

Controle biológico da murcha de fusarium no feijão caupi

Biological control fusarium wilt in cowpea

DOI:10.34117/bjdv7n1-326

Recebimento dos originais: 12/12/2020

Aceitação para publicação: 12/01/2021

Andréa Celina Ferreira Demartelaere

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)
e Professora em Agroecologia
Escola Técnica Estadual Senador Jessé Pinto Freire
Endereço: Rua Monsenhor Freitas, 648, Centro, Parazinho-RN, Brasil
E-mail: andrea_celina@hotmail.com

Hailson Alves Ferreira Preston

Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
e Professor Adjunto em Fitopatologia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: hailson_alves@hotmail.com

Welka Preston

Doutora em Ciência do solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
e Professora Titular de Gestão Ambiental
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
Endereço: Rua Professor Antônio Campos, BR 110, S/N, Costa e Silva, Mossoró-RN,
Brasil
E-mail: welkapreston@hotmail.com

Tatiane Calandrino da Mata

Doutoranda em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)
Programa de Pós-graduação em Agronomia na Universidade Estadual do Oeste do
Paraná
Endereço: Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal: 91, Marechal Cândido Rondon-PR,
Brasil
E-mail: tatiane_calandrino@yahoo.com.br

Wayka Preston Leite Batista da Costa

Engenheira Agrônoma da Universidade Federal do Oeste do Pará
Endereço: Rua Vera Paz, s/n (Unidade Tapajós) Bairro Salé, Santarém-PA, Brasil
E-mail: waykapreston@hotmail.com

Damiana Cleuma de Medeiros

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)
e Professora Adjunta em Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN/EAJ)

Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: damianacm@hotmail.com

Cícero Nicolini

Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Professor Adjunto em Agronomia
Universidade Estadual do Piauí
Endereço: Rua Campo Velho, S/N, BR-343, Floriano-PI, Brasil
E-mail: ciceronicolini@cca.uespi.br

Jaltierly Bezerra de Souza

Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CCA/Campus II)
Programa de Pós-graduação em Agronomia na Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Agrárias - Campus II
Endereço: Rodovia PB 079, Km 12, Caixa Postal: 66, Areia-PB, Brasil
E-mail: jaltierlytecseg@gmail.com

Thiago Pereira de Paiva Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: thiago.pereira_14@hotmail.com

Leoclécio Luís de Paiva

Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Bolsista no IDEMA
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)
Endereço: Av. Alm. Alexandrino de Alencar, 1701, Tirol, Natal - RN, Brasil
E-mail: leoclecio@hotmail.com

Priscila Lira de Medeiros

Doutoranda em Ciência do solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil
E-mail: lira.priscila@hotmail.com

Francisco Diogo Medeiros do Monte

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: diogomedeirosmonte@gmail.com

Francisco Mamedes de Araújo Campos

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: fmac45@hotmail.com

Caio Alpelickson Oliveira Silva

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: caioalpelickson@ufrn.edu.br

Euler dos Santos Silva

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: euler_rn@hotmail.com

Débora Candido

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Universidade Federal do Rio Grande (UFRN/EAJ)
Endereço: Rodovia RN 160, Km 03, S/N, Distrito de Macaíba-RN, Brasil
E-mail: dbcandido2@gmail.com

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) apesar de ter potencial para ser implantado em grandes áreas, sendo realizado basicamente por pequenos agricultores, apresenta baixa produtividade devido há diversos fatores, como as doenças radiculares que são as maiores causadoras de reduções de produtividade em campo. Portanto, a presente revisão tem como objetivo de explanar a importância do controle biológico sob a murcha de fusarium na cultura do feijão caupi. Visto que o *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* penetra o sistema radicular, causando o amarelecimento e a senescência prematura das folhas situadas no terço inferior da planta, reduzindo a produtividade. O *Trichoderma* spp. têm sido muito utilizado como alternativa ao uso de produtos químicos, sendo considerado de grande importância econômica para a agricultura, capaz de atuar como agente de controle da murcha de fusário provocada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e induzir resistência nas plantas, além de influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura do feijoeiro devido à produção de substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição das plantas, principalmente pela solubilização do fósforo.

Palavras-chave: Doenças radiculares, *Vigna unguiculata*, *Trichoderma* spp.

ABSTRACT

The cowpea (*Vigna unguiculata* L.) despite having the potential to be implanted in large areas, being carried out basically by small farmers, has low productivity due to several factors, such as roots diseases that are the biggest cause of reductions in productivity in the field. Therefore, the present review aims to explain the importance of biological control under fusarium wilt in cowpea culture. Whereas *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* penetrates the root system, causing yellowing and premature senescence of the leaves located in the lower third of the plant, reducing productivity. *Trichoderma* spp. they have been widely used as an alternative to the use of chemicals, being considered of great economic importance for agriculture, capable of acting as a control agent for fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* and induce resistance in

plants, in addition to positively influencing seed germination, bean crop development and yield due to the production of growth promoting substances and improvement in plant nutrition, mainly by phosphorus solubilization.

Keywords: Root diseases, *Vigna unguiculata*, *Trichoderma* spp.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa bastante cultivada por pequenos e médios produtores na região Nordeste do Brasil, e nos últimos 10 anos por grandes agricultores de outras regiões sendo uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar e geração de emprego, pelo alto valor nutritivo e baixo custo de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Apesar da importância socioeconômica do feijão-caupi, a cultura ainda apresenta baixa produtividade resultado de diversos fatores, como o manejo adequado a cultura, problemas na comercialização e nas políticas públicas, já que abrange uma maior parte pelos pequenos produtores de agricultura familiar e principalmente os fatores climáticos (SEDAP, 2015).

