

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 18/12/2021.

DANIELE MARIA DO NASCIMENTO

**NICHOS DE SOBREVIVÊNCIA DE *Curtobacterium flaccumfaciens* pv.
*flaccumfaciens***

**Botucatu
2020**

DANIELE MARIA DO NASCIMENTO

**NICHOS DE SOBREVIVÊNCIA DE *Curtobacterium flaccumfaciens* pv.
*flaccumfaciens***

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

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Maringoni

Coorientador: Prof. Dr. Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

Botucatu

2020

N244n Nascimento, Daniele Maria do
Nichos de sobrevivência de *Curtobacterium flaccumfaciens*
pv. *flaccumfaciens* / Daniele Maria do Nascimento. -- Botucatu,
2020
98 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Antonio Carlos Maringoni
Coorientador: Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

1. Agronomia. 2. Fitopatologia. 3. Bacteriologia agrícola. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: NICHOS DE SOBREVIVÊNCIA DE *Curtobacterium flaccumfaciens* PV. *flaccumfaciens*

AUTORA: DANIELE MARIA DO NASCIMENTO

ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS MARINGONI

COORDENADOR: TADEU ANTÔNIO FERNANDES DA SILVA JÚNIOR

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

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

Prof.ª Dr.ª RENATE KRAUSE SAKATE
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

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

Dr. LUCAS MATEUS RIVERO RODRIGUES
Setor de Bactérias Fitopatogênicas / Instituto Biológico de Campinas

Botucatu, 18 de dezembro de 2020

*Aos meus amados pais,
María Josilene e Jorge (in memoriam)*

A minha irmã e meu esposo,

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus e toda minha família.

Aos professores Dr. Antonio Carlos Maringoni e Dr. Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior, pela orientação, ensinamentos e amizade.

Ao meu esposo Marcos e ao meu querido Bubba, por terem me apoiado durante toda esta trajetória, estando sempre ao meu lado.

Aos integrantes do Laboratório de Bacteriologia Vegetal: Letícia Oliveira, Luana Melo, João César da Silva e Marcelo Soman e, aos estagiários Renan Eburneo e Karine Giroto, por toda ajuda durante a realização dos experimentos e pela amizade.

Aos amigos do Departamento de Proteção Vegetal.

As professoras Adriana Zanin Kronka e Renate Krause Sakate, pelos ensinamentos, e aos demais professores do Departamento de Proteção Vegetal.

Ao Dr. Rafael Moreira Soares, da Embrapa Soja, por ter disponibilizado os três isolados de Cff da soja, possibilitando assim a realização deste estudo.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas, pela oportunidade de realização do doutorado.

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

RESUMO

Curtobacterium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* (Cff), agente causal da murcha de curtobacterium, é um dos principais patógenos bacterianos do feijão comum, tendo sido relatado também em soja, incitando a mancha bacteriana marrom. O conhecimento dos nichos de sobrevivência de Cff é essencial para o manejo eficiente desta doença. Este trabalho avaliou a sobrevivência de Cff no filosfera e rizosfera de 15 plantas cultivadas e 21 plantas daninhas, entre os anos de 2017 e 2019, assim como, a sobrevivência de isolados de Cff de feijão e soja em solo, em ambiente controlado e a campo. Em todos os experimentos, a sobrevivência de Cff foi avaliada a cada sete dias, por até 70 dias, através de plaqueamentos em meio de cultura semi-seletivo. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* sobreviveu por pelo menos sete dias na filosfera e rizosfera de aveia branca, aveia preta, azevém, cevada, canola, nabo forrageiro, milho, milheto, sorgo, soja, girassol, mucuna e trigo. Em plantas daninhas, Cff também sobreviveu por no mínimo sete dias nos dois nichos avaliados, com destaque para as espécies *Amaranthus viridis*, *Conyza bonariensis*, *Emilia fosbergii*, *Galinsoga parviflora*, *Gnaphalium purpureum*, *Raphanus sativus*, *Lepidium virginicum*, *Commelina benghalensis*, *Ipomoea triloba*, *Cyperus rotundus*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria insularis*, *Nicandra physalodes* e *Solanum americanum*. No solo, sob condições controladas, o isolado do feijão Feij. 2628A sobreviveu por um período máximo de 147 dias e, para os três isolados de soja, esse período variou entre 87 a 108 dias. No campo, a sobrevivência de ambos os isolados, do feijão e da soja, não ultrapassaram os 91 dias, independente do tipo de solo. Com base nos resultados obtidos, não se recomenda o plantio das espécies cultivadas avaliadas em sucessão ao feijão comum, em áreas com histórico de ocorrência de murcha bacteriana. As plantas daninhas, por serem potenciais hospedeiras de Cff, devem ser erradicadas dos campos de cultivos. Devido aos elevados períodos de sobrevivência dos isolados de Cff de feijão e da soja, o solo se apresenta como um nicho de sobrevivência, necessitando de uma maior atenção ao manejo da murcha de curtobacterium, em feijão e da mancha bacteriana marrom, em soja.

