 and FR-38 resistance genes and the differentiating cultivars Balesta and Bellissimo. All races presented random distribution from 2008 to 2014, except for SPBI:02 in 2011 and 2012, and SPBI:03 in 2011 and 2013, that showed local dependence.

Keywords: *Lactuca sativa* L., downy mildew, virulence patterns, resistance.

1 INTRODUÇÃO

O estado de São Paulo é o maior produtor de alface no Brasil, sendo responsável por 31% da produção nacional. Uma das principais doenças que causam prejuízos a essa cultura é o míldio, cujo agente causal é *Bremia lactucae* Regel. Seus sintomas são observados tanto em ambiente natural quanto em cultivo protegido, o que a caracteriza como sendo a doença mais limitante em condições de baixa temperatura e de longos períodos de molhamento foliar (LEBEDA et al., 2002; MICHELMORE; WONG, 2008; LOPES et al., 2010). Trata-se de uma doença cosmopolita e severa, devido ao seu alto poder destrutivo, acarretando elevados prejuízos econômicos (ZAMBOLIM et al., 2000).

A capacidade do patógeno de infectar a cultura em qualquer estágio de desenvolvimento, dificulta seu controle. Além disso, a redução do inóculo inicial apresenta efeito limitado no desenvolvimento máximo da doença, uma vez que a progressão geométrica de multiplicação de novas infecções resulta no seu rápido avanço até atingir a fase crítica (VALE et al., 2004). Assim, o uso de cultivares resistentes e de produtos fitossanitários são as medidas mais eficazes no controle do míldio, sendo o primeiro, menos oneroso ao produtor.

A grande variabilidade de *B. lactucae* torna mais complexo o uso do controle genético. A resistência às distintas raças requer diferentes genes de resistência. Os genes Dm (Downy mildew) ou fatores de resistência (FR), têm sido amplamente utilizados em cultivares de alface, fornecendo alto nível de resistência ao míldio. No entanto, eles são eficazes apenas temporariamente, até que novos genes de virulência ocorram dentro da população do patógeno. Devido a isso, portanto, o controle permanente do míldio da alface exige o fornecimento contínuo de novos genes de resistência (LEBEDA et al., 2007).

O oomiceto *Bremia lactucae* é um patógeno que apresenta grande variabilidade genética, havendo vários relatos de raças fisiológicas, ou fatores de virulência, e de adaptações a fungicidas (JOHNSON e CRUTE, 1975; BROWN et al., 2004). Segundo a “International Bremia Evaluation Board” (IBEB), existem 29 raças descritas na Europa, sendo possível a ocorrência de muitas delas em uma mesma

área (GRIMAULT et al., 2015). No estado de São Paulo, foram identificadas doze raças de *B. lactucae* entre 2003 e 2013 (NUNES, 2014).

Dessa forma, a fim de se desenvolver linhagens resistentes, proporcionando controle eficaz da doença, torna-se de fundamental importância o monitoramento anual das raças de *Bremia lactucae* e o acompanhamento da sua distribuição nas principais regiões produtoras de alface do estado de São Paulo.

O objetivo deste trabalho foi monitorar as raças de *Bremia lactucae*, em regiões produtoras de alface do estado de São Paulo, em 2014, e avaliar a sua distribuição entre 2003 e 2014, a fim de dar suporte ao programa de melhoramento genético da alface da UNESP - Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal.

5 CONCLUSÕES

- No monitoramento realizado no estado de São Paulo em 2014 foram identificadas seis raças *B. lactucae*, que foram: SPBI:13, SPBI:14, SPBI:15, SPBI:16, que correspondem as codificações 63/31/35/00, 63/63/35/00, 63/31/50/00 e 63/31/58/00, respectivamente;
- Os únicos fatores de virulência que não foram encontrados nas raças de *B. lactucae* foram o v17 e o v38. Sendo assim, para se conferir resistência ao conjunto de raças encontradas até o momento no estado de São Paulo, devem ser utilizados os genes de resistência Dm-17 e FR-38, bem como as cultivares diferenciadoras Balesta e Bellissimo;

- A raça SPBI:01 é a de maior frequência (35%) no estado de São Paulo no período de 2003 a 2014, sendo que a SPBI:09, SPBI: 11, SPBI:15 e SPBI:16 tiveram frequência menor que 1%;
- Na avaliação de dez municípios, nos quais houve maior número de anos amostrados no período de 2008 a 2014, todas as raças apresentaram distribuição aleatória, com exceção de SPBI:02 no ano 2011e 2012 e SPBI:03 em 2011 e 2013 que se mostraram dependentes do local.

