

MURCHA DE CURTOBACTERIUM: UMA AMEAÇA ÀS GRANDES CULTURAS

Edilaine Della Valentina Gonçalves-Trevisoli¹, Sidiane Coltro-Roncato¹, Bruna Broti Rissato¹, Omari Dangelo Forlin Dildey¹ e Odair José Kuhn¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Rua Pernambuco n. 1777, CEP: 85.960-000, Centro, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: edilainevalentina@gmail.com, sidianecoltro@gmail.com, brunarissato@hotmail.com, omaridildey@hotmail.com, ojkuhn@gmail.com

RESUMO: A ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* já foi verificada nos Estados brasileiros produtores de feijão e soja. A transmissão é realizada por sementes ou partes vegetativas. Outro fator de influência é a presença de nematoides que favorecem a infecção da *Curtobacterium*, através das lesões radiculares facilitando a penetração da mesma. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento de informações sobre a ocorrência, características, sintomas e métodos de controle da *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, visando contribuir para demais estudos a serem realizados sobre a murcha de *curtobacterium*. Os sintomas são semelhantes aos da murcha de *Fusarium*, sendo caracterizadas por murcha das folhas acompanhadas pelo amarelecimento, estas irregulares que se iniciam nas margens da folha seguida de necrose. São evidentes também o nanismo, morte de brotos, escurecimento vascular e redução na produtividade. A *Curtobacterium* é Gram-positiva, sendo este gênero formado por várias estirpes, culminando em estratégias de controle complexas, devido a seleção de espécies de bactérias resistentes e adaptadas às condições do ambiente pelo emprego de práticas de manejo inadequadas. Entre os métodos que visam controlar a disseminação da mesma enquadram-se: sementes certificadas, termoterapia das sementes, controle biológico, rotação de culturas, adubação equilibrada e cultivares resistentes.

PALAVRAS-CHAVE: *Curtobacterium flaccumfaciens*, bactéria fitopatogênica, patologia de plantas.

CURTOBACTERIUM WILT: A THREAT TO MAJOR CROPS

ABSTRACT: The occurrence of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* was found in several Brazilian states producers of beans and soybeans. The transmission is performed by seeds or vegetative plant parts, the seeds can remain viable for over 2 years. Another influencing factor is the presence of nematodes which favor infection *Curtobacterium*, through the root lesions facilitating the penetration of bacteria. Therefore, the objective was to gather information on the occurrence, characteristics, symptoms and control methods *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, contribute to other studies to be performed on the wilt *curtobacterium*. Symptoms are similar to those of *Fusarium* wilt, being characterized by wilting of leaves followed by yellowing, these irregular that begin in the leaf margins followed by necrosis. Are also evident stunting, death of shoots, vascular browning and consequent reduction in productivity. The *Curtobacterium* is a Gram-positive, and this genus consists of several strains, culminating in complex control strategies, depending on the selection of resistant species of bacteria adapted to the environmental conditions, employment practices because of inadequate management. Among the methods aimed at controlling the spread of the same fall into: certified seed, seed thermotherapy, biological control, crop rotation, balanced fertilization and resistant cultivars.

KEY WORDS: *Curtobacterium flaccumfaciens*, bactéria, phytopathogenic bacterium, plant pathology.

INTRODUÇÃO

A *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* foi constatada nos Estados de Santa Catarina, Paraná, Distrito Federal, Goiás e São Paulo ocorrendo principalmente na cultura do feijoeiro, a qual foi identificada também na cultura da soja na safra 2011/2012, no Estado do Paraná. Por apresentar menor incidência quando comparada com outros patógenos nestas culturas, pouca atenção tem sido merecida, o que tem ocasionado maior progressão da doença nas áreas produtoras.

Os danos causados por estas são observadas principalmente em plantas jovens, aparecendo em reboleiras ou em plantas isoladas (Hedges, 1922). A bactéria é caracterizada por colonizar os tecidos vasculares, obstruindo o transporte de água e nutrientes, ocasionando murcha na planta (Souza e Maringoni, 2008). Os sintomas causados são amarelecimento irregular, flacidez da área foliar, redução do crescimento da planta, necrose e escurecimento vascular (Souza et al., 2006a)

Segundo Uesugi et al. (2003) a identificação da murcha de *curtobacterium* em território brasileiro sofreu interferência da murcha de *Fusarium*, devido a semelhança existente entre os sintomas, favorecendo assim a disseminação da *Curtobacterium* em diferentes regiões, levando a adaptação desta e conseqüentemente a maior variabilidade genética.

