

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir de
03/01/2020.

JOSÉ MARCELO SOMAN

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E BIOQUÍMICAS DE
CULTIVARES DE FEIJOEIRO COM DIFERENTES NÍVEIS DE RESISTÊNCIA À
MURCHA-DE-CURTOBACTERIUM**

Botucatu

2018

JOSÉ MARCELO SOMAN

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E BIOQUÍMICAS DE
CULTIVARES DE FEIJOEIRO COM DIFERENTES NÍVEIS DE RESISTÊNCIA À
MURCHA-DE-CURTOBACTERIUM**

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp, Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia – Proteção de
Plantas

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos
Maringoni

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S693a Soman, José Marcelo, 1987-
Avaliação de características agronômicas e bioquímicas de cultivares de feijoeiro com diferentes níveis de resistência à murcha-de-curtobacterium / José Marcelo Soman. - Botucatu: [s.n.], 2018
73 p.: fots. color., ils., grafs., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Antonio Carlos Maringoni
Inclui bibliografia

1. Feijão comum - Resistência a doenças e pragas - Aspectos genéticos. 2. Bactérias fitopatogênicas. 3. Plantas cultivares. I. Maringoni, Antonio Carlos. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E BIOQUÍMICAS DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO COM DIFERENTES NÍVEIS DE RESISTÊNCIA À MURCHA-DE-CURTOBACTERIUM

AUTOR: JOSÉ MARCELO SOMAN

ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS MARINGONI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS MARINGONI
Dep de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Prof. Dr. LUÍS OTÁVIO SAGGION BERIAM
Bactérias Fitopatogênicas / Instituto Biológico de Campinas


Prof. Dr. RICARDO MARCELO GONÇALVES
Fitopatologia / Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Santa Luzia


Prof. Dr. TADEU ANTÔNIO FERNANDES DA SILVA JÚNIOR
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental / Universidade Sagrado Coração - USC


Profa. Dra. RENATE KRAUSE SAKATE
Depto de Proteção Vegetal / UNESP - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Botucatu, 03 de janeiro de 2018.

Aos meus pais Alice e José (*in memoriam*),
pela participação ativa na minha formação,
ajudando e incentivando a suportar as
dificuldades e à minha querida esposa
Milena pela paciência e compreensão,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelos dons recebidos que me possibilitaram chegar até aqui.

Aos meus pais por todo amor, dedicação e apoio.

À minha esposa Milena, com quem pude contar em todos os momentos e que esteve sempre presente apoiando meus objetivos.

À UNESP/FCA pelo emprego e possibilidade da realização do curso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Maringoni, por sua dedicação durante todos esses anos, compartilhando ensinamentos para toda a vida. Agradeço também pelos conselhos e conversas, propiciando minha evolução profissional e pessoal.

À Profa. Dra. Renate Krause Sakate pela confiança, apoio e licença para o uso de seu laboratório.

Aos chefes e servidores do Departamento de Proteção Vegetal pela compreensão durante o curso.

Aos professores do Programa de Pós-graduação – Proteção de Plantas pelo apoio e ensinamentos, contribuindo muito para minha formação profissional.

Aos servidores da Seção de Pós-Graduação da FCA/UNESP pelo auxílio com os processos e documentos.

Aos meus companheiros do Laboratório de Bacteriologia Vegetal, Daniele, João César, Ricardo, Ronaldo e Tadeu, pela amizade, convivência e ajuda nos momentos mais críticos.

Aos estagiários do Laboratório de Bacteriologia Vegetal, Bianca, Karine, Letícia, Mayara e Thiago, pela amizade e ajuda na instalação e execução dos ensaios.

Aos colegas de Pós-Graduação pela agradável convivência e momentos de descontração.

À Dra. Maria Márcia P. Sartori pela paciência e disponibilidade nas análises estatísticas dos dados.

Aos amigos recentes e de longas datas que sempre estiveram ao meu lado, pelos conselhos, apoio e compreensão.

À FAPESP pelo auxílio financeiro.

Agradeço, por fim, a todos que participaram desse momento em minha vida.

