

Podridão de Raiz e de Caule em Feijão-Caupi em Diferentes Sistemas de Manejo



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
116**

**Podridão de Raiz e de Caule em Feijão-
Caupi em Diferentes Sistemas de Manejo**

*Candido Athayde Sobrinho
Larisse Raquel Carvalho Dias
Ananda Rosa Beserra Santos
Erasmio Ribeiro da Paz Filho
Milton José Cardoso
Edson Alves Bastos*

**Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2018**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte
Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-480, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte]
Serviço de Atendimento ao Cidadão(SAC)
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Danielle Maria Machado Ribeiro Azevedo

Secretário-Administrativo
Jeudys Araújo de Oliveira

Membros

Edvaldo Sagrilo, Orlane da Silva Maia, Luciana Pereira dos S Fernandes, Lígia Maria Rolim Bandeira, Humberto Umbelino de Sousa, Pedro Rodrigues de Araújo Neto, Antônio de Padua Soeiro Machado, Alexandre Kemenes, Ana Lúcia Horta Barreto, Braz Henrique Nunes Rodrigues, Francisco José de Seixas Santos, João Avelar Magalhães, Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara,

Supervisão editorial
Lígia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia

Tratamento das ilustrações
Jorimá Marques Ferreira

Editoração eletrônica
Jorimá Marques Ferreira

Foto da capa
Cândido Athayde Sobrinho

1ª edição

1ª impressão (2018): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Podridão de raiz e de caule em feijão-caupi em diferentes sistemas de manejo /
Cândido Athayde Sobrinho ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2018.
18 p. ; 21 cm x 15 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa
Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 116).

1. Feijão de corda. 2. Doença fúngica. 3. Plantio direto. 4. *Vigna unguiculata*.
I. Athayde Sobrinho, Cândido. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 632.4 (21. ed.)

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	15
Referências	16

Podridão de Raiz e de Caule em Feijão-Caupi em Diferentes Sistemas de Manejo

Candido Athayde Sobrinho¹

Larisse Raquel Carvalho Dias²

Ananda Rosa Beserra Santos³

Erasmus Ribeiro da Paz Filho⁴

Milton José Cardoso⁵

Edson Alves Bastos⁶

Resumo - O feijão-caupi constitui um importante alimento às populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Seu cultivo é acometido por doenças que reduzem a produtividade e a qualidade de grãos, cuja severidade depende do clima, do manejo cultural e das cultivares utilizadas. Entre as doenças importantes, estão as podridões de raiz e de caule, cuja prevalência depende das condições de manejo. Para culturas como a soja e o feijão-comum, por exemplo, existem trabalhos relacionando a prevalência de doenças e sistemas de cultivo. Para o feijão-caupi, praticamente não existem informações. Assim, objetivou-se avaliar a incidência de podridões de raiz e de caule na cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque, em diferentes condições de manejo cultural. A incidência das doenças, medida pela contagem do número de plantas atacadas, foi avaliada em um experimento de densidade de plantas em plantio direto (SPD) e convencional (SPC), conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. Os resultados mostraram que as incidências foram significativamente maiores no sistema SPD. As diferentes densidades influenciaram os valores de incidência, embora não tenha sido observada uma tendência na dinâmica dos resultados. Os fungos *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina* e *Pythium* spp. foram os mais prevalentes.

Termos para indexação: Doença fúngica, plantio direto, *Vigna unguiculata*.

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

²Bióloga, mestranda em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, MA, bolsista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

³Engenheira-agrônoma, doutoranda em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, PE, bolsista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

⁴Engenheiro-agrônomo, mestrando em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas - UFAL/AL, bolsista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁶Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Root and Stem Rot in Cowpea under Different Crop Management Systems