Palavras-chave: Murcha de curtobacterium. Mancha bacteriana marrom. Plantas daninhas. Plantas cultivadas. Solo.

ABSTRACT

Curtobacterium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* (Cff), causal agent of bacterial wilt, is one of the main bacterial pathogens of common beans, having also been reported in soybeans, inciting bacterial tan spot. Knowledge of Cff survival niches is essential for the efficient management of this disease. This work evaluated the survival of Cff in the phyllosphere and rhizosphere of 15 cultivated plants and 21 weeds, between the years 2017 and 2019, as well as the survival of Cff isolates from common bean and soybean in soil, in a controlled environment and in the field. In all experiments, Cff survival was evaluated every seven days, for up to 70 days. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* survived for at least seven days in the phyllosphere and rhizosphere of white oat, black oat, ryegrass, barley, canola, turnip, maize, pearl millet, sorghum, soybean, sunflower, mucuna and wheat. In weeds, Cff also survived for at least seven days in the two niches evaluated, with emphasis on the species *Amaranthus viridis*, *Conyza bonariensis*, *Emilia fosbergii*, *Galinsoga parviflora*, *Gnaphalium purpureum*, *Raphanus sativus*, *Lepidium virginicum*, *Commelina benghalensis*, *Ipomoea rotundus*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria insularis*, *Nicandra physalodes* and *Solanum americanum*. In the soil, under controlled conditions, the isolate Feij. 2628A survived for a maximum period of 147 days and, for the three soybean isolates, this period varied between 87 to 108 days. In the field, the survival of both isolates, bean and soybean, did not exceed 91 days, regardless of the type of soil. Based on the results obtained, it is not recommended to plant the cultivated species evaluated in succession to common beans, in areas with a history of bacterial wilt. Weeds, as potential hosts for Cff, and must be eradicated from the crop fields. Due to the high survival periods of Cff isolates from bean and soybean, the soil presents itself as a survival niche, requiring greater attention to the management of bacterial wilt, in common bean and bacterial tan spot, in soybean.

Keywords: Bacterial wilt. Bacterial tan spot. Weeds. Crops. Soil.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
CAPÍTULO 1 - SURVIVAL OF <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> PV. <i>flaccumfaciens</i> IN WEEDS	19
1.1. INTRODUCTION.....	21
1.2. MATERIALS AND METHODS	22
1.3. RESULTS.....	27
1.4. DISCUSSION.....	41
REFERENCES	45
CAPÍTULO 2 - SURVIVAL OF <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> IN THE PHYLLOSHERE AND RHIZOSPHERE OF CROPS	49
2.1. INTRODUCTION.....	50
2.2. MATERIALS AND METHODS	52
2.3. RESULTS.....	57
2.4. DISCUSSION.....	67
REFERENCES	72
CAPÍTULO 3 - SOBREVIVÊNCIA DE <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> PV. <i>flaccumfaciens</i> NO SOLO	76
3.1. INTRODUÇÃO	78
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3.3. RESULTADOS.....	83
3.4. DISCUSSÃO	89
REFERÊNCIAS	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	95