RESUMO

A murcha-de-curtobacterium, incitada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff), é uma das principais doenças do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil e em alguns países do mundo. Até o momento, sua principal forma de manejo é a utilização de cultivares com níveis de resistência. Porém há escassez de informações sobre a dinâmica populacional bacteriana, mecanismos de resistência e produtividade nessas cultivares. Diante disto, os objetivos deste trabalho foram: avaliar a dinâmica populacional de Cff em cultivares resistentes e suscetíveis de feijoeiro; caracterizar as principais alterações fisiológicas em resposta ao processo de infecção das plantas por Cff e; avaliar as características agrônomicas das plantas de feijoeiro de cultivares resistentes e suscetíveis em resposta à infecção por Cff. Para tal, os ensaios foram conduzidos em casa-de-vegetação, na Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu-SP. No primeiro ensaio e na sua repetição, foi avaliada a dinâmica populacional bacteriana em cultivares resistentes e suscetíveis de feijoeiro nos quatro primeiros entrenós. No segundo ensaio, foi avaliada a atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), polifenoloxidase (PFO), peroxidase (POX) e a concentração de proteínas e compostos fenólicos totais em nove coletas realizadas às 0, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 168 e 336 horas após a inoculação. No terceiro ensaio, em três repetições, foram avaliadas as principais características agrônomicas para a cultura do feijoeiro, tais como número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, juntamente com a severidade da doença. Foi observado que a colonização em cultivares com níveis de resistência é mais lenta e estas apresentam menor número de bactérias em seus tecidos em relação às cultivares suscetíveis, sendo este resultado influenciado por temperaturas médias mais elevadas. As enzimas avaliadas responderam com maior intensidade ao estresse oxidativo gerado pela presença da bactéria em cultivares resistentes em comparação às suscetíveis, podendo ser utilizadas como marcadores de resistência. Os teores de proteínas e compostos fenólicos também foram aumentados nessas cultivares em resposta à doença. As características agrônomicas foram diretamente afetadas pela doença em cultivares suscetíveis, destacando-se a cultivar Pérola que teve sua produção extremamente reduzida. A doença também fez com que os níveis de matéria seca fossem diretamente reduzidos nessas cultivares.

Palavras-chave: *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, Murcha-de-curtobacterium, feijoeiro comum, cultivares resistentes

ABSTRACT

The Bacterial wilt, induced by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff), is one of the main disease of common bean crops (*Phaseolus vulgaris* L.) in Brazil and around world. Until now, the basic management form is the cultivars application with levels of resistance, however there is lack of information about bacterial population dynamic, resistance mechanisms and productivity in those cultivars. Based on that, the objectives of this work were: to evaluate the dynamic of Cff population in resistant and susceptible cultivars of common bean; to characterize the main physiological alterations in response to the plant colonization process by Cff and; to measure the agronomic parameters of bean plants from resistant and susceptible cultivars in response to the colonization by Cff. To this end, the assays were performed in greenhouse condition located on Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu-SP. During the first assay and your respective repetition, was evaluated the dynamic bacterial population in resistant and susceptible cultivars of bean in the first four internodes. In the second assay, was evaluate the activity of the enzymes superoxide dismutase (SOD), polyphenoloxidase (PPO), peroxidase (POX) and the concentration of proteins and total phenolic compounds in nine collections accomplished at 0, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 168 and 336 hours after the inoculation. About the third assay, with three repetitions, were evaluated the main agronomic parameters for beans crop, such as number of pods per plant, number of grain per pod, mass of one hundred grains, along with the severity of the disease. It was observed that the colonization in cultivars with levels of resistance is slowest and present the smallest number of bacteria in their tissues comparing the susceptible cultivars, as this result influenced by medium temperatures higher. The enzymes evaluated respond with greater intensity to oxidative stress induced by the presence of bacteria in resistant plants comparing to susceptible, which can be used as resistant markers. The levels of proteins and phenolic compounds are also increased in those cultivars as a response to bacterial wilt. The agronomic parameters were directly affected by the disease in susceptible cultivars, highlighting the Pérola cultivar, which it had extremely reduced production. The disease also contributed with the directly decreasing of the levels of dry matter in those cultivars.