Abstract - Cowpea represents an important food source for the populations of the North and Northeast of Brazil. The plants are affected by diseases that reduce the productivity and quality of grains, whose severity depends on the climate, the management practices and the cultivars used. Among the most important cowpea crop diseases are root and stem rot, whose prevalence depends on the management conditions. For crops such as soybeans and common bean, for example, there are studies relating the prevalence of diseases and cropping systems. For cowpea, there is virtually no information. The objective of this study was to evaluate the incidence of root and stem rot in semi-erect cowpea cultivar BRS Tumucumaque under different management practices. The incidence of diseases, measured by counting the number of affected plants, was evaluated in a plant density experiment under no-tillage (SPD) and conventional system (SPC), performed at the Embrapa Meio-Norte experimental area in Teresina, PI. The results showed that the incidences were significantly higher in the SPD system, compared to SPC. The different densities influenced the incidence values, although a trend in the dynamics of the results was not observed. The fungi *Fusarium* spp, *Macrophomina phaseolina*, and *Pythium* spp were the most prevalent.

Index terms: Fungal disease, no-tillage, *Vigna unguiculata*.

Introdução

O feijão-caupi, um dos nomes pelos quais a espécie *Vigna unguiculata* (L) Walp. é conhecida, constitui um dos principais ingredientes alimentares das populações rural e urbana das regiões Norte e Nordeste do Brasil, por sua riqueza em proteínas, aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras. É comercializado nessas regiões na forma de grãos secos e verdes, normalmente nas cores marrom, sempre-verde e branco (Bastos, 2017).

No Brasil, a produtividade média dessa cultura é considerada baixa. No ano de 2015, a cultura do feijão-caupi ocupou uma área cultivada de mais de 1 milhão de hectares, com produtividade média de 419 kg ha⁻¹ (Embrapa Arroz e Feijão, 2018). O rendimento da cultura varia muito entre as diferentes regiões do País, em virtude das variações climáticas e da utilização de genótipos pouco produtivos e com características indesejáveis (Freire Filho, 2011). Para as diferentes culturas, de maneira geral, os rendimentos também podem ser afetados pela intensidade de doenças (Hall, 1994; Bianchini et al., 2005) e ainda pelos diferentes manejos do sistema solo-água-plantas, que interferem na prevalência ou não de doenças (Reis et al., 2005).

A cultura do feijão-caupi pode ser afetada por vários patógenos, causadores de doenças que geralmente interferem no rendimento de grãos. Na cultura do feijoeiro comum, por exemplo, esses problemas se agravam quando, após a semeadura, ocorre um período de excesso hídrico associado a temperaturas acima de 30 °C (Reis et al., 2014) ou em sistema de plantio direto (SPD), cujas condições favorecem o surgimento de podridões radiculares.

Entre as principais podridões de raiz/caule observadas em feijão-caupi, destacam-se, por serem mais severas, a podridão de *Pythium* (*Pythium* sp.), a rizoctoniose (*Rhizoctonia solani* Kuhn), que causa a morte de plantas adultas em reboleira, a podridão cinzenta do caule [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, a murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) e a podridão-fusariana (*Fusarium* spp.) (Athayde Sobrinho et al., 2005).

A utilização de um manejo adequado da cultura é fundamental, para que ocorra um aumento no rendimento dos grãos. Entre os componentes de manejo, o preparo do solo é uma das atividades de maior influência no comportamento da cultura, atuando diretamente sobre a estrutura, a porosidade e a densidade do solo, entre outras características (Ribeiro et al., 2016).

Solos semelhantes, quando submetidos a diferentes manejos, podem apresentar variados níveis de degradação, e o sistema de plantio convencional (SPC) é responsável por maior degradação, quando comparado ao sistema de plantio direto (Bertol et al., 2004; Assis; Lanças, 2010). Em sistemas de plantio convencional, ocorre a aceleração da decomposição da matéria orgânica, o rompimento dos agregados e a redução da estabilidade nas camadas manejadas, além de favorecimento do aumento da densidade do solo e da resistência à penetração em subsuperfície (Aratani et al., 2009).

Comparativamente ao sistema convencional, no plantio direto, há menor decomposição da cobertura vegetal, maior acúmulo da matéria orgânica e aumento do teor de carbono orgânico total, estabilizando a estrutura do solo (Barreto et al., 2009). Conceitualmente, o SPD pode ser entendido como um complexo de tecnologias, que tem por fundamentos a mobilização de solo exclusivamente na linha de plantio, a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo e a rotação de culturas. Tal sistema é empregado em grandes áreas cultivadas com grãos no Brasil e a adoção correta de um sistema de rotação e sucessão de culturas é uma das estratégias mais importantes para redução de doenças radiculares em soja e feijão-comum (Reis et al., 2004, 2005).