6 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2016: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP – Consultoria & Agroinformativos, 2016. p. 119-120.

BEDENDO, I. P. Míldios. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. cap. 26, p. 467-472.

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

BROWN, S.; KOIKE, S. T.; OCHOA, O. E.; LAEMMLEN, F.; MICHELMORE, R. W. Insensitivity to the fungicide fosetyl-aluminum in California isolates of the lettuce downy mildew pathogen, *Bremia lactucae*. **Plant Disease**, v. 88, n. 5, p. 502-508, 2004.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento Genético de Plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

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, v. 30, p. 209-213, 2012.

CRUTE, I. R. Downy mildew of lettuce. In: CHAUBE, H. S.; KUMAR, J.; MUKHOPADHYAY, A. N.; SINGH, U. S. (ed.) **Plant diseases of international importance**. New Jersey: Prentice Hall, Diseases of vegetable and oil seed crops. 1992. p.165–185.

CRUTE, I. R.; NORWOOD, JUDITH M. I. Pathogenic variation in fungi and bacteria and mycorrhizal compatibility: Inter-isolate variation for virulence in *Bremia lactucae*. **Annals of Applied Biology**, v. 94, n. 2, p. 275-278, 1980.

DALPIAN, T. **Identificação das raças de *Bremia lactucae* que ocorrem nas principais regiões produtoras do Estado de São Paulo, e obtenção de linhagens de alface crespa resistentes**. 2005. 47p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2005.

DERAVEL, J.; LEMIÈRE, S.; COUTTE, F.; KRIER, F.; VAN HESE, N.; BÉCHET, M.; JACQUES, P. Mycosubtilin and surfactin are efficient, low ecotoxicity molecules for the biocontrol of lettuce downy mildew. **Applied microbiology and biotechnology**, Berlin, v. 98, n. 14, p. 6255-6264, 2014.

DIS – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE. **Alface, crespa, crua**. São Paulo, 20 jan. 2016. Disponível em <<http://www.dis.epm.br/servicos/nutri/public/alimento/nutriente/id/11252>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

FALL, M. L.; BEAULIEU, C.; VAN DER HEYDEN, H.; CARISSE, O. *Bremia lactucae* infection efficiency under field conditions is modulated by leaf wetness duration and temperature. In: **Phytopathology**, Saint Paul, v. 99, n. 7, p. 65-65, 2015.

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, p. 271-279, 2012.

GRIMAULT, V.; SMILDE, D.; LUDLAGE, R.; VAN DIJK, A. **A new race of *Bremia lactucae*, BI:32 identified and nominated in Europe**. Rotterdam: Plantum, 2015. 2p.

GRUBE, R. C.; OCHOA, O. E. Comparative genetic analysis of field resistance to downy mildew in the lettuce cultivars 'Grand Rapids' and 'Iceberg'. **Euphytica**, v. 142, n. 3, p. 205-215, 2005.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Área e produção dos principais produtos da agropecuária**. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em 20 jan. 2016.

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

JOHNSON, A. G.; CRUTE, I. R. *Bremia* and the way it affects lettuce varieties which are resistant. **The Grower**, v. 25, n. 1975, p. 742-743, 1975.

LEBEDA, A.; BLOK, I. Sexual compatibility types of *Bremia lactucae* isolates originating from *Lactuca serriola*. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, Wageningen, v. 96, n. 1, p. 51-54, 1990.

LEBEDA, A.; PINK, D. A. C.; ASTLEY, D. Aspects of the interactions between wild *Lactuca* spp. and related genera and lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). In: SPENCER- PHILLIPS, P. T. N.; GISI, U.; LEBEDA, A. (Ed.). **Advances in downy mildew research**. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2002. p.85–117.

LEBEDA, A.; RYDER, E. J.; GRUBE, R.; DOLEZALOVA, I.; KRISTKOVA, E. Lettuce (Asteraceae; *Lactuca* spp.). In: SINGH, R.; BOCA RATON, F. L. (Ed.). **Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement series, vegetable crops**. EUA: CRC Press, 2007, p.377–472.

LEBEDA, A.; ZINKERNAGEL, V. Evolution and distribution of virulence in the German population of *Bremia lactucae*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 41-51, 2003.