Key-words: *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, bacterial wilt of common bean, common bean, resistant cultivars.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de elétrons durante a explosão oxidativa e rotas de conversão existente em plantas.....	28
Figura 2 - Variação do teor de proteínas totais nas cinco cultivares de feijoeiro avaliadas ao decorrer das horas após a inoculação.....	48
Figura 3 - Variação do teor de fenóis totais nas cinco cultivares de feijoeiro avaliadas ao decorrer das horas após a inoculação.....	50
Figura 4 - Variação da atividade da SOD nas cinco cultivares de feijoeiro avaliadas ao decorrer das horas após a inoculação.....	52
Figura 5 - Variação da atividade da PFO nas cinco cultivares de feijoeiro avaliadas ao decorrer das horas após a inoculação.....	54
Figura 6 - Variação da atividade da POX nas cinco cultivares de feijoeiro avaliadas ao decorrer das horas após a inoculação.....	56
Figura 7 - Reação das cultivares a murcha-de-curtobacterium aos 21 DAI	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área abaixo da curva de progressão da murcha-de-curtobacterium (AACPD) nos dois ensaios de colonização de cultivares por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	41
Tabela 2 - Concentração de bactéria nos tecidos (Log_{10} UFC.g tecido ⁻¹) para cinco cultivares em dois ensaios realizados em 2014 e 2015 inoculadas ou não com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	42
Tabela 3 - Matéria seca das cinco cultivares de feijoeiro frente a inoculação com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	46
Tabela 4 - Área abaixo da curva da concentração de proteínas e fenóis totais em cinco cultivares de feijoeiro inoculadas ou não com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	47
Tabela 5 - Área abaixo da curva da atividade da Superóxido-dismutase, polifenoloxidase e peroxidase em cinco cultivares de feijoeiro inoculadas ou não com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	51
Tabela 6 - Área abaixo da curva de progressão da murcha-de-curtobacterium em três ensaios realizados em diferentes épocas.....	57
Tabela 7 - Características agronômicas de cultivares resistentes e suscetíveis de feijoeiro inoculadas ou não com <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> , em três ensaios em diferentes épocas	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	Aspectos gerais da cultura do feijoeiro.....	21
2.2	Aspectos gerais da murcha-de-curtobacterium do feijoeiro	22
2.3	Resistência de cultivares de feijoeiro às doenças	24
2.4	Os níveis populacionais bacterianos e seu impacto na expressão das doenças	26
2.5	Atividade enzimática e compostos fenólicos como indicadores de resistência.....	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1	Isolados bacterianos	32
3.2	Local dos ensaios.....	32
3.3	Cultivares de feijoeiro	32
3.4	Avaliação da severidade da murcha-de-curtobacterium	33
3.5	Confirmação da identidade dos isolados recuperados, por PCR	33
3.6	Colonização de cultivares de feijoeiro por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	34
3.7	Matéria seca da parte aérea de cultivares de feijoeiro infectadas por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	35
3.8	Atividade enzimática, quantificação de proteínas e fenóis totais de cultivares de feijoeiro infectadas por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	36
3.8.1	Obtenção e armazenamento das amostras de tecido foliar	36
3.8.2	Obtenção dos extratos vegetais.....	36
3.8.3	Atividade da peroxidase	37
3.8.4	Atividade da polifenoloxidase	37
3.8.5	Atividade da superóxido-dismutase	37
3.8.6	Quantificação de proteínas totais	38
3.8.7	Quantificação de fenóis totais.....	38
3.8.8	Análise dos dados	39
3.9	Avaliação das características agrônômicas em cultivares de feijoeiro infectados por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	39

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1	Colonização de cultivares de feijoeiro por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	41
4.2	Matéria seca da parte aérea de cultivares de feijoeiro infectadas por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>.....	46
4.3	Atividade enzimática, quantificação de proteínas e fenóis totais de cultivares de feijoeiro infectadas por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	47
4.4	Avaliação das características agronômicas em cultivares de feijoeiro infectados por <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i>	57
5	CONCLUSÕES.....	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nos experimentos aqui conduzidos, pode-se concluir que:

- a) Os níveis populacionais de Cff variaram entre cultivares de feijoeiro resistentes e suscetíveis, porém todas foram colonizadas pela bactéria;
- b) Cultivares resistentes e suscetíveis de feijoeiro responderam bioquimicamente de forma diferente frente à infecção por Cff. A resistência das cultivares avaliadas está intimamente ligada à expressão das enzimas antioxidantes, com destaque à peroxidase e polifenoloxidasas;
- c) A infecção feijoeiros por Cff reduziu o desenvolvimento da parte aérea e, conseqüentemente, a produção das plantas em cultivares suscetíveis (IAC Carioca e Pérola), quando comparadas às resistentes (IAC Alvorada, IAC Diplomata e IPR Corujinha).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M. W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. **Crop Science**, v. 7, n. 5, p. 505–510, 1967.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. [s.l.] Elsevier Academic Press Burlington, MA, 2005. v. 5
- AKIBA, F. et al. Murcha bacteriana do feijão vagem: doença nova para o Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 379, 1980.
- AL-SALEH, M. A. et al. Population dynamics of *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* on different plant species and management of bacterial leaf spot of lettuce under greenhouse conditions. **Crop Protection**, v. 30, n. 7, p. 883–887, 22 ago. 2011.
- ALLAIN, C. C. et al. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical chemistry**, v. 20, n. 4, p. 470–475, 1974.
- ALMEIDA, L. DE; LEITÃO FILHO, H. F.; MIYASAKA, S. Características do feijão carioca, um novo cultivar. **Bragantia**, v. 30, p. 33–38, 1971.
- ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEATH, L. S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **J. Exp. Bot.**, v. 53, n. 372, p. 1331–1341, 2002.
- ARAUJO, R. S. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. [s.l.] Potafos, 1996.
- BABITHA, M. P. et al. Differential induction of superoxide dismutase in downy mildew-resistant and -susceptible genotypes of pearl millet. **Plant Pathology**, v. 51, n. 4, p. 480–486, 2002.
- BAKER, C. J.; ORLANDI, E. W. Active oxygen in plant pathogenesis. **Annual review of phytopathology**, v. 33, n. 1, p. 299–321, 1995.
- BARAK, J. D.; KOIKE, S. T.; GILBERTSON, R. L. Role of crop debris and weeds in the epidemiology of bacterial leaf spot of lettuce in California. **Plant disease**, v. 85, n. 2, p. 169–178, 2001.
- BARBOSA, M. R. et al. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, 2014.
- BASHA, S. M.; MAZHAR, H.; VASANTHAIAH, H. K. N. Proteomics approach to identify unique xylem sap proteins in Pierce's disease-tolerant *Vitis* species. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 160, n. 3, p. 932–944, 2010.
- BEAUCHAMP, C. O.; FRIDOVICH, I. Isozymes of superoxide dismutase from wheat germ. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure**, v. 317, n. 1, p. 50–64, 1973.

BRADBURY, J. F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. [s.l.] CAB international, 1986.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical biochemistry**, v. 72, n. 1–2, p. 248–254, 1976.

BULL, C. T. et al. Host Genotype and Hypersensitive Reaction Influence Population Levels of *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* in Lettuce. **Phytopathology**, v. 105, n. 3, p. 316–324, 2015.

BUONAURO, R.; DELLA TORRE, G.; MONTALBINI, P. Soluble superoxide dismutase (SOD) in susceptible and resistant host-parasite complexes of *Phaseolus vulgaris* and *Uromyces phaseoli*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 31, n. 2, p. 173–184, 1987.

CABI, E. **Curtobacterium flaccumfaciens** pv. **flaccu** - CORBFL_ds.pdfEPPO **Quarantine pest**, 1982. Disponível em: <https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/bacteria/CORBFL_ds.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2016

CAMPOS, Â. D. et al. Peroxidase and polyphenol oxidase activity in bean anthracnose resistance. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 637–643, 2004a.

CAMPOS, Â. D. et al. Peroxidase and polyphenol oxidase activity in bean anthracnose resistance. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 637–643, 2004b.

CARBONELL, S. A. M. et al. IAC-Alvorada and IAC-Diplomata: new common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 8, n. 2, p. 163–166, 2008.

CASTOLDI, F. L. **Análises das interrelações entre rendimento e diversas características agrônômicas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. [s.l.] Viçosa–MG, 1991.

CHAND, J. N.; WALKER, J. C. Inheritance of resistance to angular leafspot of cucumber. **Phytopathology**, v. 54, n. 1, p. 51, 1964.

CONAB, C. N. DE A. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_10_09_09_03_07_boletim_graos_outubro_2015.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2016

COOPER, R. M. et al. Detection and cellular localization of elemental sulphur in disease-resistant genotypes of *Theobroma cacao*. **Nature**, v. 379, n. 6561, p. 159–162, 1996.

COYNE, D. P.; SCHUSTER, M. L.; HILL, K. Genetic control of reaction to common blight bacterium in bean (*Phaseolus vulgaris*) as influenced by plant age and

bacterial multiplication. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 98, n. 1, p. 94–99, 1973.