Para tanto visando identificar e caracterizar diferentes isolados da bactéria, a utilização de meios de culturas semi-seletivo tem sido uma ferramenta fundamental utilizada para o crescimento do patógeno, bem como posterior identificação do mesmo. Ressaltam-se ainda as técnicas moleculares como a PCR a qual tem contribuído com os métodos de controle. Vale salientar que com o avanço dos programas de melhoramento genético, esta possibilitou a utilização de cultivares resistentes no controle de doenças de plantas, a qual tem sido empregada com sucesso em muitas áreas produtoras, uma vez que não são utilizados produtos químicos para o controle destas, garantindo sustentabilidade, bem como menores custos de produção. Por sua vez práticas de manejo como rotação de cultura e a utilização de sementes certificadas também tem contribuído para o controle da doença.

O presente trabalho teve por objetivo fazer um levantamento de informações sobre a ocorrência, características, sintomas e métodos de controle da *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, visando contribuir para demais estudos a serem realizados sobre a murcha-de-curtobacterium.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A murcha de *curtobacterium* causada pela bactéria *Bacterium flaccumfaciens* foi identificada primeira vez na cultura do feijoeiro em Dakota do Sul, com relatos de perda de até 90% de sua colheita em 1920. Em 1921 com o plantio das sementes colhidas da safra anterior acarretou perdas de até 25% da cultura (Souza et al., 2006a; Hedges, 1922).

Registros demonstraram que no Brasil a ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* foi verificada em diversos Estados produtores de feijão dentre eles destacam-se Goiás, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal (Herbes et al., 2008), e também em alguns países como França, Estados Unidos e Canadá (Souza et al., 2006b; Hsieh et al., 2005). Na literatura informações sobre a ocorrência da bactéria foram reportados por Theodoro e Maringoni (2006a) que detectaram a ocorrência da murcha de *curtobacterium* em lavouras de feijoeiro na safra 2002/2003 e 2003/2004 nos municípios de Campos Novos, Faxinal do Guedes, Guatambu, Ipuacu, Ponte Serrada e Tigrinhos, Estado de Santa Catarina.

No Brasil, Uesugi et al. (2003) relataram ocorrência da bactéria no Estado de Goiás e no Distrito Federal, e constataram que a mesma poderia estar ocorrendo na cultura do feijoeiro a algum tempo, porém, devido a semelhança dos sintomas causados pela *Curtobacterium* e por *Fusarium*, houve certa interferência na diagnose correta da doença. Ainda, na região da China em Mongólia, a mancha bacteriana em beterraba foi constada pela primeira vez em 1995 (Chen et al., 2007).

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A *Curtobacterium Flaccumfaciens*

Inicialmente a bactéria foi identificada como *Bacterium flaccumfaciens* em 1922 (Hedges, 1922), causando murcha-de-*curtobacterium*, posteriormente passou por várias denominações, *Corynebacterium flaccumfaciens*, *Corynebacterium betae*, *Corynebacterium oortii* e *Corynebacterium poisettiae*, e finalmente foi reclassificada como *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *betae*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *oortii* e *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *poinsettiae*, por meio de análises de perfis de proteína celular (Collins e Jones, 1983).

A bactéria apresenta como características um ou mais flagelos polares, o que confere-lhe motilidade (Hedges, 1922), é uma Gram-positiva (Soares et al., 2013). As colônias apresentam formato circular, bordos lisos, aspecto brilhante, levemente convexo, com coloração variando de amarela a laranja (Deuner et al., 2011). A *Curtobacterium* pertence ao grupo Coryneforme, sendo aeróbicas, apresentando células baciliformes com tamanho e forma variada. As dimensões da célula variam entre 0,25-0,5 x 1,0-0,4µm, e apresentam

forma de bastonetes. Neste mesmo grupo estão os gêneros *Arthrobacter*, *Rhodococcus* e *Clavibacter* (Amorim et al., 2011), não apresentam capsulas nem endósporos (Chen et al., 2007)

A coloração pode variar conforme o isolado e o meio, assim como encontrado por Soares et al. (2013), em que foram observados três isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (*Cff*) em soja com dois meios de cultura e verificaram que no meio NSA o isolado *Cff1* e *Cff2* apresentaram cor amarela e o isolado *Cff4* cor pink, enquanto que no meio CNS o isolado *Cff1* e *Cff2* apresentaram cor alaranjado e pink para *Cff4*.