INTRODUÇÃO GERAL

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e a soja (*Glycine max*) estão entre as principais culturas produzidas no mundo, desempenhando um papel fundamental na alimentação humana (PAGANO; MIRANSARI, 2016; MYERS; KMIECIK, 2017). Na safra 2018, a produção mundial foi de 30 e 348 milhões de toneladas, para o feijão e a soja, respectivamente (FAOSTAT, 2020). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão, com uma produtividade de 1,03 T/ha, e segundo maior produtor mundial de soja com produtividade de 3,20 T/ha, na safra 2018/2019 (CONAB, 2020). A produtividade de ambas culturas pode ser afetada por diversos fatores, entre eles, a ocorrência de doenças, como a murcha de *Curtobacterium*, no feijoeiro, e a mancha bacteriana marrom, na soja, causadas pelo mesmo agente causal, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff).

Curtobacterium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* foi relatada pela primeira vez em 1920, nos Estados Unidos, causando murcha em plantas de feijão e, desde então, tem sido registrada em diversas regiões do mundo (HEDGES, 1922; BRADBURY, 1986; HARVESON et al., 2015). No Brasil, foi descrita primeiramente em 1995, em lavouras de feijão no estado de São Paulo e, posteriormente, observada em outras áreas de produção de feijão, nas regiões sul, sudeste e centro-oeste (MARINGONI; ROSA, 1997; SOARES, 2017).

Em 1963, Cff foi observada causando os mesmos sintomas típicos do feijoeiro, na soja, nos Estados Unidos, sendo descrita como agente causal da doença denominada “*bacterial tan spot*”, com perdas de produtividade na soja de até 18,8% em cultivares suscetíveis (DUNLEAVY, 1963; DUNLEAVY, 1983; DUNLEAVY, 1984). Foi detectada também em lavouras de soja no Canadá, Rússia e Alemanha e, na safra 2011/2012, sua ocorrência foi constatada em soja no Brasil, no estado do Paraná, causando a doença denominada mancha bacteriana marrom (SOARES et al., 2013; SOARES, 2017).

Em relação aos sintomas, o mais característico no feijoeiro é a murcha, devido ao bloqueio, causado pelas células bacterianas, do movimento da água no sistema vascular da planta (HEDGES, 1922; HARVESON et al., 2015; WENDLAND, 2016). Pode ocorrer também o amarelecimento e, posteriormente, lesões necróticas, sendo possível observar na mesma planta, folhas saudáveis em contraste com folhas murchas

e necrosadas. Os vasos do xilema, por sua vez, não adquirem coloração escura, típica de doenças vasculares (THEODORO; MARINGONI, 2010). Sementes infectadas podem tornar-se enrugadas e adquirirem coloração laranja ou púrpura, como também podem não ocorrer sintomas visíveis (THEODORO; MARINGONI, 2010; VALENTINI et al., 2010). Na soja, ocorrem lesões cloróticas nos folíolos que evoluem para lesões necróticas, com ou sem a presença de halo amarelo, posteriormente, estas lesões secam e se tornam marrons, podendo o tecido seco se soltar com o vento. A murcha, típica do feijoeiro, também pode ocorrer na soja (HARVESON, 2015; HARVESON; VIDAVER, 2007; SOARES, 2017).

O controle dessas doenças é através do uso de sementes sadias, rotação de cultura com não hospedeiras, cultivares resistentes e incorporação de restos culturais ao solo (HARVESON et al., 2015; WENDLAND, 2016). Cff sobreviveu por 240 dias em restos culturais de feijão na superfície do solo, mas por apenas 30 dias quando estes foram incorporados, a 20 cm de profundidade (SILVA JÚNIOR et al., 2012). Estudos demonstraram que excesso de nitrogênio na forma de uréia, com doses 50% acima da recomendada, influenciou positivamente no desenvolvimento da doença em feijoeiro, sendo recomendado evitar o excesso de adubação nitrogenada (THEODORO; MARINGONI, 2006). Em relação as cultivares resistentes, IAC Diplomata, IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Pyatã, IAC Imperador, IAC Alvorada, IAC Carioca Aruã, são algumas das cultivares de feijão que apresentam níveis de resistência à murcha de *Curtobacterium* (MARINGONI et al., 2015). Para soja, a cultivar BR388RR apresenta nível moderado de resistência (SOARES, 2018).