Além dos fatores citados, as doenças destacam-se como um dos mais importantes na diminuição da produtividade do feijoeiro especialmente as causadas por fungos de solo, que podem causar prejuízos severos, com diminuição das qualidades fisiológica, nutricional e sanitária do produto colhido, afetando o preço e sua comercialização (BOECHAT *et al.*, 2014).

Os agentes causais dessas doenças apresentam estruturas de resistência que os ajudam a sobreviver no solo por vários anos. Esse grupo de patógenos se caracteriza por causar doença no sistema radicular ou até mesmo na parte aérea das plantas. As doenças causadas pelo gênero *Fusarium* apresentam difícil controle devido à alta variabilidade genética, sendo necessária a combinação de várias medidas dentro do manejo a fim de fornecer resultados efetivos (MILANESI *et al.*, 2013).

Dentre estas medidas destaca-se o controle biológico que apresenta as vantagens de se utilizar agentes como controladores de doenças em plantas, como exemplo o gênero *Trichoderma* que possui espécies que são economicamente importantes, principalmente pela sua capacidade de produzir enzimas, antibióticos e atuação no controle biológico (CAVERO *et al.*, 2015).

Vários trabalhos têm demonstrado a eficiência de isolados do gênero *Trichoderma* no controle biológico em plantas, por exemplo, *F. solani*, *S. sclerotiorum*, *M. phaseolina*, *F. graminearum* (SARAVANAKUMAR *et al.*, 2017).

Fungos do gênero *Trichoderma* são microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal, podendo influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura devido à produção de substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição das plantas, principalmente pela solubilização do fósforo (SILVA *et al.*, 2014).

Portanto, a presente revisão tem como objetivo de explicar a importância do controle biológico sob a murcha de fusarium na cultura do feijão caupi.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], conhecido popularmente como feijão-de-corda, feijão-macassar, é uma das culturas mais adaptadas a diversas condições de clima e solos pobres em nutrientes, podendo ser encontrado nas savanas tropicais e subtropicais da África, Ásia e América do Sul (ARRUDA *et al.*, 2020).

Botanicamente está incluído entre as dicotiledôneas, pertencendo à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinia, gênero *Vigna* e secção Catianga (FREIRE FILHO *et al.*, 2006).

Acredita-se que o mesmo foi introduzido na América Latina, primeiro nas colônias espanholas e, em seguida, no Brasil, durante o século XVI, pelos colonizadores espanhóis, portugueses e escravos africanos (FREIRE FILHO *et al.*, 2006).

De acordo com o (CONAB), em 2020, a cultura apresentou uma produção no Brasil em torno de 3 milhões de toneladas. E encontra-se na terceira posição no ranking mundial. Apesar de ser cultivado em todo o Brasil, o maior destaque é dado às regiões Norte e Nordeste. Nessas regiões predominam populações carentes, com baixa renda, que têm a cultura como principal forma de subsistência. Não fugindo a realidade do Nordeste, está leguminosa exerce grande impacto para os pequenos agricultores do Estado de Alagoas (ARRUDA *et al.*, 2020).

O cultivo do feijão-caupi, apesar de ter potencial para ser implantado em grandes áreas, sendo realizado basicamente por pequenos agricultores, utilizando mão-de-obra familiar, tem contribuído desta forma para permanência do homem no campo. Para estas

famílias a cultura se constitui um excelente alimento amenizando os efeitos da desnutrição (SOUSA, 2014).

Rico em proteína (16,5 - 25%), fundamental para construção e defesa do organismo, o feijão-caupi ainda possui 7,5% de energia, que contribui para o funcionamento do organismo, 17,4% de ferro, mineral importante na produção de hemoglobina e um dos constituintes dos glóbulos vermelhos, 7,8% de cálcio, mineral essencial à formação dos ossos e vitaminas do complexo B (ARRUDA *et al.*, 2020).

A baixa produtividade obtida no Nordeste é reflexo da atuação de diversos fatores que contribuem direto ou indiretamente para tal circunstância. Pode-se destacar, como principais fatores a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, o plantio em áreas de difícil cultivo, como em regiões de semiárido, a falta do emprego de tecnologias adequadas, como variedades melhoradas geneticamente, irrigação, mecanização e o controle de pragas e doenças (NODARI; GUERRA, 2015).

As doenças constituem importantes fatores de redução da produtividade da cultura, causando perdas na quantidade e qualidade dos grãos. A murcha de fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop), é uma doença que pode proporcionar grandes perdas de produtividade (CARVALHO *et al.*, 2011).

2.2 A MURCHA DE FUSÁRIO

A murcha-de-fusário foi relatada pela primeira vez nos Estados Unidos da América (KENDRIK; SNYDER, 1942), sendo constatada posteriormente no Canadá, Colômbia, Índia, África Central (HOLLIDAY, 1970), na Nigéria (OYEKAN, 1977) e Brasil (RIOS, 1988). Atualmente, a murcha-de-fusário ocorre na maioria das áreas onde o feijão-caupi é cultivado (CABI, 2019).

Os sintomas da murcha-de-fusário se caracterizam pela presença de folhas verdes pálidas e flácidas, que se tornam amarelas e caem, resultando na morte da planta. Aparentemente, a murcha é mais comum na fase reprodutiva da planta, mas plantas jovens podem apresentar um rápido murchamento que precede a morte. No caule da planta pode ser visto a presença de lesões de coloração avermelhada com fendas longitudinais (NECHET; VIEIRA, 2006).