CROFT, K. P. C.; VOISEY, C. R.; SLUSARENKO, A. J. Mechanism of hypersensitive cell collapse: correlation of increased lipoxygenase activity with membrane damage in leaves of *Phaseolus vulgaris* (L) inoculated with an avirulent race of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 36, n. 1, p. 49–62, 1990.

DANGL, J. L.; DIETRICH, R. A.; THOMAS, H. Senescence and programmed cell death. **Biochemistry and molecular biology of plants**, p. 1044–1100, 2000.

DEBOUBA, M. et al. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicon esculentum*" seedlings. **Journal of plant physiology**, v. 163, n. 12, p. 1247–1258, 2006.

DELGADO SALINAS, A. O. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. 1985.

DOKE, N. Generation of superoxide anion by potato tuber protoplasts during the hypersensitive response to hyphal wall components of *Phytophthora infestans* and specific inhibition of the reaction by suppressors of hypersensitivity. **Physiological Plant Pathology**, v. 23, n. 3, p. 359–367, 1983.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Produção de feijão. **Guaíba: agropecuária**, v. 2, p. 19–20, 2000.

EHSANI-MOGHADDAM, B. et al. Regulation of superoxide dismutase isoforms in resistant and susceptible strawberry cultivars subjected to leaf spot disease. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 41, n. 7, p. 492–500, 2008.

EKPO, E. J. A. Pathogenic Variation in Common (*Xanthomonas phaseoli*) and Fuscous (*Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans*) Bacterial Blights of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). 1976.

EL-MOSHATY, F. I. B. et al. Lipid peroxidation and superoxide production in cowpea (*Vigna unguiculata*) leaves infected with tobacco ringspot virus or southern bean mosaic virus. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 43, n. 2, p. 109–119, 1993.

EMBRAPA, E. B. DE P. A. **Cultivo do Feijoeiro Cultivo do Feijoeiro Comum: Características da cultura**, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>>. Acesso em: 24 ago. 2016

FEIJÃO, C. T. S. B. DE. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região-Sul brasileira**. Florianópolis: [s.n.].

FERNANDEZ, M. R.; HEATH, M. C. Interactions of the nonhost French bean plant (*Phaseolus vulgaris*) with parasitic and saprophytic fungi. III. Cytologically detectable

responses. **Canadian Journal of Botany**, v. 67, n. 3, p. 676–686, 1989.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

FAOSTAT, [s.d.]. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 21 ago. 2016

FRANC, G. D. **Bacterial diseases of beans**. [s.l.] Cooperative Extension Service, University of Wyoming, 1998.

FRY, S. M.; MILHOLLAND, R. D.; OTHERS. Multiplication and translocation of *Xylella fastidiosa* in petioles and stems of grapevine resistant, tolerant, and susceptible to Pierce's disease. **Phytopathology**, v. 80, n. 1, p. 61–65, 22 ago. 1990.

GAYOSO, C. et al. The Ve-mediated resistance response of the tomato to *Verticillium dahliae* involves H₂O₂, peroxidase and lignins and drives PAL gene expression. **BMC plant biology**, v. 10, n. 1, p. 1, 2010.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases I. Occurrence in higher plants. **Plant physiology**, v. 59, n. 2, p. 309–314, 1977.

GOMES, M. R. A. et al. Propriedades físico-químicas de polifenoloxidase de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 69–72, 2001.

GONÇALVES, R. M. et al. Alternative hosts of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, causal agent of bean bacterial wilt. **European Journal of Plant Pathology**, n. November, p. 1–9, 2016.

GONÇALVES, S. L.; WREGE, M. S.; CARAMORI, P. H. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30 C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), cultivado na safra das águas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 5, n. 1, p. 99–107, 1997.

GOODWIN, P. H.; SOPHER, C. R.; MICHAELS, T. E. Multiplication of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and intercellular enzyme activities in resistant and susceptible beans. **Journal of Phytopathology**, v. 143, n. 1, p. 11–15, 1995.

HALL, R.; NASSER, L. C. B. Practice and precept in cultural management of bean diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 18, n. 2, p. 176–185, 1996.

HARVESON, R. M.; SCHWARTZ, H. F. Bacterial diseases of dry edible beans in the Central High Plains. **Plant Health Prog [serial on the Internet]**, 2007.

HAYWARD, A. C. Biology and Epidemiology of Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**, v. 29, n. 1, p. 65–87, 1991.

HEDGES, F.; OTHERS. A bacterial wilt of the bean caused by *Bacterium flaccumfaciens* nov. sp. **American Association for the Advancement of Science**.