As condições de temperatura considerada ótima para o crescimento da bactéria situa-se na faixa de 24 a 27°C, não se desenvolvendo em temperaturas de 4 e 37°C (Chen et al., 2007).

MÉTODOS DE ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO

Segundo Herbes et al. (2008) ressaltam que não existe nenhum método oficial indicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para se realizar a detecção da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. Para isso a utilização de meios de cultura semi-seletivo tem sido utilizados para a detecção destas, pois, Valentini et al. (2010) através da utilização de meios de cultura semi-seletivos, identificaram populações de bactérias presentes nas sementes, tanto no solo quanto em restos culturais.

Para recuperar e detectar *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* para posteriores estudos epidemiológicos, ecológicos e fitossanitárias em sementes de feijoeiro, o meio de cultura deve ser apto ao crescimento da colônia bacteriana, por isso, o meio CNS semi-seletivo modificado, proporciona o crescimento de isolados de *Cff* obtidos de solo e sementes contaminados, pois, o meio CNS semi-seletivo original não ocasiona o crescimento destes (Behlau et al., 2006).

O mesmo autor relata que para o meio CNS semi-seletivo proporcionar o crescimento desta bactéria, ele deve ser modificado, e apresentar os seguintes componentes com volume final para 1 litro: 8,0 g de caldo nutriente; 2,0 g de extrato de levedura; 2,0 g de K₂HPO₄; 0,5 g de KH₂PO₄; 10,0 g de LiCl; 15,0 g de ágar; 5,0 g de glicose e 124 mg de sulfato de magnésio anidro. As modificações compreenderam a redução da concentração de sulfato de polimixina para 16 mg L⁻¹, exclusão do ciclohexamida e substituição do fungicida Daconil 2787-F pelo Dacostar 500. As colônias de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* apresentam-se amarelas.

Herbes et al. (2008), procuraram avaliar a presença da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em 37 amostras de sementes de feijoeiro do grupo preto e carioca. Para a detecção da bactéria estas foram cultivadas em meio de cultura semi-selevito MSCFF e após o desenvolvimento das colônias de genótipos suscetíveis realizou-se os testes de coloração de Gram, avaliação da morfologia celular, tolerância a NaCl 7% e teste de patogenicidade, a fim de confirmar a presença da *Curtobacterium*. Como resultado, foi verificado a presença de colônias de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em 23 amostras. Os autores ressaltam ainda que a ocorrência da bactéria nas sementes de feijoeiro dos genótipos IPR-Urapuru, FT-Nobre, FT Bonito, IPR Juriti, Carioca e Pérola, cultivares consideradas suscetíveis, contribuem para a infecção da semente, a qual passa a ser uma das principais fontes de inóculo da bactéria no feijoeiro.

Maringoni e Camara (2006), visando desenvolver métodos eficazes para o isolamento de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em sementes de feijoeiro, utilizaram meio de cultura semi-seletivo CFFSM. Os métodos utilizados para a avaliação de sementes de feijão infectadas naturalmente, foram qualitativos e quantitativos. Os resultados demonstraram que ambos os métodos testados foram eficazes para o isolamento da bactéria nas amostras de sementes avaliadas. Todos os isolados considerados suspeitos apresentaram características culturais semelhantes para *Cff* no meio de cultura CFFSM, tais como colônias amareladas e presença de hidrólise da caseína, sendo observada também a presença de bacilos Gram-positiva.

Outro método de detecção de patógenos em sementes muito utilizado são as técnicas moleculares, cujo estudo busca avaliar a variabilidade genética, identificar e caracterizar a bactéria (Valentini et al., 2010). Nesse sentido, a identificação da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* pode ser realizado através da extração de material de plantas ou sementes, a qual são submetidos a testes rápidos, permitindo a determinação da patogenicidade (Eppo, 2011).