LOPES, C. A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; REIS, A. **Doenças da alface**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. 68p.

MAISONNEUVE, B.; JEUNIAUX, S.; JUILLARD, E.; LOVERA, M. Virulence of *Bremia lactucae* populations in Southern France between 2006 and 2011. In: _____. (Ed.). **Eucarpia Leafy Vegetables 2011**. Villeneuve d'Ascq: Université Lille Nord de France, 2011. p 32.

MARTÍNEZ, M. S. **Variabilidad genética del mildiu (*Bremia lactucae* Regel) en Salamanca y San Miguel de Allende, Guanajuato, mediante RAPD e ISSR**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanida) - Colegio de Postgraduados, Montecillo, 2008.

MICHELMORE, R. W.; INGRAM, D. S. Recovery of progeny following sexual reproduction of *Bremia lactucae*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 77, n. 1, p. 131-137, 1981.

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

NORWOOD, JUDITH M.; MICHELMORE, R. W.; CRUTE, I. R.; INGRAM, D. S. The inheritance of specific virulence in *Bremia lactucae* (downy mildew) to match resistance factors 1, 2, 4, 6 and 11 in *Lactuca sativa* (lettuce). **Plant Pathology**, v. 32, n. 2, p. 177-186, 1983.

NORDSKOG, B.; ELAMEEN, A.; GADOURY, D. M.; HERMANSEN, A. Virulence characteristics of *Bremia lactucae* populations in Norway. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 139, p. 679-686, 2014.

NUNES, R. C. **Levantamento de raças do agente causador do míldio da alface no Estado de São Paulo em 2012 e 2013**. 2014. 25 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2014.

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, n. 7-8, p. 503-514, 2013.

PISSARDI, M. A.; DALPIAN, T.; BRAZ, L. T.; CAMARGO, M. Identificação do comportamento de *Bremia lactucae* pelo produtor de alface americana do Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza. **Resumos...** Brasília: ABH, 2005. v. 23.

SAS Institute INC. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1.(Software). Cary. USA.

SHARAF, K.; LEWINSOHN, D.; NEVO, E.; BEHARAV, A. Virulence patterns of *Bremia lactucae* in Israel. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 35, n. 1, p. 100-108, 2007.

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

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI. Divulgação técnica: Míldio e mofo branco da alface: doenças típicas de inverno. **Biológico**, São Paulo, v.76, n.1, p.19-24, 2014.

TRIMBOLI, D. S.; NIEUWENHUIS, J. New races of *Bremia lactucae* on lettuce in Australia. **Australasian Plant Disease Notes**, Dordrecht, v. 6, n. 1, p. 62-63, 2011.

VALADE, R. **Potentiel évolutif et adaptation des populations de l'agent du mildiou de laitue, *Bremia lactucae*, face aux expressions de sélection de la plante hôte, *Lactuca sativa***. 2012. 173 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Université Paris, Paris, 2012.

VALE, F. X. R.; JESUS Jr, W. C.; LIBERATO, J. R.; SOUZA, C. A. Natureza das epidemias. In: VALE, F. X. R.; JESUS Jr, W. C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004. p. 21-46.

VAN ETTEKOVEN, K.; VAN DER AREND, A. Identification and denomination of "new" races of *Bremia lactucae*. In: EUCARPIA MEETING ON LEAFY VEGETABLES GENETICS AND BREEDING, Olomuc: Czech Republic, **Proceedings** 1999, p. 105 – 107.

VAN HESE, N.; HUANG, C. J.; de VLEESSCHAUWER, D.; DELAERE, I.; PAUWELYN, E.; BLEYAERT, P.; HÖFTE, M. Evolution and distribution of virulence characteristics of Belgian *Bremia lactucae* populations between 2008 and 2013. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 144, n. 2, p. 431-441, 2016.

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.

WU, B. M.; SUBBARAO, K. V.; VAN BRUGGEEN, H. C. Factors affecting the survival of *Bremia lactucae* sporangia deposited on lettuce leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 90, n. 8, p. 827-833, 2000.

XU, L. **Development of molecular approaches in the study of lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) population biology**. 2011. 262 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Vegetais). University of Warwick, Coventry, 2011.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas-hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 444 p.

ZAMBOLIM, L.; VENÂNCIO, W. S.; de OLIVEIRA, S. F. **Manejo de Resistência de Fungos a Fungicidas**. Viçosa: UFV, 2007, 168p.