Science, v. 55, p. 433–434, 1922.

HEDGES, F.; OTHERS. Bacterial wilt of Beans (*Bacterium flaccumfaciens* Hedges), including comparisons with *Bacterium phaseoli*. **Phytopathology**, v. 16, n. 1, p. 1–22, 1926.

HEGEDÜS, A.; ERDEI, S.; HORVÁTH, G. Comparative studies of H₂O₂ detoxifying enzymes in green and greening barley seedlings under cadmium stress. **Plant Science**, v. 160, n. 6, p. 1085–1093, 2001.

HILAIRE, E. et al. Vascular defense responses in rice: peroxidase accumulation in xylem parenchyma cells and xylem wall thickening. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 14, n. 12, p. 1411–1419, 2001.

HIRANO, S. S.; UPPER, C. D. Population biology and epidemiology of *Pseudomonas syringae*. **Annual review of phytopathology**, v. 28, n. 1, p. 155–177, 1990.

HOUTERMAN, P. M. et al. The mixed xylem sap proteome of *Fusarium oxysporum*-infected tomato plants. **Molecular plant pathology**, v. 8, n. 2, p. 215–221, 2007.

HSIEH, T. F. et al. Resistance of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) to Bacterial Wilt Caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Journal of Phytopathology**, v. 153, n. 4, p. 245–249, 2005.

HUANG, H. C.; ERICKSON, R. S.; HSIEH, T. F. Control of bacterial wilt of bean (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*) by seed treatment with *Rhizobium leguminosarum*. **Crop Protection**, v. 26, n. 7, p. 1055–1061, 2007.

IAPAR. **IPR Corujinha**, 2009. Disponível em: <<http://www.iapar.br/pagina-1363.html>>

JÚNIOR, L. H. et al. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1543–1548, 2007.

JÚNIOR, T. A. F. S. et al. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in soil and bean crop debris. **Journal of Plant Pathology**, v. 94, n. 2, p. 331–337, 2012.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant physiology**, v. 57, n. 2, p. 315–319, 1976.

KAVITHA, R.; UMESHA, S. Regulation of defense-related enzymes associated with bacterial spot resistance in tomato. **Phytoparasitica**, v. 36, n. 2, p. 144–159, 2008.

LEVINE, A. et al. H₂O₂ from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response. **Cell**, v. 79, n. 4, p. 583–593, 1994.

LEWIS, N. G.; YAMAMOTO, E. Lignin: occurrence, biogenesis and biodegradation. **Annual review of plant biology**, v. 41, n. 1, p. 455–496, 1990.

LI, L.; STEFFENS, J. C. Overexpression of polyphenol oxidase in transgenic tomato plants results in enhanced bacterial disease resistance. **Planta**, v. 215, n. 2, p. 239–247, 2002.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. DE. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 1, p. 21–25, 1999.

LOBO, V. L. DA S.; LOPES, C. A.; GIORDANO, L. DE B. Resistance components to bacterial spot and growth of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, race T2, in tomato genotypes. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 1, 2005.

MALAVOLTA, V. A. et al. Bactérias fitopatogênicas assinaladas no Brasil: uma atualização. **Summa phytopatológica**, v. 34, n. FEV, p. 9–87, 2008.

MARINGONI, A. Comportamento de cultivares de feijoeiro comum à murcha-de-curtobacterium. **Fitopatologia Brasileira**, 2002.

MARINGONI, A. C. **Caracterização de isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e avaliação da resistência de cultivares de feijoeiro comum à murcha-de-Curtobacterium**. [s.l.] Faculdade de Ciências Agronômicas-Universidade Estadual Paulista“ Júlio de Mesquita Filho.”, 2000.

MARINGONI, A. C. Alterações nos teores de macronutrientes em plantas de feijoeiro infectadas por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 217–222, 2003.

MARINGONI, A. C. et al. Reaction and colonization of common bean genotypes by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 15, n. 2, p. 87–93, 2015.

MARINGONI, A. C.; CAMARA, R. DE C. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* detection in bean seeds using a semi-selective culture medium. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 37, n. 4, p. 451–455, 2006.

MARINGONI, A. C.; EUCLIDES FILHO ROSA. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 23, p. 160–162, 1997.