Ao cortar longitudinalmente o caule é comum o aparecimento de coloração castanho escura, nos tecidos vasculares e formação de intumescência na parte mais baixa do caule. Uma vez infectados, os vasos condutores podem impedir a translocação de

nutrientes, reduzindo assim, a capacidade fotossintética da cultura e por consequência a produção (TAIZ; ZAIGER, 2017).

A extensão da descoloração vascular tem propiciado maior precisão na mensuração da severidade da murcha-de-fusário do caupi que os sintomas foliares. Dentre as doenças que podem ocorrer na cultura, a murcha de fusário é uma das mais importantes, dadas as elevadas perdas econômicas que provoca quando a incidência na área é alta (NECHET; VIEIRA, 2006).

Eloy; Michereff (2003), comentam que esta doença pode provocar perdas de até 75 % da produtividade, como aconteceu recentemente na Índia. Além disso, não existe cultivares resistentes, o que dificulta ainda mais o controle da doença.

Os sintomas são mais severos em temperatura em torno de 27 °C. A presença de nematóides, principalmente do gênero *Meloidogyne*, aumenta a severidade da doença (ROBERTS *et al.*, 1995).

2.3 *FUSARIUM OXYSPORUM*

O gênero *Fusarium* foi descrito por Link em 1809, e atualmente pertence ao Filo Ascomycota, classe Ascomycetes e ordem Hypocreales. Este fungo apresenta micélio e conidióforos hialinos, que podem ser ramificados e terminados em tufo ou esporodóquios de filiares, os quais dão origem a dois tipos de conídios (macroconídios e microconídios). Os macroconídios com um ou vários septos transversais, hialinos, fusóides, acrógenos e frequentemente pedicelados. Os microconídios também hialinos, geralmente sem septos, produzidos isoladamente, formados em falça-cabeças unidos ou em cadeias (LESLIE; SUMMERREL, 2006).

Presença ou não de clamidosporos terminais ou intercalados unicelulares, com ou sem septos, paredes grossas ou não, simples ou ornamentadas. Essas estruturas são extremamente resistentes, constituído assim a forma de sobrevivência do fungo sobre condições desfavoráveis. Seus teleomorfos estão presentes nos gêneros *Nectria* (Fr.) Fr, *Calonectria* De Not. ou *Gibberella* Sacc. (NELSON *et al.*, 1983).

O gênero *Fusarium* tem grande número de espécies fitopatogênicas, dentre as quais, *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyder & Hansen, cuja fase teliomórfica é desconhecida. Essa espécie é heterogênea, sendo composta de dezenas de espécies que necessitam ser claramente definidas de maneira adequada (LESLIE; SUMMERRELL, 2006).

O fungo *F. oxysporum* possui ampla gama de hospedeiro e alguns possuem especificidade na interação com o hospedeiro, apresentando uma subdivisão da 17 espécie

em diversas formae speciales e raças. De acordo com Leslie; Summerrel (2006), já foram descritas mais de 100 formae speciales de *F. oxysporum*, que se destacam entre as doenças radiculares em cultivos tropicais. Dentre as quais *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em feijão-caupi. Atualmente são conhecidas quatro raças fisiológicas de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* e todas elas tiveram sua descrição nos Estados Unidos da América.

As raças 1 e 2 na Carolina do Sul, sendo que a raça 1, além de causar doença no caupi também afeta a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] e o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev) (RIGERT; FOSTER, 1987). A raça 3 descrita no Mississipi (HARE, 1957) e a raça 4 detectada na Califórnia, ambas causando doença em caupi (SMITH *et al.*, 1999).

A disseminação de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* pode ocorrer de diferentes formas, incluindo o vento, sementes, solo, material vegetal infectado. A disseminação primária ocorre através de clamidosporos, sementes contaminadas, enquanto que a disseminação secundária ocorre por conídios dispersos pelo vento e água de irrigação (CABI, 2019).

Na permanência de *F. oxysporum* no solo na fase saprófita, seu crescimento e a sobrevivência sofrem influência das características físicas, químicas e biológicas do solo, em especial da matéria orgânica. A influência de fatores climáticos como a luz e temperatura, assim como a idade da planta, podem também interferir na expressão da murcha-de-fusário no caupi (RIOS, 1988).

2.3.1 Etiologia da murcha de fusário

O complexo *Fusarium oxysporum* é o agente causal de doenças vasculares em muitas espécies de plantas, sendo que os isolados que são patogênicos ao mesmo hospedeiro, ou que possuem a mesma amplitude de hospedeiros, são designados formae speciales; sabe-se que mais de 70 destas já foram descritas (KISTLER, 1997). Quando há um alto nível de especialização, formae speciales podem ser associadas à patogenicidade em apenas uma espécie hospedeira.

Muitas formae speciales podem ser subdivididas em raças, tendo-se como base a sua virulência em diferentes cultivares de um hospedeiro (ARMSTRONG; ARMSTRONG, 1981). As raças que causam a murcha ou amarelecimento especificamente na cultura do feijoeiro, recebem a taxonomia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop). pertence ao filo Ascomycota, ordem Hypocreales, família Nectriaceae.