Método de reação em cadeia da polimerase (PCR) é considerado uma ferramenta essencial na identificação de *Cff*, devido o fato de ser uma técnica de maior sensibilidade e especificidade, rápida e simples na diagnose da murcha de *curtobacterium* (Tegli et al., 2002). Estes autores observaram que os primers (*Cff* FOR2 e *Cff* REV4) utilizados foram eficientes quanto a identificação da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em sementes de feijoeiro.

A diversidade de isolados e a existência de variabilidade genética constituem um problema para a permanência de cultivares de feijoeiro resistente no mercado. Nesse sentido, Souza et al. (2006b) relatam que o estudo da variabilidade através de comparações dos

padrões de amplificação dos fragmentos de DNA por iniciadores REP, ERIC e BOX via PCR, proporcionam um grande número de padrões de bandas em cada isolado, permitindo a comparação entre eles, bem como a diversidade genética de 26 isolados obtidos a partir dos Estados brasileiros como: São Paulo, Paraná, Distrito Federal e Santa Catarina, e alguns países como a França e EUA.

Para identificação da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, Souza et al. (2006b) utilizaram a técnica de PCR por meio de pares de oligonucleotídeos *CffFOR2-CffREV4* e observaram que isolados procedentes do mesmo Estado ou mesma região, nem sempre se encontram no mesmo ramo filogenético. Isolados de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* oriundos do Estado de SP são geneticamente heterogêneos, alguns se agrupam com isolados de EUA e SC, dentre os três isolados procedentes de SC, um divergiu dos demais, em consequência desta diversidade foram formados quatro grupos distintos, indicando a existência de diversidade genética entre os isolados avaliados.

Chen et al. (2007) identificaram um novo patovar de *Curtobacterium flaccumfaciens* em beterraba açucareira (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*), a qual foi denominada de *C. flaccumfaciens* pv. *beticola*. A mancha bacteriana inicialmente visualizada foi confirmada através da exsudação em microscopia, e para a confirmação da nova patovar, foram realizados testes bioquímicos, fisiológicos, quimiotaxonômico, filogenético e características genéticas.

Baseados em testes filogenéticas e quimiotaxonômicos Kim et al. (2008) identificaram uma nova espécie do gênero *Curtobacterium*, para a qual recebeu o nome de *Curtobacterium ginsengisoli* sp.. Os isolados testados foram provenientes de solos da Coreia do Sul, e tiveram sua taxonomia determinada pelos testes citados, confirmando que estas eram Gram-positivas. Além disso, através das análises verificou-se que as condições de temperatura ótima para o crescimento destes isolados encontravam-se na faixa de 30 a 37°C.

Outros relatos sobre a ocorrência da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* foram reportados por Sammer et al. (2012) em plantas de soja na Alemanha, partindo de análises bioquímicas (Gram-positivas). Testes de patogenicidade, através dos postulados de Koch, foram realizados, sendo observadas manchas amareladas seguida de necrose, sintomas características da doença causada pela *Curtobacterium*. Com o intuito de comprovar a identidade da bactéria foram realizados sequenciamentos de DNA, confirmando os resultados obtidos no postulado.

HOSPEDEIROS À *C. Flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens*

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é altamente suscetível a esta bactéria, principalmente na região Centro-Sul do Brasil (Behlau et al., 2006). Segundo informações da Eppo (2011), a principal ocorrência da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* foi verificada em *Phaseolus vulgaris* L., entretanto foi relatado em *P. coccineus* L., *P. lunatus* L., *Vigna* spp., *V. radiata* L., *V. unguiculata* L., *Glycine max* L., e *Pisum sativum* L. e em *Beta vulgaris* var. *saccharifera* (Chen et al., 2007)

Na cultura da soja, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* foi identificada na safra 2011/2012 por Soares et al. (2013), no Estado do Paraná, nos municípios de Guarapuava e Londrina.