MARRIOTT, J.; BEEN, B. O.; PERKINS, C. The aetiology of vascular discoloration in cassava roots after harvesting: association with water loss from wounds. **Physiologia plantarum**, v. 44, n. 1, p. 38–42, 1978.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W.; FERNANDES, J. A. R. Phenols, peroxidase and polyphenoloxidase in the resistance of coffee to *Meloidogyne incognita*. **Bragantia**, v. 48, n. 2, p. 131–142, 1989.

MIRANDA-FILHO, R. J.; RESENDE, A. M.; UESUGI, C. H. Efeito dos níveis de infecção por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na produção de feijão cultivar Pérola. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 62, 2005.

MIRANDA FILHO, R. J. DE. **Perda de Produtividade em feijoeiro comum cultivar Pérola causada por *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens***. [s.l.] Universidade de Brasília, 2006.

MOHAN, S. K. Ocorrência de fogo selvagem causado por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* nos feijoeiros do Paraná. **REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO**, v. 1, p. 296–297, 1982.

MUELLER, W. C.; BECKMAN, C. H. Ultrastructure of the phenol-storing cells in the roots of banana. **Physiological Plant Pathology**, v. 4, n. 2, p. 187IN5189-188IN7190, 1974.

MUNIZ, M. DE F. S. et al. Influência da nutrição com cálcio sobre a antracnose em feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11/12, p. 2025–2031, 1991.

MUTLU, N. et al. Differential pathogenicity of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X. fuscans* subsp. *fuscans* strains on bean genotypes with common blight resistance. **Plant disease**, v. 92, n. 4, p. 546–554, 2008.

NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT; R. Phenolic Compounds and Their Role in Disease Resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v. 30, n. 1, p. 369–389, 1992.

NIEMANN, G. J. et al. Free and cell wall-bound phenolics and other constituents from healthy and fungus-infected carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) stems. **Physiological and molecular plant pathology**, v. 38, n. 6, p. 417–432, 1991.

O feijão está mais caro; entenda por quê. EBC, 2016. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/economia/2016/06/entenda-por-que-o-feijao-esta-mais-carro>>. Acesso em: 17 ago. 2016

PAULA JÚNIOR, T. J.; PAULA JUNIOR, T. J.; VENZON, M. Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **PAULA JUNIOR, TJ; VENZON, M.(Coord.)**, v. 101, p. 331–342, 2007.

PEREIRA, P. A. A. Evidências de domesticação e disseminação do feijoeiro comum e conseqüências para o melhoramento genético da espécie. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 25, p. 19–23, 1990.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990.

POZO, M. J. et al. Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. **Journal of experimental botany**, v. 53, n. 368, p. 525–534, 2002.

RAVA, C. A. et al. Fontes de Resistencia a Antracnose, Crestamento-Bacteriano-Comum e Murcha-de-Curtobacterium em Coletas de Feijoeiro-Comum. **Ceres**, v. 50, n. 292, 2015.

RE, N. et al. Peroxidasin: a novel enzyme-matrix protein of *Drosophila* development.

EMBO J, v. 13, n. 15, p. 3438–3447, 1994.

REP, M. et al. A tomato xylem sap protein represents a new family of small cysteine-rich proteins with structural similarity to lipid transfer proteins. **FEBS letters**, v. 534, n. 1–3, p. 82–86, 2003.

RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 123–130, 2003.

RUDOLPH, K.; STAHMANN, M. A. Interactions of Peroxidases and Catalases between *Phaseolus vulgaris* and *Pseudomonas phaseolicola* (Halo Blight of Bean). **Nature**, v. 204, n. 4957, p. 474–475, 1964.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 7, p. 995–1014, 2005.

SCHULLER, D. J. et al. The crystal structure of peanut peroxidase. **Structure**, v. 4, n. 3, p. 311–321, 1996.

SCHWARTZ, H. F.; PEAIRS, F. B. Integrated pest management. In: **Common bean improvement in the twenty-first century**. [s.l.] Springer, 1999. p. 371–388.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. 1977.

SILVA, V. L. DA; LOPES, C. A. Populações epifíticas de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* em cultivo comercial de tomateiro industrial. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 2, 1995.

SILVA, F. DE A. S.; DE AZEVEDO, C. A. V. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733–3740, 2016.

SINGH, S. P. et al. Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. **Crop Science**, v. 31, n. 1, p. 23–29, 1991.

SOUZA, V. L. DE et al. Genetic resistance to *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in bean genotypes. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 4, p. 339–344, 2006a.