O fungo produz três tipos de esporos assexuados, denominados de macroconídios, microconídios e clamidósporos. Os macroconídios são produzidos em fiáldes curtas, situados diretamente nas hifas ou ramos finais dos conidióforos, têm forma de canoa, ligeiramente curvos, com três a cinco septos, medindo 3-6 x 25-35 µm. Os microconídios são elípticos, unicelulares de 11 x 3,5 µm ou bicelulares de 18 x 4 µm. Os clamidósporos são hialinos, intercalares ou terminais, medindo 2-4 x 6-15 µm (BIANCHINI *et al.*, 2005).

Até agora sete raças do patógeno já foram descritas baseadas no conjunto de diferenças entre cultivares de feijoeiro. A classificação está relacionada com a origem geográfica, onde foram relatadas raças distintas na Colômbia, Brasil, Itália, Estados Unidos, Grécia e Espanha. Raças altamente virulentas podem matar plantas de feijoeiro em até duas semanas. No Brasil, foram constatadas quatro raças fisiológicas do fungo (DALLA PRIA; SILVA, 2010).

2.3.2 Epidemiologia da murcha de fusário

A sobrevivência do fungo ocorre, principalmente, no solo, onde vive saprofiticamente em restos de cultura e na matéria orgânica. Em longo prazo, o fungo sobrevive na forma de clamidósporos na ausência do seu hospedeiro (BIANCHINI *et al.*, 2005). Além disso, outras espécies podem se comportar como hospedeiras alternativas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, incluindo *Dolichos lablab* L., *Phaseolus lunatus* L., *Mucuna aterrima*, *Canavalia ensiformes* (L.), *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan* (DHINGRA; COELHO NETO, 2001).

O patógeno é disseminado de um campo para outro, à longa distância, principalmente por sementes infectadas, ou como esporo aderido à superfície das mesmas. A disseminação é facilitada pelo vento e água de irrigação, que carregam conídios e solos infestados a partir de plantas mortas pelo patógeno e por implementos agrícolas contaminados (TOLEDO-SOUZA *et al.*, 2012).

O patógeno é capaz de penetrar nos tecidos radiculares do hospedeiro, como também no hipocótilo e em tecidos radiculares mais velhos, geralmente por ferimentos ou aberturas naturais. A infecção pode ocorrer em qualquer fase do ciclo da cultura, sob temperatura ótima de 28 °C (RIBEIRO; HAGEDORN, 1979).

A safra das "secas" é considerada o período crítico de infecção do patógeno, principalmente quando a planta se encontra nos estádios entre V4 (terceira folha trifoliada) e R6 (florescimento). Os nematóides *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Pratylenchus* spp. são responsáveis pelos ferimentos e aberturas que podem

favorecer a entrada do patógeno pelo sistema radicular do feijoeiro (DALLA PRIA; SILVA, 2010).

Após a penetração, a hifa do fungo é capaz de colonizar inter e intracelularmente a planta, atingindo o seu sistema vascular, especificamente os vasos do xilema. O fungo permanece confinado nos vasos até a doença atingir estádios mais avançados de desenvolvimento, levando à morte do hospedeiro (DALLA PRIA; SILVA, 2010).

Por fim, o patógeno move-se para outros tecidos e inicia o processo de esporulação na superfície da planta morta. A severidade da doença é maior a temperatura de 20 °C e, em condições de campo, o desenvolvimento do patógeno é favorecido em temperaturas entre 26 a 28 °C, em solos arenosos, ácidos, sob condições de estresse hídrico em solos compactados e com pouca drenagem também podem agravar a severidade da doença (SCHWARTZ *et al.*, 2015).

2.3.3 Sintomatologia da murcha de fusário

Após a penetração do fungo pelo sistema radicular do feijoeiro, cujo processo é facilitado por ferimentos e aberturas naturais, os primeiros sintomas exibidos pela planta são o amarelecimento e a senescência prematura das folhas situadas no terço inferior da planta. Com o progresso da doença, o principal sintoma reflexo é caracterizado pelo amarelecimento das folhas situadas no terço inferior em direção às superiores (Figura 1), geralmente durante a fase de pré-florescimento ou enchimento de grãos (BIANCHINI *et al.*, 2005).

Figura 1 - Sintomas de amarelecimento e murcha causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop)



Fonte: Bayer (2020).

Plantas jovens, quando infectadas, não apresentam um desenvolvimento normal e, quando adultas, comprometendo os vasos da planta. Em casos de infecções mais graves, a planta seca e morre e, sob condições de alta umidade, desenvolvem-se sobre o caule e sob as vagens, estruturas constituídas de micélios e conídios do patógeno (Figura 2).

Figura 2 - Vagens com a presença de estruturas constituídas de micélios e conídios do *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (Fop)



Fonte: Bayer (2020).

2.4 MANEJO DA MURCHA DE FUSÁRIO

Para o controle da murcha de fusário é importante impedir a introdução do patógeno em áreas indenens, pois uma vez detectada a presença no campo, a erradicação do inóculo torna-se muito difícil através de práticas de controle (SARTORATO; RAVA, 1994).

Atualmente, a doença tem sido um problema de grande relevância, pois a sua ocorrência está relacionada com a sua introdução em novas áreas de cultivo de feijoeiro, em decorrência da utilização de grãos portadores de *F. oxysporum* e pelo cultivo intenso de feijoeiro nas mesmas áreas infectadas com o patógeno (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2004).

Estas circunstâncias obrigam, de certa forma, os produtores a conviver com a doença. Embora o uso de cultivares resistentes seja a opção mais eficiente para controlar a doença, muitos produtores ainda optam por utilizar cultivares suscetíveis, devido às características agronômicas desejáveis e pela preferência do mercado consumidor (TOLEDO-SOUZA *et al.*, 2012).