Na ausência da cultura principal, bactérias fitopatogênicas podem sobreviver em sementes, restos culturais infectados, hospedeiros alternativos e no solo (LEBEN, 1981; VIDAVER; LAMBRECHT, 2004). No caso de Cff, sua transmissão por sementes é responsável pela disseminação e introdução da bactéria em novas áreas, com uma porcentagem de transmissão de semente para planta de mais de 70%, podendo também permanecer viável por até 24 anos em sementes de feijoeiro armazenadas (BURKHOLDER, 1945; SAETTLER; PERRY, 1972; CAMARA; VIGO; MARINGONI, 2009). Em soja, a taxa de transmissão planta-semente é baixa, de até 1% em cultivares suscetíveis, sugerindo que, neste caso, em um sistema de rotação de cultura entre feijão e soja, a safra anterior é a mais provável fonte de introdução de Cff (SOARES et al., 2018).

Além do feijoeiro e da soja, outras plantas foram identificadas como hospedeiras de Cff, como o feijão mungo (*Vigna radiata*), feijão caupi (*V. unguiculata*), feijão preto (*V. mungo*), feijão azuki (*V. angularis*), entre outras (WOOD; EASDOWN, 1990; TRIPEPI; GEORGE, 1991; SCHWARTZ et al., 2005; HUANG et al., 2009). Culturas usadas em rotação com o feijoeiro, quando hospedeiras de Cff, tornam-se fonte de inóculo para a cultura subsequente. No Brasil, cevada, aveia preta, aveia branca, azevém, trigo e canola foram relatadas como hospedeiras de Cff, assim como, já foi verificada maior incidência de murcha de *Curtobacterium* em feijoeiro após a sucessão com aveia preta, aveia branca e trigo (GONÇALVES, 2015; GONÇALVES et al., 2017). Estudos semelhantes foram conduzidos nos Estados Unidos, identificando trigo, girassol e alfafa, como hospedeiras (HARVESON et al., 2015). Cff também já foi relatada sobrevivendo em berinjela, pimenta e tomate (OSDAGHI et al., 2018).

Sobre as plantas daninhas hospedeiras de Cff, até o momento, a bactéria foi identificada em ervilhaca peluda (*Vicia vilosa*), uma das principais plantas daninhas associada a cultivos de feijoeiro no Irã (OSDAGHI et al., 2015). Alguns autores sugerem que Cff possa sobreviver em plantas daninhas, mas há poucas informações disponíveis (OSDAGHI et al., 2015; HARVESON et al., 2015).

O solo é um dos maiores reservatórios de microrganismos, mas a maioria das bactérias fitopatogênicas apresenta dificuldades em sobreviver neste nicho, uma vez que, geralmente, não produzem estruturas de resistência, e também pelo efeito antagônico exercido por alguns microrganismos (SCHUSTER; COYNE, 1974; ROUSK et al., 2010; FIERER; LENNON, 2011). A sobrevivência no solo por fitobactérias pode ocorrer de três modos: a) a bactéria permanece em estado hipobiótico, sendo assim menos suscetível aos agentes degradantes; b) sobrevivem associada à rizosfera de plantas hospedeiras ou não hospedeiras e c) permanecem em estágio viável mas não culturável ("*viabile but non cuturable*" - VBNC), ou seja, apesar das células bacterianas estarem viáveis, são incapazes de crescer em meio de cultura não seletivo, ao menos em quantidade suficiente para sua detecção visual (LEBEN, 1981; GREY; STECK, 2001). Apesar de não ter sido ainda detectada ocorrendo naturalmente em solos, estudos demonstraram a capacidade de Cff sobreviver neste habitat por até 80 dias, sob condições de campo (GONÇALVES et al., 2018).

É evidente a escassez de relatos sobre a sobrevivência de Cff em plantas daninhas e, no caso da mancha bacteriana marrom, nenhum estudo foi ainda

desenvolvido. Apesar de ainda não terem sido avaliados os danos em lavouras de soja no Brasil, a experiência nos Estados Unidos, onde já foi relatada há mais tempo, demonstrou que essa doença é de ocorrência esporádica, que pode ficar anos sem causar perdas econômicas, mas quando ocorre, possui um potencial de dano considerável. Portanto, o conhecimento dos nichos de sobrevivência de Cff pode evitar situações que favorecem sua ocorrência.