SOUZA, V. L. DE et al. Resistência genética em genótipos de feijoeiro a *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 4, p. 339–344, 2006b.

SOUZA, V. L. DE; MARINGONI, A. C. Análise ultraestrutural da interação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em genótipos de feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, p. 318–320, 2008.

STALL, R. E.; COOK, A. A. Multiplication of *Xanthomonas vesicatoria* and lesion development in resistant and susceptible pepper. **Phytopathology**, v. 56, n. 10, p. 1152, 1966.

STANGARLIN, J. R. et al. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis, Cascavel**, v. 10, n. 1, p. 18–46, 2011.

STRIDER, D. L. Bacterial canker of tomato caused by *Corynebacterium michiganense*; A literature review and bibliography. **NC Agr Exp Sta Tech Bull**, 1969.

TAKKEN, F. L. W.; TAMELING, W. I. L. To nibble at plant resistance proteins. **Science**, v. 324, n. 5928, p. 744–746, 2009.

TATIANA FREITAS. **Fenômeno El Niño afeta produção de alimentos no Brasil - 22/11/2015 - Mercado - Folha de S.Paulo** **Folha de São Paulo**, 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/11/1709363-fenomeno-el-nino-afeta-a-producao-de-alimentos-no-brasil.shtml>>. Acesso em: 24 ago. 2016

TEGLI, S.; SERENI, A.; SURICO, G. PCR-based assay for the detection of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in bean seeds. **Applied Microbiology**, v. 35, p. 331-337, 2002.

THEODORO, G. F.; MARINGONI, A. C. Effect of potassium levels in the severity of bacterial wilt in common bean cultivars. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 2, p. 139–146, 2006a.

THEODORO, G. F.; MARINGONI, A. C. Bacterial wilt of common bean in Santa Catarina State, Brazil, and behavior of genotypes to *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 1, p. 34–41, 2006b.

THIPYAPONG, P. et al. Suppression of polyphenol oxidases increases stress tolerance in tomato. **Plant Science**, v. 167, n. 4, p. 693–703, 2004.

URREA, C. A.; HARVESON, R. M. Identification of Sources of Bacterial Wilt Resistance in Common Bean (*Phaseolus vulgaris*). **Plant Disease**, v. 98, n. 7, p. 973–976, 2014.

VALENTINI, G. et al. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*: etiologia, detecção e medidas de controle. **Biotemas**, v. 23, n. 4, p. 1–8, 2010.

VAN DER BIEZEN, E. A.; JONES, J. D. G. Plant disease-resistance proteins and the gene-for-gene concept. **Trends in biochemical sciences**, v. 23, n. 12, p. 454–456, 1998.

VANCE, C. P.; KIRK, T. K.; SHERWOOD, R. T. Lignification as a mechanism of disease resistance. **Annual review of phytopathology**, v. 18, n. 1, p. 259–288, 1980.

VIDYASEKARAN, P. **Physiology of Disease Resistance in Plants, Vol. 1**. [s.l.]

CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 1988.

VIERA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P. Melhoramento do Feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 273–349.

WAGGONER, P. E.; BERGER, R. D. Defoliation, disease, and growth. **Phytopathology**, v. 77, n. 3, p. 393–398, 1987.

WAKIMOTO, S.; UEMATSU, T.; MUKOO, H. Bacterial canker disease of tomato in Japan. 1. Isolation and identification of the causal bacteria, and resistance of tomato varieties against the disease. **Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. Ser. C**, v. 22, p. 269–279, 1968.

WELLER, D.; SAETTLER, A. Rifampin-resistant *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* and *Xanthomonas phaseoli*: Tools for field study of bean blight bacteria. 1978.

WHEATLEY, C. **Studies on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root post-harvest physiological deterioration**. [s.l.] University of London, London, 1982.

WILLIAMS, J. S. et al. Elemental sulfur and thiol accumulation in tomato and defense against a fungal vascular pathogen. **Plant Physiology**, v. 128, n. 1, p. 150–159, 2002.

YADETA, K. A.; THOMMA, B. P. H. J. The xylem as battleground for plant hosts and vascular wilt pathogens. **Induced plant responses to microbes and insects**, p. 110, 2014.

YOKOYAMA, L. P. et al. Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 1999.

YORINORI M.A.; FUNADA C.K; BIANCHINI, A; LEITE JR. R.P.; UENO, B. Ocorrência do crestamento bacteriano aureolado do feijoeiro causado por *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p. 218, 1998.