Desse modo, a análise da qualidade sanitária das sementes, em conjunto com o tratamento das mesmas, consiste em medidas preventivas fundamentais visando o manejo da doença (COSTA *et al.*, 2013). Considerando-se o manejo integrado de doenças, o tratamento de sementes constitui um método eficaz na sua prevenção, seja por meio de fungicidas ou do uso de agentes biológicos.

Esta prática tem como objetivo não somente erradicar ou reduzir o inóculo transportado pelas sementes, como também proporcionar uma proteção parcial às sementes contra patógenos, ou então, presentes no solo. Dentre os benefícios oferecidos pelo tratamento de sementes, destacam-se o baixo custo e a garantia do estabelecimento das culturas, pois oferece proteção contra fungos de solo durante os períodos de pré e pós-emergência das plantas (REIS *et al.*, 2010).

Os métodos culturais também são bastante utilizados para controle de doenças de plantas, e têm se tornado uma alternativa bastante interessante, atuando de forma significativa no controle de fitopatógenos. A incorporação de resíduos orgânicos induz uma supressividade a curto prazo, pois constitui uma alteração no manejo agrícola, podendo essa supressividade ocorrer pelo estímulo da atividade da biota, aumentando as comunidades de agentes de biocontrole e diminuindo o potencial de inóculo dos fitopatógenos pela ação de compostos liberados durante a decomposição da matéria orgânica (BETTIOL *et al.*, 2019).

Dentre as práticas culturais que visam à substituição de culturas, as mais utilizadas pelos agricultores são a rotação de culturas, adubação verde e o controle biológico. Tais técnicas possuem baixo custo e se baseiam na incorporação de matéria orgânica, ajudando a equilibrar a flora microbiana do solo, além de modificar as características físicas e químicas do mesmo, corroborando para o surgimento de solos supressivos a fitopatógenos habitantes do solo (REIS *et al.*, 2011).

2.5 CONTROLE BIOLÓGICO

O gênero *Trichoderma* (teleomorfo *Hipocrea*) é um fungo pertencente à classe Hyphomycetes, ordem Hyphomycetales, família Moniliaceae (HARMAN, 2000). Pelo fato de muitas linhagens não apresentarem o ciclo sexual conhecido, estes microrganismos são classificados como fungos anamórficos ou imperfeitos (HARMAN *et al.*, 2004).

Os fungos imperfeitos são caracterizados pela produção de conídios formados a partir de células conidiógenas, contidas ou não em estruturas especializadas (conidiomas), ou por fragmentação do talo micelial. É um gênero de fungos que reproduzem-se assexuadamente, e são frequentemente isolados em solos tropicais e podem ser encontrados em quase todas as temperaturas. Apresenta organismos de vida livre que inter-relacionam-se com raízes, solo e folhas (MASSOLA JR; KRUGNER, 2011).

As espécies de *Trichoderma* vem sendo amplamente estudada para fins de manejo de doenças em plantas e pela capacidade de promover crescimento e desenvolvimento de plantas. Morfológicamente, *Trichoderma* apresentam características facilmente identificáveis, como: rápido crescimento, colônia pulverulenta, conídios de coloração esverdeada ou amarelo esverdeado, e conidióforos bem definidos com aspecto piramidal. Os conídios da maioria das espécies são menores do que 5 μm , e podem ser globosos, subglobosos, elipsoidais ou oblongos (SANTOS *et al.*, 2014).

A maioria das espécies crescem em ágar rapidamente juntamente com o amadurecimento dos conídios. É facilmente diagnosticada visualmente, por meio do micélio aéreo e sua pigmentação difusa, com tons de verde à amarelo. O sucesso deste gênero na rizosfera deve-se a sua alta capacidade reprodutiva, por meio da produção e dispersão de conídios, habilidade de desenvolver-se em condições ambientais desfavoráveis, eficiência na utilização de nutrientes, capacidade de modificar a rizosfera e a alta agressividade contra fungos fitopatogênicos (CARRERASVILLASEÑOR *et al.*, 2012).

Os agentes de controle biológico são organismos que dependem principalmente de diferentes condições ambientais, por essa razão, os isolados de *Trichoderma* pode ser imprevisível. O micoparasitismo apresenta uma ordem de eventos: primeiramente, as cepas de *Trichoderma* detectam outros fungos e crescem em direção à eles; e quando em contato, ataca o hospedeiro e pode enrolar-se e produzir apressórios na superfície hospedeira. Além disso, produz inúmeras enzimas fungitóxicas que degradam a parede celular do fungo (MACHADO *et al.*, 2011).

As estruturas químicas e antibióticas de *Trichoderma* apresentam baixo peso molecular, são apolares e voláteis, resultando em uma alta concentração de antibióticos na camada do solo, possuindo uma longa distância de influência na comunidade microbiológica. A interação física entre *Trichoderma* e as plantas envolve mais uma relação de simbiose que uma relação de parasitismo, pois o fungo ocupa o nicho nutricional e a planta torna-se protegida das doenças (SILVA *et al.*, 2014).

Além de proteção, o *Trichoderma* possui a capacidade de promover o crescimento e desenvolvimento da planta. Também é capaz de aumentar a absorção e a concentração de uma variedade de nutrientes (cobre, fósforo, ferro, manganês e sódio) em culturas hidropônicas, mesmo sob condições axênicas (HARMAN *et al.*, 2004).