Do ponto de vista fitopatológico, para que a prática do plantio direto seja viável, é necessária a adoção das seguintes técnicas de manejo integrado: utilização de sementes sadias certificadas e tratadas; adoção de cultivares resistentes, quando houver disponibilidade; e rotação de culturas (Reis; Casa, 2000).

Ao analisar os cultivos de soja e de feijão-comum, Costamilan (1999) destacou que o sistema de plantio direto, muito usado no Brasil, tem favorecido o desenvolvimento de doenças fúngicas. Entretanto, na cultura do feijão-caupi, pouco se conhece a respeito do comportamento das doenças, sobretudo aquelas provocadas por patógenos de solo. Há ainda grande carência de trabalhos básicos e aplicados no Brasil sobre o sistema de plantio direto, principalmente no que diz respeito ao seu impacto sobre as doenças de solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência de podridões de raiz e de caule em plantas de feijão-caupi, em plantios direto e convencional, em diferentes densidades de semeadura.

Material e Métodos

A incidência das doenças foi avaliada em um experimento de densidade de plantas em plantio direto (SPD) e plantio convencional (SPC), conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, nos meses de abril a julho de 2015 (Figura 1).



Figura 1. Área experimental mostrando parcela com o sistema de plantio convencional (SPC) (A) e com o sistema de plantio direto (SPD) (B). Teresina, PI, julho de 2015.

O experimento foi organizado em arranjo fatorial 2x5 (sistema de cultivo x densidade de plantas), no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Testaram-se dois sistemas de cultivo (plantio direto – SPD e plantio convencional – SPC) e cinco densidades de plantas (120, 160, 200, 240 e 280 mil plantas ha⁻¹). A cultivar utilizada foi a ‘BRS Tumucumaque’, de porte semiereto e de tegumento branco. A parcela experimental constou de seis linhas de plantio espaçadas de 0,50 m entre si, com cinco metros de comprimento, e a área útil formada pelas quatro fileiras centrais. A área destinada ao plantio direto foi previamente cultivada com milho e capim braquiária e dessecada 20 dias antes da instalação do experimento. A área usada no plantio convencional foi arada e gradeada.

Para avaliar a possível influência dos sistemas de cultivo sobre a podridão de raiz e de caule do feijão-caupi, foram realizadas duas avaliações de incidência. Para tanto, efetuou-se a contagem, em cada parcela, das plantas sintomáticas, uma na floração e outra na pré-colheita, aos 35-38 e 50-55 dias após a emergência das plantas, respectivamente. Os valores finais de incidência foram obtidos pela soma do número de plantas sintomáticas nas duas avaliações. Após a contagem, todas as plantas sintomáticas foram coletadas e encaminhadas ao Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Meio-Norte. No laboratório, foi realizada a identificação dos fitopatógenos presentes nas plantas coletadas, por meio da observação das estruturas reprodutivas (micélio, conídios, microconídios, clamidósporos, esclerócios, etc.), com o auxílio de microscópio estereoscópio e óptico comum e quantificação dos agentes causais de modo individual em cada planta. Em algumas situações, quando houve dificuldades na identificação dos patógenos, realizaram-se isolamentos em meio de cultura Batata-Dextrose-Agar (BDA), seguidos de identificação. As médias de incidência, considerando os sistemas de cultivo, foram submetidas à análise de variância (teste F). Essas médias, nas diferentes densidades de plantas, foram comparadas por análise de regressão polinomial, precedidas pelas respectivas análises de variância. Para tanto, usou-se o programa ASSISTAT, versão 7.7 beta (Silva; Azevedo, 2016).

