

Boa Vista, RR / Outubro, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi à *Rhizoctonia solani*

Daniel Augusto Schurt⁽¹⁾, Natália Vieira de Sousa⁽²⁾, Yngrid Emilly Barbosa Silva⁽³⁾ e Jaíne Furtado de Sousa⁽⁴⁾⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.⁽²⁾ Engenheira Agrônoma, Estudante de mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Roraima, bolsista na Embrapa Roraima, Boa Vista, RR. ⁽³⁾ Estudante de graduação do Instituto Federal de Roraima, bolsista na Embrapa Roraima, Boa Vista, RR. ⁽⁴⁾ Estudante de graduação da Universidade Federal de Roraima, bolsista na Embrapa Roraima, Boa Vista, RR.

Resumo – A mela, causada pelo fungo *Thanatephorus cucumeris* (anamorfo *Rhizoctonia solani*), é uma das principais doenças que afetam o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de 20 genótipos de feijão-caupi ao fungo *R. solani* AG-1 IF. Foram quantificados a Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença (AACPD) e o Índice de Doença (ID). Os genótipos, BRS Marataoã e MNC11-1019E-46, apresentaram maiores valores de AACPD, exibindo menor resistência ao progresso da doença. Por outro lado, os genótipos MNC11-1018E-17, MNC11-1026E-15, MNC11-1013E-35, MNC11=1052E-3, MNC11-1031E-5, MNC11-1019E-12, MNC11-1031E-11 e MNC11-1019E-8, apresentaram menores valores de AACPD e maior resistência ao patógeno, sem diferença significativa no progresso da doença ao longo do tempo. Os genótipos MNC11-1018E-17, MNC11-1013E-35, MNC11-1026E-15, MNC11=1052E-3, MNC11-1031E-5, MNC11-1031E-11 e MNC11-1019E-12 apresentaram IDs reduzidos, refletindo em menor expressão das condições patológicas. Enquanto que, os genótipos MNC11-1022E-58, BRS Rouxinol, MNC11-1013E-16, BRS Marataoã e MNC11-1019E-46 apresentaram IDs mais elevados, denotando progresso acentuado das condições patológicas e, conseqüentemente, maior suscetibilidade ao patógeno. Os dados obtidos indicam que os genótipos MNC11-1018E-17, MNC11-1013E-35, MNC11-1023E-15, MNC11-1031E-5 e MNC11-1052E-3 expressaram maior resistência e potencial para reduzir a incidência da doença ao longo do tempo.

Palavra-chave: Mela, *Vigna unguiculata*, *Thanatephorus cucumeris*.

Evolution of cowpea genotypes resistance to *Rhizoctonia solani*

Abstract – Web-blight, caused by the fungus *Thanatephorus cucumeris* (anamorph *Rhizoctonia solani*), is one of the primary diseases affecting cowpea (*Vigna unguiculata*). This study aimed to evaluate the resistance of 20 cowpea genotypes to the fungus *R. solani* AG-1 IF. We quantified the Area Under the Disease Progress Curve (AACPD) and the Disease Index (DI). Among the genotypes, BRS Marataoã and MNC11-1019E-46, exhibited higher

Embrapa Roraima
Avenida Brasil, 3911 - Distrito Industrial Gov. Aquilino Mota Duarte, CEP: 69.315-292, Boa Vista, RR
<https://www.embrapa.br/roraima>
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente
Amaury Burlamaqui Bendahan

Secretário-executivo
Karine Dias Batista

Membros
Antônio Carlos Centeno Cordeiro
Cássia Ângela Pedrozo
Wellington Costa Rodrigues do Ó
Edmilson Evangelista da Silva
Jane Maria Franco de Oliveira
Jeana Garcia Beltrão Macieira
Wilyam Stern Porto