Portanto, as consequentes interações entre planta e *Trichoderma*, inúmeros patógenos radiculares ou de outros órgãos vegetais causam redução na incidência de doenças em plantas colonizadas por *Trichoderma*.

Sendo assim, um melhor entendimento dos mecanismos que operam a interação entre planta e microrganismos, como também nas comunidades presentes no solo, podem incitar o desenvolvimento de novos estudos biotecnológicos essenciais no controle de fitopatógenos e no aumento da produção (VILELA *et al.*, 2010).

Representantes do gênero *Trichoderma* spp. têm sido muito utilizados como alternativa ao uso de produtos químicos, sendo considerado de grande importância econômica para a agricultura. São capazes de atuar como agentes de controle de patógenos causadores de doenças em várias plantas cultivadas, e também indutores de resistência às doenças. Em razão disso, *Trichoderma* se tornou um dos fungos mais pesquisados como agente de controle de doenças de plantas e formulação de inoculantes (GUEDES *et al.*, 2010).

2.5.1 *Trichoderma* spp.

No ambiente, *Trichoderma* spp. costumam ser microrganismos de vida livre, que interagem no solo, nas superfícies radiculares e no interior dos tecidos vegetais. Esses fungos também colonizam outros substratos, como a madeira, onde a fase sexual (gênero *Hypocrea*) é frequentemente encontrada (RAJENDIRAN *et al.*, 2010).

Na agricultura, esta classe de fungos tem despertado um interesse cada vez mais expressivo, especialmente com relação ao seu uso como agentes de biocontrole de doenças de plantas. Desde então, pesquisas têm elucidado os mecanismos que estes fungos desenvolvem, configurando-os assim, como verdadeiros antagonistas de fitopatógenos.

Os mecanismos mais conhecidos são: competição por nutrientes, antibiose, micoparasitismo, competência rizosférica e indução de resistência. Por apresentarem uma velocidade de crescimento alta, são capazes de se estabelecer no solo rapidamente e controlar diversos patógenos, sobretudo aqueles habitantes de solo, como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* spp. e *Pythium* spp. (MELO *et al.*, 2001).

No Brasil, a área tratada com *Trichoderma* spp. cresceu nos últimos anos, e sua viabilidade, como medida de controle de doenças, está relacionada com a prática da microbiolização. Esse método é definido como a aplicação de

microrganismos vivos às sementes para o controle de fitopatógenos e/ou promoção do crescimento de plantas (MELO *et al.*, 2001).

Nesse sentido, para a cultura do feijoeiro, há apenas dois produtos à base de *Trichoderma* spp., registrados no Brasil, para o controle de *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani*, representados pelas espécies de *T. asperellum* e *T. harzianum* (CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2012).

No entanto, de acordo com Lopes (2009), existe no mercado um grande número de produtos que não possuem registro junto ao MAPA, porém são utilizados no tratamento de substrato e de sementes e pulverização na parte aérea das plantas.

Em trabalho realizado por Lohmann *et al.* (2007), isolados de *Trichoderma* spp. reduziram em, aproximadamente, 73% o tombamento de plântulas causadas pelo fungo *Sclerotium rolfsii* em plântulas de soja, em comparação à testemunha.

Menezes *et al.* (2004), também verificaram o bom desempenho de *Trichoderma harzianum* através da aplicação do antagonista em sementes de feijão, visando o controle de *Macrophomina phaseolina* inoculado no solo.

Para o controle da podridão radicular seca (PRS) do feijoeiro, os produtos comerciais Trichodermil SC, Trichodermax CE e Trichodel Solo SC, usados no tratamento de sementes ou aplicados no sulco de plantio, aumentaram a emergência das plântulas tanto quanto o fungicida fludioxonil. A incidência de PRS não foi afetada, mas todos os produtos biológicos e o químico reduziram a severidade em relação à testemunha (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Para o patossistema *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e feijoeiro, existem alguns trabalhos na literatura que relatam o uso de diferentes espécies de *Trichoderma* no controle da murcha de fusário. Ao avaliar o potencial de 41 isolados de *Trichoderma* spp., aplicados na forma de pó biológico em solo natural, Reis *et al.* (1995). observaram que os isolados TN-31 (*Trichoderma aureoviride*), TN 63 (*T. viride*) e TN-10 reduziram em até 55% a severidade da murcha de fusário do feijoeiro, apresentando-se mais eficientes que o fungicida benomyl no tratamento de sementes.

Em estudo com a espécie *Trichoderma harzianum*, Carvalho *et al.* (2011), constataram que seis isolados apresentaram antagonismo *in vitro* contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, sendo que os isolados CEN202, CEN234, CEN238 e CEN240 reduziram entre 35 e 51% a incidência do patógeno em sementes de feijão artificialmente inoculadas, e proporcionaram uma média entre 73 e 81% de plântulas normais.

3 CONCLUSÃO

O *Trichoderma* spp. têm sido muito utilizado como alternativa ao uso de produtos químicos, sendo considerado de grande importância econômica para a agricultura, capaz de atuar como agente de controle da murcha de fusário provocada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e induzir resistência nas plantas, além de influenciar positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura do feijoeiro devido à produção de substâncias promotoras de crescimento e melhoria na nutrição das plantas, principalmente pela solubilização do fósforo.