Resultados e Discussão

Considerando o sistema de cultivo, as maiores incidências foram verificadas no SPD, cujos valores médios ($P \leq 0,05$) mostraram-se aproximadamente mais de três vezes superiores aos verificados no SPC (Figura 2). Esses dados estão de acordo com os de Costamilan (1999) nos patossistemas da soja e do feijão-comum, nas condições do estado do Paraná. Resultados semelhantes foram obtidos por Reis et al. (2012), que estudaram o comportamento da podridão-vermelha da raiz da soja. Nesse patossistema, verificou-se, no primeiro ano do SPD, aumento significativo da incidência de doença. Casa et al. (2011) observaram redução da produtividade dos grãos de feijão-comum devido à severidade de podridões radiculares em SPD.

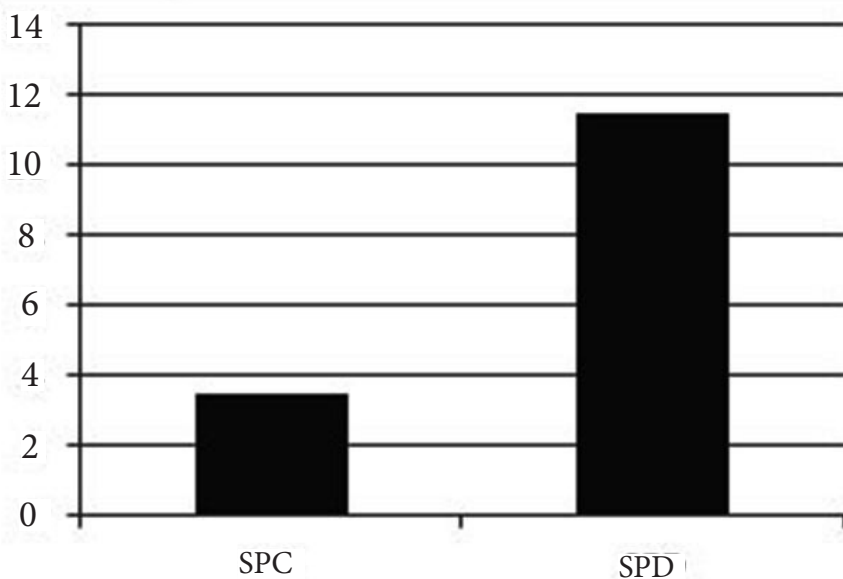


Figura 2. Incidência de podridão do colo e de raiz em feijão-caupi cultivar BRS Tumucumaque, submetida a dois sistemas de cultivo: sistema de plantio convencional (SPC) e sistema de plantio direto (SPD). Valores significativamente diferentes pelo teste F.

O objetivo do emprego do SPD é reduzir as perdas de matéria orgânica do solo e permitir que as plantas se desenvolvam em um ambiente mais adequado ao crescimento das raízes, tolerando melhor os veranicos. Além disso, o SPD busca manter o solo coberto com os restos culturais, evitando as perdas provocadas pela erosão. Todavia, os resultados deste trabalho mostram que esses benefícios são suprimidos em decorrência das perdas provocadas pelo aumento da podridão das raízes, provavelmente por favorecer o crescimento da microbiota patogênica e o conseqüente aumento das fontes de inóculo primário. Outro fator que pode ter contribuído para esse aumento, é o fato de as áreas estarem sendo cultivadas com feijão-caupi em ciclos sucessivos há vários anos, cujo maior acúmulo dos restos culturais de feijão-caupi não incorporados no SPD, quando comparado com o SPC, permitiu melhores condições de sobrevivência dos patógenos e melhor ambiência à manifestação das doenças.

Toledo-Souza et al. (2008), ao avaliarem o efeito de diferentes sistemas de manejo do solo e de cultivos prévios com leguminosas forrageiras e palhadas de gramíneas no plantio do feijoeiro-comum, verificaram maior sobrevivência de *Rhizoctonia* spp. e *Fusarium* spp. em solos sob SPD, tanto com resíduos de gramíneas quanto com leguminosa. Conforme Zambolim et al. (2000), esse fato ocorre, possivelmente, em razão de os resíduos deixados na superfície do solo decomporem-se mais lentamente do que os resíduos incorporados, o que propiciaria maior disponibilidade de tempo para o aumento da população de patógenos.