Normalização Bibliográfica
Jeana Garcia Beltrão Macieira

Revisão editorial
Jeana Garcia Beltrão Macieira

Revisão de texto
Edmilson Evangelista da Silva

Projeto gráfico da coleção
Leandro Souza Fazio

Editoração eletrônica
Fernando Santos De Barros

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

AACPD values, indicating less resistance to disease progression. Conversely, the genotypes MNC11-1018E-17, MNC11-1026E-15, MNC11-1013E-35, MNC11=1052E-3, MNC11-1031E-5, MNC11-1019E-12, MNC11-1031E-11 and MNC11-1019E-8, showed lower AACPD values, suggesting greater resistance to the pathogen. Interestingly, there was no significant difference in disease progression over time for these genotypes. Furthermore, the genotypes MNC11-1018E-17, MNC11-1013E-35, MNC11-1026E-15, MNC11=1052E-3, MNC11-1031E-5, MNC11-1031E-11 and MNC11-1019E-12 exhibited reduced Disease Indices (IDs), indicating a lower expression of pathological conditions. In contrast, genotypes such as MNC11-1022E-58, BRS Rouxinol, MNC11-1013E-16, BRS Marataoã and MNC11-1019E-46 had higher IDs, signifying a marked progression of pathological conditions and greater susceptibility to the pathogen. The data obtained suggest that genotypes MNC11-1018E-17, MNC11-1013E-35, MNC11-1023E-15, MNC11-1031E-5 and MNC11-1052E-3 expressed greater resistance and have the potential to reduce disease incidence over time.

Keywords: Web-Blight, *Vigna unguiculata*, *Thanatephorus cucumeris*.

Introdução

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma leguminosa de alta importância econômica e muito importante na alimentação humana por ser fonte de proteína, energia, fibras e minerais, além de gerar empregos e renda para as populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil (Lima-Primo et al., 2019; Ferreira et al., 2021).

No Brasil os maiores cultivos de feijão-caupi encontram-se nas regiões Norte e Nordeste, devido a sua adaptação aos climas tropicais e subtropicais do mundo (Torres, 2019). Na região Norte o cultivo de feijão-caupi tem se expandido e atingido 83,6 mil ha de área plantada, com produtividade média de 986 kg ha⁻¹ de grãos (Conab, 2023).

No estado de Roraima seu cultivo representa papel importante, tanto na subsistência dos agricultores familiares, como na produção comercial. É produzido como cultura principal e também na safriinha (Nechet, 2007). Entretanto, há escassez de informações sobre a cultura em Roraima, suscitando dúvidas sobre as condições de cultivo e manejo da leguminosa, bem como a sua importância para os agricultores.

Na região o feijão-caupi é cultivado, principalmente, nas condições de cerrado, no final do período chuvoso, com frequente ocorrência de “mela”, doença causada pelo fungo *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn (Sousa et al., 2017). Pode ocorrer em todo ciclo da cultura, podendo afetar toda a planta, causando a queima nas folhas, que progride para necrose, que em estágio avançado apresentam aparência “melada”, reduzindo a área fotossintética das folhas, culminando com o tombamento e morte das plantas (Athayde Sobrinho, 2016).

Na região Norte o clima tropical é caracterizado por altas temperaturas, umidade constante e chuvas intensas ao longo da maior parte do ano; condições propícias para o desenvolvimento do patógeno, causando prejuízos consideráveis à cultura. Nechet e Halfeld-Vieira (2007) e Benchimol et al. (2021) relatam que genótipos de feijão-caupi de porte ereto cultivados em Roraima podem sofrer até 80% de taxa de desfolha devido a ação do *R. solani*, tornando a produção inviável.

O fungo sobrevive no solo como saprófita, e em condições ambientais adversas produz estruturas de resistências, denominadas escleródios e altamente severo afetando grande número de espécies hospedeiras, cultivados ou não (Nechet; Halfeld-Vieira, 2006a; Righini et al., 2021; González-Hernández et al., 2022).

Para controlar a mela recomenda-se várias práticas culturais, como evitar o cultivo em regiões propensas a altos níveis de umidade, eliminar os resíduos das colheitas anteriores, com a aplicação de fungicidas, para minimizar sua incidência e diminuir danos na produção (Nechet; Halfeld-Vieira, 2007; Athayde Sobrinho, 2016; Bellé; Fontana, 2018).