TRANSMISSÃO DA *C. Flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens*

A maioria dos patógenos causadores de doenças em plantas foi introduzida via sementes ou partes vegetativas, vindas de outras regiões, que possivelmente apresentavam problemas fitossanitários. Como exemplo disso pode-se destacar a murcha de *Curtobacterium* (Valentini et al., 2010).

Desse modo, a principal fonte de inóculo da bactéria *C. flaccumfaciens* ocorre por meio de sementes contaminadas as quais podem ser transportadas a longas distâncias (Behlau et al., 2006 e Valentini et al., 2010), de modo que tem sido relatada, principalmente, em sementes de feijoeiro (Moraes et al., 2010).

A infecção das sementes segundo Tegli et al. (2002) pode ocorrer internamente, tornando-as algumas vezes enrugadas, além da coloração amarelada, laranja ou púrpura decorrente da colonização da bactéria. As sementes podem ainda, apresentar-se infestadas apenas superficialmente. Valentini et al. (2010) ressaltam que muitos patógenos de sementes podem sobreviver por longos períodos nas mesmas, o que segundo Tegli et al. (2002) a *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* pode sobreviver por mais de 2 anos nas sementes, ou podem permanecer viáveis até 24 anos, se estas forem armazenadas em condições ótimas de temperatura e umidade em laboratório (Harverson et al., 2005b; Harverson et al., 2007), podendo também sobreviver em restos culturais (Sammer et al., 2012).

Outro fator de influência é a presença do nematoide (*M. incognita*) que favorece a infecção da *Curtobacterium* devido os ferimentos que estes causam nas raízes das plantas (Theodoro e Maringoni, 2006a).

COLONIZAÇÃO DA *C. Flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens*

Segundo Souza e Maringoni (2008) uma das formas de colonização *Curtobacterium flaccumfaciens* é através dos vasos do xilema, para isso os mesmos avaliaram, em plantas de feijoeiro, a resistência dos genótipos (cultivar IAC Carioca Tybatã e acessos IAC 297, IAC 588 e IAC 592) e a suscetibilidade (cultivares Rosinha e Pérola e os acessos IAC 546 e IAC 586). Os autores verificaram que nos genótipos resistentes houve formação de tilose no interior dos vasos do xilema, resultando na obstrução dos mesmos, além de limitar o crescimento da população bacteriana. A presença de células bacterianas foi verificada nos vasos do xilema do genótipo resistente IAC 297 aos 28 dias após a inoculação.

De maneira complementar Sousa et al. (2006a) ressaltam que um dos mecanismos estruturais pós-formados envolvidos na indução de resistência da planta, decorrente da invasão de patógenos, é a formação de tilose nos vasos do xilema.

Souza e Maringoni (2008) verificaram também que em genótipos de feijoeiro suscetíveis a colonização da *C. flaccumfaciens*, ocorreu obstrução dos vasos, bloqueando o transporte de água e nutrientes pela planta, resultando em sintomas de murcha, amarelecimento, subdesenvolvimento e morte de plantas.

Maringoni (2002) sugerem que a ocorrência da *Curtobacterium* é considerada uma ameaça para a cultura do feijoeiro, uma vez que, sob condições de ambiente favorável a ocorrência de epidemias no campo pode causar grandes perdas na produtividade. Isso se resume pelo fato de que a bactéria coloniza os vasos do xilema de plantas suscetíveis, bloqueando a passagem da seiva, resultando em murcha da planta (Valentini et al., 2010).

SINTOMAS

Os sintomas são caracterizados por murcha das folhas acompanhadas por amarelecimento, sendo estas irregulares que se iniciam nas margens da folha seguida de necrose. São evidentes também o nanismo, morte de brotos, escurecimento vascular e consequente redução na produtividade, de modo que em cultivares resistentes não são observados sintomas de murcha, ou poucas são as plantas que as apresentam (Souza et al., 2006a; Hedges, 1922). Amorim et al. (2011) ressaltam que os sintomas podem ser observados em folhas, ramos e frutos e subdesenvolvimento da planta. Quando a bactéria surge no início de desenvolvimento das plantas, estas promovem a morte das plântulas com perdas graves (Hsieh et al., 2005).