REFERÊNCIAS

1. ARMSTRONG G. M.; ARMSTRONG J. K. Formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases. In: NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A.; COOK, R.J. (Ed.). *Fusarium: disease, biology, and taxonomy*. University Park: **Pennsylvania State University Press**, 1981. p. 391–399.
2. ARRUDA, K. R.; SMIDERLE, O. J.; VILARINHO, A. A. Uniformidade de sementes de genótipos de feijão-caupi cultivados em dois ambientes no Estado de Roraima. **Revista Agroambiente**, v. 3, n. 2, p. 122-127, 2020.
3. BETTIOL, W.; GHINI, R.; MARIANO, R. M. L.; MICHEREFF, S. J.; MATTOS, L. P. V.; ALVARADO, I. C. M.; PINTO, Z. P. Supressividade a fitopatógenos habitantes do solo. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 2019. p. 183-205.
4. BIANCHINI, A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. cap. 37, p. 333-349.
5. BOECHAT, L. T. et al. Detecção do mofo-branco no feijoeiro, utilizando características espectrais. **Revista Ceres [online]**, v.6, n. 61, p. 907-915, 2014.
6. CABI. **Crop protection compendium**. [online]. Wallingford: CAB International, 2019. Disponível em: <<http://www.cabicompndium.org.asp?>>. Acesso em: 11 jul. 2020.
7. CARRERAS-VILLASEÑOR N.; SÁNCHEZ-ARREGUÍN J. A.; HERRERAESTRELLA, A. H. *Trichoderma*: sensing the environment for survival and dispersal. **Microbiology**, v. 158, p. 3-16, 2012.
8. CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JUNIOR, M.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 36-42, 2011.
9. CAVERO, P. A. S. et al. Controle biológico da Sigatoka-negra da bananeira com *Trichoderma*. **Cienc. Rural [online]**, v. 45, n. 6, p.951-957, 2015.
10. CHAGAS JUNIOR, A. F., SANTOS, G. R., REIS, H. B., MILLER, L. O., BORGES, L. F. Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado, Gurupi, TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 242-249, 2012.
11. COSTA, M. L. N.; MACHADO, J. C; GUIMARÃES, R. M.; POZZA, E. A.; ORIDE, D. Inoculação de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em sementes de

- feijoeiro através de restrição hídrica. **Ciência Agrotecnológica**, v. 27, n. 5, p. 1023-1030, 2013.
12. DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C. Podridões radiculares e Murcha-de-Fusarium. In: _____. (Ed.). **Cultura do feijão: doenças e controle**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. p. 107-116.
 13. DHINGRA, O. D.; NETTO, R. A. C. Reservoir and non-reservoir hosts of bean-wilt pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Journal of Phytopathology**, v. 149, p. 463-467, 2001.
 14. ELOY, A. P.; MICHEREFF, S. J. Redução no rendimento do caupi em duas épocas de plantio devido à murcha-de-fusário. **Summa Phytopathologica**, v. 29, n. 4, p. 330-333, 2003.
 15. FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. F. Melhoramento genético de Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na Região do Nordeste. In: QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina: Embrapa-CPATSA; Brasília, DF: Embrapa-Cenargen.
 16. GUEDES, G. N.; SOUZA, A. S.; ALVES, L. S. Eficiência agrônômica de inoculantes em feijão-caupi no Município de Pombal – PB. **Revista Verde** v. 5, n. 4, p. 82- 96, 2010.
 17. HARE, W. W. A new race of *Fusarium* causing wilt of cowpea. **Phytopathology**, v. 47, n. 3, p. 457-465, 1957.
 18. HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol: changes in the perceptions derived from the research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, p. 377-393, 2000.
 19. HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species: opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p. 43–56, 2004.
 20. HOLLIDAY, P. *Fusarium oxysporum* f.sp. *tracheiphilum*. Kew. Commonwealth Mycological Institute. 1970. (C.M.I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, 220).
 21. KENDRICK, J. B.; SNYDER, W. C. *Fusarium* yellows of beans. **Phytopathology**, v. 32, n. 11, p. 1010-1014, 1942.
 22. KISTLER, H. C. Genetic diversity in the plant-pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. **Phytopathology**, v. 87, p. 474-479, 1997.
 23. LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium laboratory manual**. Ames: Blackwell, 2006. 388 p.

24. LOHMANN, T. R.; PAZUCH, D.; STANGARLIN, J. R.; SELZEIN, C.; NACKE, H. Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. para controle de *Sclerotium rolfsii* em soja. **Cadernos de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1665-1668, 2007.
25. LOPES, R. B. A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 15–28.
26. MACHADO, R. G.; DE A. S, E. L. S.; DAMASCENO, R. G.; HAHN, L.; ALMEIDA, D.; MORAIS, T.; CAMARGO, F.A.O.; REARTES, D. S. Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. **Ciência e Natura**, v. 33, n. 2, p. 111-126. 2011.
27. MASSOLA JR., N.; KRUGNER, T. L. Fungos fitopatogênicos. In: BERGAMIN FILHO A.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. p. 149-206.
28. MELO, I. S.; LEVANTEZI, K.; SPESSOTO, A. M.; FEICHTENBERGER, E. Degradação do fungicida metalaxial por linhagens de *Trichoderma* spp. isoladas de solos rizosféricos. In: MELO, I. S.; SILVA, C. M. M. S.; SCRAMIN, S.; SPESSOTO, A. (Org.). **Biodegradação**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 141-165.
29. MENEZES, M.; MACHADO, A. L. M.; SILVEIRA, M. C. V.; SILVA, R. L. X. Biocontrole de *Macrophomina phaseolina* com espécies de *Trichoderma* aplicadas no tratamento de sementes de feijão e no solo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 1, p. 133-140, 2004.
30. MILANESI, P. M.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S.; ANTONIOLLI, Z. I.; JUNGES, E.; LUPATINI, M. Detecção de *Fusarium* spp. e *Trichoderma* spp. e antagonismo de *Trichoderma* sp. em soja sob plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3219 – 3234, 2013.
31. NECHET, K. L.; VIEIRA, B. A. H. **Doenças do feijão-caupi em Roraima**. Boa Vista– RR: EMBRAPA RORAIMA, 2006. 16 p. (EMBRAPA RORAIMA. Circular Técnica, 2).
32. NELSON, P. E.; TOUSSOUN, T. A.; MARASAS, W. F. O. **Fusarium species: na illustrated manual for identification**. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1983. 193 p.
33. NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estud. av. [online]**, v. 29, n. 83, p.183-207, 2015.
34. OLIVEIRA, G. A.; ARAUJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; LIMA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.