Este trabalho avaliou a sobrevivência de um isolado de Cff, proveniente de feijoeiro, em plantas daninhas ocorrentes em campos de cultivo (Capítulo 1); em plantas cultivadas utilizadas em rotação com o feijoeiro (Capítulo 2), e em solo, bem como a sobrevivência de isolados de Cff de soja, neste nicho, em condições controladas e de campo (Capítulo 3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Curtobacterium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* sobreviveu por pelo menos sete dias na filosfera e rizosfera de 13 espécies de plantas cultivadas em sucessão ao feijoeiro: aveia branca, aveia preta, azevém, cevada, canola, nabo forrageiro, milho, milheto, sorgo, soja, girassol, mucuna e trigo. Por serem potenciais hospedeiras, essas plantas devem ser evitadas em áreas com histórico de ocorrência da doença.

A sobrevivência de Cff em algumas plantas daninhas esteve correlacionada com as condições climáticas. Em épocas chuvosas e com temperaturas acima de 30 °C, a sobrevivência de Cff foi menor em algumas espécies. Devido a sobrevivência mínima de sete dias na filosfera e rizosfera das 21 plantas daninhas avaliadas, recomenda-se que todas sejam erradicadas das lavouras com histórico de ocorrência da doença, com destaque para *Amaranthus viridis*, *Conyza bonariensis*, *Emilia fosbergii*, *Galinsoga parviflora*, *Gnaphalium purpureum*, *Raphanus sativus*, *Lepidium virginicum*, *Commelina benghalensis*, *Ipomoea triloba*, *Cyperus rotundus*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria insularis*, *Nicandra physalodes* e *Solanum americanum*.

Estas são as primeiras evidências de sobrevivência de Cff em plantas daninhas e em milheto, nabo forrageiro, mucuna e sorgo.

O solo se mostrou um nicho favorável a sobrevivência de isolados de Cff do feijão e da soja, sendo a sobrevivência correlacionada positivamente com maiores teores de umidade do solo.

Os resultados obtidos com esse estudo podem auxiliar no manejo da murcha de *curtobacterium* no feijão e da mancha bacteriana marrom na soja.

REFERÊNCIAS

- BRADBURY, J. F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. Oxfordshire: C.A.B International, 1986.
- BURKHOLDER, W. H. The longevity of the pathogen causing the wilt of the common bean. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 35, n. 9, p. 743-744, 1945.
- CAMARA, R. C.; VIGO, S. C.; MARINGONI, A. C. Plant to seed transmission of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in a dry bean cultivar. **Journal of Plant Pathology**, New York, v. 91, p. 549-554, 2009.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v.7, n.5, 2020. 29 p.
- DUNLEAVY, K. M. A vascular disease of soybean caused by *Corynebacterium* sp. **Plant Disease Report**, v. 47, p. 612-613, 1963.
- DUNLEAVY, J. M. Bacterial tan spot, a new foliar disease of soybean. **Crop Science**, Madison, v. 23, p. 473-476, 1983.
- DUNLEAVY, J. M. Yield losses in soybeans caused by bacterial tan spot. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 6, p. 774-776, 1984.
- FAOSTAT. **Statistical databases Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2020. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 11 fev. 2020.
- FIERER, N.; LENNON, J. T. The generation and maintenance of diversity in microbial communities. **American Journal of Botany**, Hoboken, v. 98, p. 439-448, 2011.
- GONÇALVES, R. M. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*: aspectos epidemiológicos e variabilidade genética. 2015. 149 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônoma, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2015.
- GONÇALVES, R. M. et al. Alternative hosts of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, causal agent of bean bacterial wilt. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 148, n. 2 p. 357-365, 2017.
- GONÇALVES, R. M. et al. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in the soil under Brazilian conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 152, n. 1, p. 213-223, 2018.
- GREY, B. E.; STECK, T. R. The viable but nonculturable state of *Ralstonia solanacearum* may be involved in long term survival and plant infection. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 67, p.3866-3872, 2001.