De maneira complementar Alencar et al. (2008) sugerem que a redução do tamanho das plantas é um parâmetro a ser empregado na avaliação da severidade, bem como, na identificação da murcha- de-curtobacterium.

Harveson et al. (2005a), Harveson et al. (2005b) e Harveson et al. (2007) salientam que no campo os sintomas de murcha das folhas, mostram-se mais acentuados durante as horas mais quentes do dia e sob condições de estresse hídrico, decorrente do bloqueio dos vasos pelo patógeno, este impede o movimento da água das raízes para as folhas, de modo que durante a noite, em que a temperatura encontra-se mais amena as plantas se recuperam. Os autores complementam também, que a doença ocorre com mais frequência nas plantas jovens ou a partir daquelas que crescem de sementes contaminadas, de modo nas plantas adultas os sintomas da doença são menos pronunciado devido o desenvolvimento mais lento.

A infecção também pode ocorrer nas vagens, apresentando sintomas de encharcamento. As sementes podem ser infectadas, mesmo quando as vagens mostram-se saudáveis (Harveson et al., 2005a).

Em plantas de soja, são observadas manchas foliares cloróticas com posterior seca das mesmas e adquirindo uma cor bronzeada, daí o nome de mancha bronzeada para a cultura da soja (Sammer et al., 2012 e Soares et al., 2013). Em beterraba açucareira os sintomas causados pela *Curtobacterium* ocorrem nas folhas, apresentando manchas pequenas e amarelas que se tornam marrom com halo amarelado, com posterior desidratação e morte das plantas. Nas raízes é observado um subdesenvolvimento (Chen et al., 2007).

Controle

Medidas preventivas devem ser utilizadas para evitar a disseminação da bactéria, por isso, o emprego de cultivares resistente vem sendo considerada uma ferramenta eficiente para o seu controle. Estudos demonstraram que o cruzamento de feijoeiro Aruã x Guará e Pyatã x Pérola foram promissoras para a obtenção de cultivares resistente (Morais et al., 2012). Theodoro e Maringoni (2006a) constataram também que as cultivares de feijoeiro IAC Carioca Akytã, IAC Carioca Aruã, IAC Carioca Pyatã apresentaram resistência contra a bactéria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, enquanto que as cultivares SCS 202 – Guará e IPR Juriti apresentaram baixa severidade.

No Canadá, cultivares de feijoeiro resistentes a *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* tem sido utilizadas para o controle. A resistência varia conforme a estirpe da bactéria e o germoplasma da cultivar, destacando-se como resistentes a linhagem de feijão

preto L02F132, L02E317, L02E297, feijão-de-rosa, 1333S-3, L02B662, 999S-2^a, 1091M-46, Flor-de-maio 1269S-3 e a cultivar Resolute (Hsieh et al., 2005).

Visando o controle da bactéria *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, Estefani et al. (2007) sugerem também o tratamento de sementes através da termoterapia, empregado na erradicação do patógeno, cujo método é eficiente tanto interna quanto externamente a semente, através da utilização do calor úmido e ou calor seco. Os autores observaram que este método reduziu cerca de 90% das células bacterianas presentes nas sementes testadas, diferente do que foi observado no controle químico, sendo assim considerado um método vantajoso, por não ser poluente com efeitos residuais.

Com base nas informações do Eppo (2011) pelo fato da *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* ser transmitida por sementes e por não existir controle químico eficaz contra a esta bactéria, os métodos de controle desta estão baseados na utilização de sementes certificadas, pois estes patógenos podem sobreviver por longos períodos na semente (Marques et al., 2005) e no solo por mais de 2 anos (Tegli et al., 2002) dependendo das condições do ambiente. Além disso, Maringoni (2002) e Maringoni e Câmara (2006) afirmam que o manejo das doenças está fundamentado na rotação de cultura e na utilização de cultivares resistente.

De acordo com Martins et al. (2013), estratégias de controle de patógenos transmitidos via semente, devem ser realizados no início do desenvolvimento da cultura. Nesse sentido, o uso do controle biológico utilizando rizobactéria, como os isolados de *Bacillus subtilis*, no tratamento de sementes, além de ser eficiente colonizador de raízes, reduz a severidade da murcha de *curtobacterium* em feijoeiro cultivar Pérola em 42% a 76% com alguns dos isolados.