Verificou-se, em ambas as situações (SPC e SPD), comportamento linear crescente significativo ($P < 0,01$) da incidência de podridão do colo e da raiz nas plantas de feijão-caupi avaliadas, com o aumento da população de plantas (Figura 3). Observando-se os valores dos coeficientes angulares das retas representativas dos dois sistemas, verifica-se que no SPD esse valor é 3,75 vezes superior ao observado no SPC. Com base nesses dados, pode-se inferir que, para cada aumento de mil plantas ha^{-1} em áreas de SPD, é provável que ocorra aumento da podridão na ordem de 85 plantas afetadas por hectare, significativamente superior ao que poderá ocorrer no SPC, cujos valores foram de apenas 22 plantas ha^{-1} . Tal comportamento é compatível com o esperado para nos patossistemas do tipo podridões de raiz/caule, para os quais existe uma relação direta e positiva entre incidência e densidade de plantas (Bergamin Filho; Amorim, 1996).

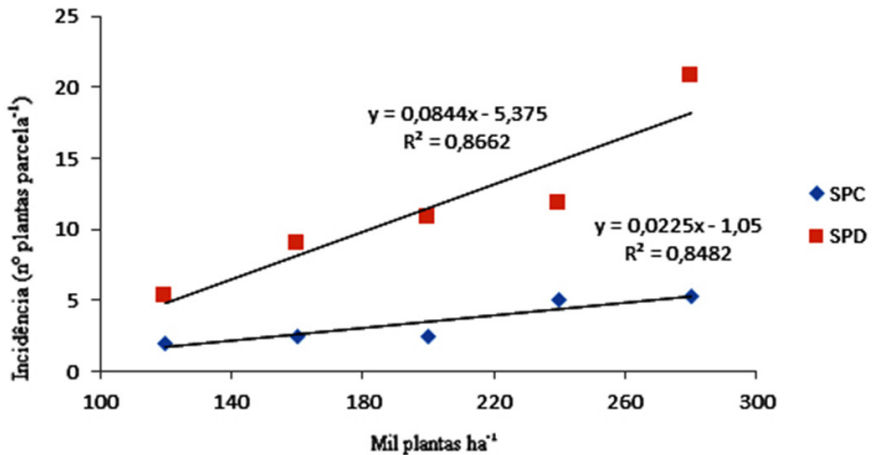


Figura 3. Incidência de podridão do colo e da raiz em plantas de feijão-caupi cultivar BRS Tumucumaque em plantio convencional (SPC) e em plantio direto (SPD), em diferentes densidades de semeadura. Teresina, PI, julho de 2015.

A maior frequência de fungos fitopatogênicos foi verificada nas plantas sintomáticas do SPD. Nessa condição, houve cinco vezes mais notificações de patógenos incidentes, que o observado no SPC (Tabela 1). A análise dessas plantas revelou a presença de *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Pythium* spp., *Sclerotium rolfsii* e *Colletotrichum truncatum*. Os mais prevalentes foram *Fusarium* spp. e *M. phaseolina*.

Em várias situações, foram observadas infecções mistas, sobretudo entre fungos dos gêneros *Fusarium* e *Pythium*, com *M. phaseolina*, provavelmente pela facilidade de esse fungo acometer plantas submetidas a estresse, resultante do ataque prévio daqueles patógenos. Ao observar, por exemplo, interações entre *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro, Toledo-Souza et al. (2009) sugeriram uma ação antagônica de *F. solani* f. sp. *phaseoli* sobre *R. solani*. Supostamente, *F. solani* f. sp. *phaseoli* é beneficiado pela presença da lesão inicial provocada por *R. solani* para penetrar nas raízes do hospedeiro, agindo, posteriormente, como inibidor dos sintomas de *R. solani*.

Tabela 1. Fungos agentes de podridão de raiz e de caule em plantas de feijão-caupi cultivar BRS Tumucumaque, quantificados em dois sistemas de cultivo (plantio direto - SPD e plantio convencional - SPC) e cinco densidades de semeadura. Teresina, PI, julho de 2015.