35. OYEKAN, P. O. Occurrence of cowpea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *tracheiphilum* in Nigeria. **Plant Disease Reporter**, v. 59, n. 6, p. 488-490, 1977.
36. PAULA JÚNIOR, T J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R. R.; CARNEIRO, PEREIRA, H. S.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijoeiro com resistência à antracnoses selecionadas quanto a características agrônômicas desejáveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 209-215, 2004.
37. RAJENDIRAN, R.; JEGADEESHKUMAR, D.; SURESHKUMAR, B. T.; NISHA, T. *In vitro* assessment of antagonistic activity of *Trichoderma viride* against post harvest pathogens. **Journal of Agricultural Technology**, v. 6, n. 1, p. 31-35, 2010.
38. REIS, E. M.; REIS, A. C.; CARMONA, M. A. **Manual de fungicidas: guia para controle químico de doenças de plantas**. 6. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2010. 226 p.
39. RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAÚJO, J.P., WATT, E.E. (Eds.) **O caupi no Brasil**. Goiânia: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão/Embrapa, 1988. p. 549-589.
40. RIBEIRO, R. L. D.; HAGEDORN, D. J. Screening for resistance to and pathogenic specialization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, the causal agent of bean yellows. **Phytopathology**, v. 69, p. 272-276, 1979.
41. RIGERT, R. S.; FOSTER, K. W. Inheritance of resistance to two races of *Fusarium* wilt in three cowpea cultivars. **Crop Science**, v. 27, n. 2, p. 220-224, 1987.
42. ROBERTS, P. A.; FRATE, C.A.; MATTHEWS, W. C.; OSTERLI, P. P. Interactions of virulent *Meloidogyne incognita* and *Fusarium* wilt on resistant cowpea genotypes. **Phytopathology**, v. 85, n. 12, p. 1288-1295, 1995.
43. SANTOS, D. B.; MARQUES, E.; SILVA, J. B. T.; MARTINS, I.; MELLO, S. C. M. Avaliação do antagonismo de *Trichoderma* contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* *in vitro*. **Caderno de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 1-5, 2014.
44. SARAVANAKUMAR K.; LI, Y.; YU, C.; WANG, Q; WANG, M.; SUN, J.; GAO, J.; CHEN, X. Effect of *Trichoderma harzianum* on maize rhizosphere microbiome and biocontrol of *Fusarium* Stalk rot. **Scientific reports**, v. 7, p. 1-13, 2017.
45. SARTORATO, A.; RAVA, C.A. Murcha ou amarelecimento de *Fusarium*. In: _____. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. p. 175-190.
46. SCHWARTZ, H. F.; STEADMAN, J. R.; HALL, R.; FORSTER, R. (Ed.). **Compendium of bean diseases**. 2nd ed. Saint Paul: Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2005. 109 p.

47. SEDAP. **Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da pesca, 2015.** *Dados Agropecuários.* Disponível em: <<http://www.sedap.pa.gov.br/>>. Acesso em: 10 de Junho de 2020.
48. SILVA, A. N.; AZEVEDO, G. B.; SOBRINHO, G. G. R.; NOVAES, Q. S. Effect of chemical products and use of the *Trichoderma* spp. for control of *Fusarium solani* in passion fruit trees: **Interciencia**, v. 39, p. 398-403, 2014.
49. SMITH, S. N.; HELMS, D. M.; TEMPLE, S. R. The distribution of *Fusarium* wilt of blackeyed cowpeas within California caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 4. **Plant Disease**, v. 83, n. 7, p. 694, 1999.
50. SOUSA, M.V. **Transmission, colonization and molecular detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in common bean seeds.** 2014. 119 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
51. TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal.* 5.ed. Porto Alegre: **Artemed.** 2017. 954 p.
52. TEIXEIRA, H.; PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; SILVA, M. B.; FERRO, C. G.; LEHNER, M. S. *Trichoderma* spp. decrease *Fusarium* root rot in common bean. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 334-336, 2012.
53. TOLEDO-SOUZA, E. D.; SILVEIRA, P. M.; CAFÉ-FILHO, A. C.; LOBO JÚNIOR, M. *Fusarium* wilt incidence and common bean yield according to the preceding crop and the soil tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1031-1037, 2012.
54. VILELA, M.; MACHADO, J.C.; BARROCAS, E. N.; ASSIS, A. C. C. Qualidade de sementes de feijoeiro infectadas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e viabilidade do fungo durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.