No entanto, o uso de fungicidas para controlar o patógeno enfrenta restrições. Portanto, é crucial buscar novas abordagens de controle de doenças, que sejam ambientalmente sustentáveis, e que preservem o rendimento e a qualidade das culturas (González-Hernández et al., 2022).

O plantio de cultivares resistentes é o principal método de controle da doença, pois é uma opção técnica, ecológica e economicamente viável para os produtores, como demonstraram as pesquisas realizadas com cultivares de feijão-caupi de porte ereto resistentes à mela (Nechet; Halfeld-Vieira, 2006a, 2007; Benchimol et al., 2021).

Neste sentido, objetivou-se nesse trabalho avaliar a resistência de genótipos de feijão-caupi, inoculados com o fungo *R. solani* AG1-IF.

Diante do exposto, esta publicação está alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) contidos na Agenda 2030, proposta pela

Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil é signatário e contribuirá para o alcance do seguinte ODS: ODS 2 (Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável).

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no setor de Fitopatologia da Embrapa Roraima, situada no km 8 da rodovia BR 174, Distrito Industrial, Boa Vista, Roraima. Em condições de casa de vegetação, em julho de 2019, foi avaliada a resistência de 20 genótipos de feijão-caupi ao patógeno *R. solani* AG1-IF (Tabela 1). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições.

Tabela 1. Códigos dos genótipos e cultivares de feijão-caupi, utilizados no experimento.

Tratamentos	Códigos dos genótipos e cultivares
1	MNC11-1013E-33
2	MNC11-1013E-16
3	MNC11-1013E-15
4	MNC11-1013E-35
5	MNC11-1018E-17
6	MNC11-1019E-8
7	MNC11-1019E-12
8	MNC11-1019E-46
9	MNC11-1020E-17
10	MNC11-1022E-58
11	MNC11-1024E-1
12	MNC11-1026E-15
13	MNC11-1026E-19
14	MNC11-1031E-5
15	MNC11-1031E-11
16	MNC11-1034E-2
17	MNC11-1052E-3
18	BRS Pajeú
19	BRS Marataoã
20	BRS Rouxinol

Duas sementes de cada genótipo foram semeadas em cada tubete, contendo 300 gramas de substrato composto por solo de textura argilosa, compostagem de restos vegetais, areia, esterco bovino, palha de arroz carbonizada, calcário, cloreto

de potássio, superfosfato simples e o micronutriente FTE BR-12. A adubação seguiu a recomendação para cultura do feijão-caupi em Roraima (Oliveira Júnior et al., 2002).

Foi inoculado o fungo *R. solani* AG-1 IF pertencente à coleção da Embrapa Roraima, conservado in vitro com sílica-gel e em grão de arroz (Dhingra; Sinclair, 1995), repicado para meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA). Após a obtenção do isolado puro, para multiplicação do inóculo, quatro discos de micélio do fungo foram transferidos para *Erlenmeyer* contendo meio de cultura Líquido Batata-dextrose (BD).

Quinze dias após a semeadura, procedeu-se à inoculação nas folhas, utilizando uma suspensão de fragmentos de hifas do fungo *R. solani*, na concentração de 5×10^5 fragmentos mL⁻¹. A inoculação foi efetuada sobre toda a superfície foliar até atingir o ponto de escorrimento, com o auxílio de um borrifador manual. A seguir as plantas foram removidas da casa de vegetação para uma câmara úmida, com controle de temperatura a 28 °C e irrigação.

As avaliações foram realizadas nos intervalos de 24h, 48h, 72h, 96h e 120h após a inoculação, com base na escala de 0 a 5 descrita por Harville et al. (1996), que classifica a condição da planta conforme o nível de dano ocasionado pelo fungo, sendo 0 = planta sem sintomas, 1 = <5% de dano, 2 = 6% a 10% de dano, 3 = 11% a 30% de dano, 4 = 31% a 50% de dano e 5 = >50% de dano.

Foram calculados a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) (Campbell; Madden, 1990) e o Índice de Doença (ID) (Mckinney, 1923). As médias da AACPD e do ID foram submetidas à análise de variância pelo teste de F e comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando o pacote 'ExpDes.pt' do RStudio versão 1.2.2 (Ferreira et al., 2014).