Patógeno	Sistema de cultivo											
	Plantio Direto						Plantio Convencional					
	Densidades						Densidades					
	D1	D2	D3	D4	D5	T	D1	D2	D3	D4	D5	T
<i>Fusarium</i> spp.	28	80	51	55	50	264	7	9	7	11	11	45
<i>C. truncatum</i>	0	4	2	5	5	16	0	0	3	2	0	5
<i>Pythium</i> sp.	7	18	13	21	18	77	0	3	2	0	2	7
<i>M. phaseolina</i>	11	34	31	28	42	146	5	8	8	9	13	43
<i>S. rolfsii</i>	7	22	2	12	15	58	2	1	2	1	8	14
Total	561						114					

D1=120, D2=160, D3=200, D4=240 e D5 = 280 mil plantas ha⁻¹; T= Total

Pedrosa e Teliz (1992) evidenciaram a ação sinérgica entre esses dois patógenos ao constatarem, em solo estéril, que isolados de *R. solani* e de *F. solani* f. sp. *phaseoli* causaram 25% e 8% de morte pré-emergente, respectivamente, quando infestados separadamente. Quando infestados conjuntamente, apresentaram efeito sinérgico, causando 67% de morte. Os autores observaram ainda que isolados de *R. solani* e de *F. solani* f. sp. *phaseoli* causaram 83% e 0% de morte pós-emergente. Porém, quando infestados conjuntamente, esses patógenos causaram 50% de morte, sugerindo que *Rhizoctonia solani* estimula a expressão dos sintomas de *F. solani* f. sp. *phaseoli* e que este fungo inibe os sintomas de *R. solani*.

A prevalência de *Fusarium* spp. no SPD, quando comparado ao SPC, foi também verificada por Toledo-Sousa et al. (2008), que constatarem um aumento significativo da população de *Fusarium* spp. no solo, após a adoção do plantio direto. Casa et al. (2011) observaram a maior frequência dos fungos *Fusarium* spp. *M. phaseolina* e *R. solani* no SPD em feijão-comum, e a prevalência de *Fusarium* alternava com *M. phaseolina*, confirmando, em parte, os dados deste trabalho.

Os fungos identificados são habitantes naturais do solo, que formam estruturas de resistência, dificilmente eliminados pela rotação de culturas (Casa et al., 2011). Uma vez introduzidos numa área de plantio, são praticamente impossíveis de eliminar (Wheeler; Rush, 2001).

Conforme Tomita et al. (1996), o SPD pode provocar a compactação do solo, aumentando a sua densidade. Esses fatores físicos associados a fatores climáticos, como altas temperatura e umidade, favorecem o desenvolvimento dos fitopatógenos, assim como lhes permitem continuar seus ciclos biológicos por meio de propágulos remanescentes (Michereff, 2005).

Nas condições em que este trabalho foi conduzido, considerando os resultados obtidos, seria recomendada a adoção de medidas para mitigar os danos causados pelas podridões de raiz/caule do feijão-caupi, entre as quais, destacam-se pousio de uma estação de cultivo, seguida de aração profunda e gradagem niveladora; semeadura de espécies como milho ou sorgo forrageiro para formação de um novo ciclo de palhada; correção do solo, visando elevação do pH; utilização de sementes sadias certificadas e tratadas; adoção de cultivares resistentes, quando houver disponibilidade; e rotação de culturas (Reis; Casa, 2000).

Conclusões

A incidência de podridões de raiz e de caule em plantas de feijão-caupi cultivar BRS Tumucumaque é influenciada pelo sistema de manejo do solo.

O sistema de plantio direto favorece maior incidência das podridões de raiz e caule.

Os patógenos mais favorecidos pelo SPD são *Fusarium* spp. *M. phaseolina* e *Pythium* spp.