HARVESON, R. M. et al. Bacterial wilt of dry-edible beans in the central high plains of the U.S: Past, present, and future. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 99, n. 12, p. 1665-1677, 2015.

HARVESON, R. M. Bacterial wilt and bacterial tan spot. In: HARTMAN, G. L. et al. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pest**. Saint Paul: APS Press, 2015, p. 21-24.

HARVESON, R. M.; VIDAVER, A. K. First report of the natural occurrence of soybean bacterial wilt isolates pathogenic to dry beans in Nebraska. **Plant Health Progress**, 2007. Disponível em: <<https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/brief/2007/drybean/drybean.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

HUANG, H. C. et al. Resurgence of bacterial wilt of common bean in North America. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Philadelphia, v. 31, p. 290-300, 2009.

HEDGES, F. A bacterial wilt of the bean caused by *Bacterium flaccumfaciens* nov. sp. **Science**, Washington, v. 55, p. 433-434, 1922.

LEBEN, C. How plant pathogenic bacteria survive. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 65, p. 633-637, 1981.

MARINGONI, A. C.; ROSA, E. F. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijoeiro no estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, p. 160-162, 1997.

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

MYERS, J. R.; KMIĘCIK, K. Common bean: Economic importance and relevance to biological science research. In: VEGA, M. P.; SANTALLA, M.; MARSOLAIS, F. **The Common Bean Genome**. Cham: Springer, 2017. p. 1-20

OSDAGHI, E. et al. Characterization, geographic distribution and host range of *Curtobacterium flaccumfaciens*: An emerging bacterial pathogen in Iran. **Crop Protection**, Oxford, v. 78, p. 185-192, 2015.

OSDAGHI, E. et al. Epiphytic *Curtobacterium flaccumfaciens* strains isolated from symptomless solanaceous vegetables are pathogenic on leguminous but not on solanaceous plants. **Plant Pathology**, Hoboken, v. 67, n. 2, p. 388-398, 2018.

PAGANO, M. C.; MIRANSARI, M. The importance of soybean production worldwide. In: MIRANSARI, M. **Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production**. Cambridge: Academic Press, 2016, v. 1, cap. 1, p. 1-26.

ROUSK, J. et al. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. **International Society for Microbial Ecology Journal**, v. 4, p. 1340-1351, 2010.

SAETTLER, A. W.; PERRY, S. K. Seed-transmitted bacterial diseases in Michigan navy (pea) beans, *Phaseolus vulgaris*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 56, p. 378-381, 1972.

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

SOARES, R. M. et al. First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, p. 452-454, 2013.

SOARES, R. M. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na cultura da soja. **Londrina: Embrapa Soja**, 2017.

SOARES, R. M. et al. Plant-to-seed transmission of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 43, p. 376-379, 2018.

SCHWARTZ, H. F. et al. **Compendium of bean disease**. St Paul: American Phytopathological Society, 2005.

SCHUSTER, M. L.; COYNE, D. P. Survival mechanisms of phytopathogenic bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, p. 199-221, 1974.

THEODORO, G. F.; MARINGONI, A. C. Efeito de doses de nitrogênio na severidade da murcha-de-curtobacterium em cultivares de feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, p. 131-138, 2006.

THEODORO, G. F.; MARINGONI, A. C. Murcha-de-Curtobacterium. In: PRIA, M. D.; SILVA, O. C. **Cultura do feijão: doenças e controle**. Paraná: UEPG, 2010, cap. 2, p. 23-30.

TRIPEPI, R. R.; GEORGE, M. W. Identification of bacteria infecting seedlings of mung bean used in rooting bioassays. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, p. 80-84, 1991.

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

VIDAVER, A. K.; LAMBRECHT, P. A. **Bacteria as plant pathogens**. The Plant Health Instructor, 2004.

WENDLAND, A. et al. Doenças do feijoeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, cap. 19, p. 165-173.

WOOD, B. A.; EASDOWN, W. J. A new disease of mung bean and cowpea for Australia. **Australasian Plant Pathology**, Dordrecht, v. 19, p. 16-21, 1990.