Quanto aos mecanismos envolvidos na resposta de defesa da planta induzidos por rizobactérias, na presença de *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, a atividade da enzima fenilalanina-amônia-liase aumentou no início de desenvolvimento, decrescendo posteriormente, já fenóis e lignina apresentaram-se com menor teor, com isso, os autores sugerem que esta bactéria bloqueia o desenvolvimento de respostas de defesa do feijoeiro suscetível. Sugerem também, que existe uma complementariedade e/ou modo de compensação dos microrganismos envolvidos (Martins et al., 2013).

A prática de adubação equilibrada em lavouras de feijoeiro também contribui para os métodos de controle, conforme relatado por Theodoro e Maringoni (2006b) que para todas as cultivares de feijoeiro avaliadas, doses crescentes de N favorecem o progresso da doença no tempo em cultivares suscetíveis, assim como doses acima do recomendado. Os macronutrientes contidos na parte aérea foram inferiores para plantas com a bactéria. Quando

Theodoro e Maringoni (2006c) em outro ensaio analisou o efeito do Potássio (K) em feijoeiro observaram que não houve influência na área abaixo da curva de progresso da murcha-de-curtobacterium.

CONCLUSÃO

A *Curtobacterium flaccumfaciens* vem se destacando nas regiões produtoras, principalmente na cultura do feijoeiro no Brasil, devido aos danos causados pela atuação sistêmica na planta, culminando na redução da produtividade e até mesmo a morte das plantas. Em função da diversidade genética que esses isolados apresentam poucas são as opções de cultivares resistentes disponíveis no mercado. Práticas como a utilização de sementes certificadas, para evitar a entrada do patógeno em áreas ainda não infestadas, é necessário, assim como rotação de cultura, adubação equilibrada e alguns métodos de controle biológico tem sido estudado. Pesquisas recentes para verificar a patogenicidade e diversidade genética de diferentes isolados da bactéria tem proporcionado melhor conhecimento da interação planta-patógeno e do comportamento epidemiológico da doença, por meio de técnicas de PCR que representa uma ferramenta importante nos programas de melhoramento e fitossanidade.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, N.E.; WENDLAND, A.; MELO, L.C.; COSTA, J.G.C.; DEL PELOSO, M.J.; PEREIRA, H.S.; FARIA, L.C.; CÔRTEZ, M.V.C. B. Avaliação fenotípica de genótipos de feijoeiro comum a isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Documentos IAC**, Campinas, v.85, 2008.
- AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia. Princípios e Conceitos**. Piracicaba, 2010. 208p.
- BEHLAU, F.; NUNES, L.M.; LEITE Jr. R.P. Semi-selective medium for detection of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in soil and on bean seeds. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.4, p.394-396, 2006.
- CHEN, Y.F.; YIN, Y.N.; ZHANG, X.M.; GUO, J.H. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *beticola*, a new pathovar of pathogens in sugar beet. **Plant Disease**, v.91, n.6, p.677-684, 2007.
- COLLINS, M.D.; JONES, D. Reclassification of *Corynebacterium flaccumfaciens*, *Corynebacterium betae*, *Corynebacterium oortii* and *Corynebacterium poinsemae* in the genus *Curtobacterium*, as *Curtobacterium flaccumfaciens* comb. nov. **Journal of General Microbiology**, Great Britain, v.129, p.3545-3548, 1983.

DEUNER, C.C.; SOUZA, R.M.; ISHIDA, A.K.N.; ZACARONI, A.B.; VON PINO, E.V.R.; MACHADO, J.C.; CAMERA, J.N. Inoculação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens* em sementes de feijão por meio da técnica de condicionamento fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1 p.9-20, 2011.

ESTEFANI, R.C.C.; MIRANDA FILHO, R.J.; UESUGI, C.H. Tratamentos térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.5, p.434-438, 2007.

HARVESON, R.M.; WATKINS, J.E.; GIESLER, L.J.; CHAKY, J.L. EC05-1893 Dry Bean Disease Profiles I: Foliar and Bacterial Diseases. **Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension**. p.1614, 2005a.