Referências

- ARATANI, R. G.; FREDDI, O. da S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho Acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 677-687, maio 2009.
- ASSIS, R. L. de; LANÇAS, K. P. Agregação de um Nitossolo Vermelho Distroférrico sob sistemas de plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 58-66, 2010.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. dos. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. Cap. 12, p. 461-484.
- BARRETO, R. C.; MADARI, B. E.; MADDOCK, J. E. L.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; FRANCHINI, J.; COSTA, A. R. The impact of soil management on aggregation, carbon stabilization and carbon loss as CO₂ in the surface layer of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 132, n. 3-4, p. 243-251, Aug. 2009.
- BASTOS, E. A. (Ed.). **Cultivo de feijão-caupi**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Versão eletrônica. (Embrapa Meio-Norte. Sistema de produção, 2; Embrapa Amazônia Ocidental. Sistema de produção, 2; Embrapa Agrobiologia. Sistema de produção, 4). Disponível em: < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoofd=9109&p_r_p_-996514994_topicold=10505>. Acesso em: 6 fev. 2018.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Manejo de fitopatossistemas: conceitos básicos. In: BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. p. 189-225.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 155-163, fev. 2004.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Doenças do feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 333-349. Título do v. 2: Doenças das plantas cultivadas.
- CASA, R. T.; KRIEGER, I.; KUHNEM JUNIOR, P. R.; BOGO, A.; MOREIRA, E. N.; RIZZI, F. P. Podridão radicular em feijão no sistema plantio direto. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 1, p. 37-43, 2011.

COSTAMILAN, L. M. **O sistema plantio direto e as doenças de soja e de feijão na região sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 9 p. html. 21 ilustr. Publicação Online. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 1). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do01.htm>. Acesso em: 6 fev. 2017.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados de conjuntura da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (1985 a 2017)**. Santo Antônio de Goiás, 2018. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 6 out. 2018.

FREIRE FILHO, F. R. (Ed.). **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

HALL, R. **Compendium of bean diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1994. 73 p.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; PERUCH, L. A. M.; MENEZES, M. Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Universidade Federal e Rural de Pernambuco, 2005. p. 1-18.

PEDROSA, A.; TELIZ, D. Patogenicidad relativa de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp. y *Macrophomina phaseolina* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 10, n. 2, p. 134-138, 1992.

REIS, E. F. dos; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; OLIVEIRA, E. B. de; RUARO, L. Podridão vermelha da raiz da soja em cultivos com diferentes sistemas de manejo e coberturas do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 528-533, abr. 2012.

REIS, E. M.; BEZERRA, R.; SCHEER, O.; MORAES, N. L. M.; CARDOSO, C. A. Manejo das podridões radiculares. In: REIS, E. M. (Ed.). **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. p. 115-122. (Série técnica, v. 1).

REIS, E. M.; CASA, R. T. Controle de doenças fúngicas na cultura do milho em plantio direto no sul do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO, 2000, Passo Fundo. **Resumo de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2000. p. 62-71.

REIS, E. M.; CASA, T. R.; HOFFMANN, L. L. Controle cultural de doenças radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Universidade Federal e Rural de Pernambuco, 2005. p. 279-301.

REIS, E. M.; SEGALIN, M.; MORAES, N. L.; GHISSI, V. C. Effects of crop rotation on root rot incidence and on soybean grain yield. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 9-15, 2014.

RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, I. R.; DANTAS, J. S.; SILVA, C. V.; SILVA, G. B.; AZEVEDO, J. R. Variabilidade espacial de atributos físicos de solo coeso sob sistemas de manejo convencional e de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1699-1702, set. 2016.

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

TOLEDO-SOUZA, E. D. de; LOBO JÚNIOR, M.; SILVEIRA, P. M. da; CAFÉ FILHO, A. C. Interações entre *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 13-17, 2009.

TOLEDO-SOUZA, E. D. de; SILVEIRA, P. M. da; LOBO JUNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 971-978, ago. 2008.

TOMITA, C. K.; CAETANO, J. O.; CAFÉ-FILHO, A. C. Dano associado ao gênero *Fusarium* como patógeno radicular das culturas de feijão e soja nos Cerrados. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: anais...** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 263-267.

WHEELER, T.; RUSH, C. M. Soilborne diseases. In: MALOY, O. C.; MURRAY, T. D. (Ed.). **Encyclopedia of plant pathology**. New York. John Wiley & Sons, 2001. p. 935-947.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 585-595, 2000.

Embrapa

Meio-Norte

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 14471