HARVESON, R.M.; URREA, C.A.; SCHWARTZ, H.F. Bacterial Wilt of Dry Beans in Western Nebraska. **Plant Diseases**, p.1-6, 2005b.

HARVESON, R.M.; SCHWARTZ, H.F. Bacterial Diseases of Dry Edible Beans in the Central High Plains. **Plant Health Progress**, 2007.

HEDGES, F.A. Bacterial wilt of bean caused by bacterial *Flaccumfaciens*. **Science**. v.55, n.1425, p.433-434, 1922.

HERBES, D.H.; THEODORO, J.F.; MARINGONI, A.C.; DAL PIVA, C.A.; ABREU, L. Detecção de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em sementes de feijoeiro produzidas em Santa Catarina. **Tropical Plant Pathology**, v.33, n.2, p.153-156, 2008.

HSIEH, T.F.; HUANG, H.C.; MUNDEL, H.H.; CONNER, R.L.; ERICKSON, R.S.; BALASUBRAMANIAN, P.M. Resistance of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) to Bacterial Wilt Caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Journal Phytopathology**, Berlin, v.153, p. 245–249, 2005.

KIM, M.K.; KIM, Y.J.; KIM, H.B.; KIM, S.Y.Y.T.H.; YANG, D.C. *Curtobacterium ginsengisoli* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Great Britain, v.58, p.2393-2397, 2008.

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

MARINGONI, A.C. Comportamento de cultivares de feijoeiro comum à murcha-de-Curtobacterium. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.2, p.157-162, 2002.

MARQUES, A.S.A.; GUIMARÃES, P.M.; SANTOS, J.P.; VIEIRA, T.M. Sobrevivência e viabilidade de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em sementes de feijão armazenadas sob condições controladas. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.5, p.527- 531, 2005.

MARTINS, S.J.; MEDEIROS, F.H.V.; SOUZA, R.M.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JUNIOR, P.M. Biological control of bacterial wilt of common bean by plant growth-promoting rhizobacteria. **Biological Control**, v.66, n.1, p.65–71, 2013.

MORAIS, P.P.P.; TOALDO, D.; ANDRADE, L.R.B.; GUIDOLIN, A.F.; COIMBRA, J.L. M. Seleção precoce em plantas segregantes de feijoeiro para resistência à murcha de *Curtobacterium*. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.6, p.803-808, 2012.

EPPO/OEPP. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Bulletin OEPP/EPPO**, v.41, p.320-328, 2011.

SAMMER, U.F.; REIHER, K. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on Soybean in Germany – A Threat for Farming. **Journal of Phytopathology**, Germany, v.160, n.6, p.314-316, 2012.

SOARES, R.M.; FANTINATO, G.G.P.; DARBEN, L.M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; SEIXAS, C.D.S.; CARNEIRO, G.E.S. First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v.38, n.5, p.452-454, 2013.

SOUZA, V.L.; MARINGONI, A.C. Análise ultraestrutural da interação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em genótipos de feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.4, p.318-320, 2008.

SOUZA, V.L.; MARINGONI, A.C.; CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F. Genetic resistance to *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in bean genotypes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.4, p.339-344, 2006a.

SOUZA, V.L.; MARINGONI, A.C.; KRAUSE-SAKATE, R. Genetic variability in *Curtobacterium flaccumfaciens* isolates. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.2, p.170-176, 2006b.

TEGLI, S.; SERENI, A.; SURICO, G. PCR-based assay for the detection of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in bean seeds. **Letters in Applied Microbiology**, v.35, n.4, p. 331-337, 2002.

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**, Botucatu, v.32, n.1, p.34-41, 2006a.

THEODORO, G.F.; MARINGONI, A.C. Effect of nitrogen levels in the severity of bacterial wilt in common bean cultivars. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.32, n.2, p.131-138, 2006b.

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

UESUGI, C.H.; FREITAS, M.A.; MENEZES, J.R. Ocorrência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em Feijoeiro, em Goiás e no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, n.3, p.324-324, 2003.

VALENTINI, G.; GUIDOLIN, A.F.; BALDISSERA, J.N.C.; COIMBRA, J.L.M. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*: etiologia, detecção e medidas de controle. **Biotemas**, v.23, n.4, p.1-8, 2010.