Resultados e discussão

Os valores apresentados na AACPD para os 20 genótipos de feijão-caupi mostram a resposta das plantas ao patógeno, em relação à importância da doença. É um parâmetro que reflete o grau de infecção e progresso da doença nas plantas. Os resultados AACPD indicam diferenças estatísticas significativas em relação à resistência dos genótipos ao patógeno (Tabela 2).

Os genótipos com valores menores de AACPD sugerem menor progressão da doença ao longo do tempo e maior resistência ao *R. solani*. Por outro lado, genótipos com valores maiores de AACPD, como BRS Marataoã e MNC11-1019E-46,

Tabela 2. Análise de variância para a variável AACPD total de 20 genótipos de feijão-caupi.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	19	20363345	1071755	5,24	0,000272
Resíduo	20	4089709	204485		
Total	39	24453054			

CV = 12,9%

mostraram menor resistência ao desenvolvimento da doença (Figura 1).

Os genótipos MNC11-1018E-17, MNC11-1026E-15, MNC11-1013E-35, MNC11=1052E-3, MNC11-1031E-5, MNC11-1019E-12, MNC11-1031E-11 e MNC11-1019E-8, com valores menores de AACPD denotando resistência ao patógeno, sem diferença significativa no progresso da doença ao longo do tempo (Figura 1). Os demais genótipos exibiram uma eficácia intermediária na redução das lesões causadas pelo fungo. Seguindo essa linha, estudo anterior realizado por Nechet e Halfeld-Vieira (2007) mostraram efeitos semelhantes em condição de campo na AACPD de genótipos de feijão-caupi inoculados com *R. solani*, apresentando resistência à doença para a maioria dos genótipos testados.

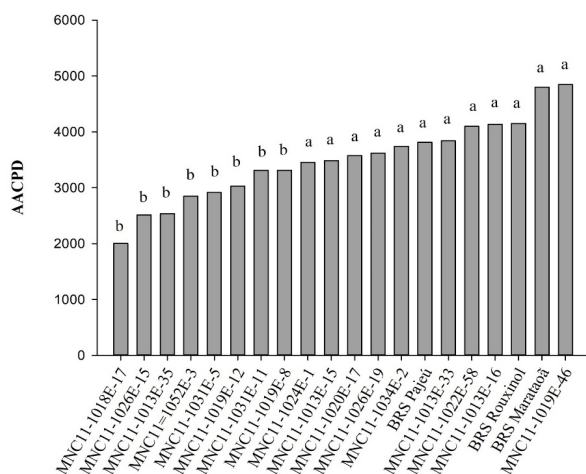


Figura 1. Área Abaixo da Curva do Progresso da Doença de 20 genótipos de feijão-caupi aos seis dias após a inoculação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Esses resultados, ressaltam a importância do melhoramento genético visando cultivares mais resilientes e enfatiza a relevância da diversidade genética no estudo da resistência de plantas a doenças. Estudos de reação de genótipos de feijão-caupi para resistência aos patógenos *M. phaseolina* (Athayde

Sobrinho, 2004; Lima et al., 2012) e *T. cucumeris* (Nechet et al., 2006b; Nechet; Halfeld-Vieira, 2007), enfatizam a necessidade de recombinação de genótipos resistentes e potenciais fontes promissoras para estudo e obtenção de progênies com bom nível de resistência a esses patógenos. Bellé e Fontana (2018) enfatizam a utilização de cultivares resistentes, como a principal abordagem de manejo durante o planejamento de uma lavoura devido à sua viabilidade econômica, recomendando assim, a seleção de sementes com amplo espectro de resistência. Ademais, a associação entre valores de AACPD e resistência sugere o potencial na seleção de genótipos com foco na capacidade resiliente entre hospedeiro e patógeno, para melhorar a resistência das culturas. Essas abordagens promissoras podem impulsionar a sustentabilidade e potencial agrícola do feijão-caupi no futuro.

Por outro lado, ao analisar o ID, que quantifica a gravidade de uma condição patológica em uma planta, observa-se que seu cálculo envolve a relação entre os pontos com doença e a área de superfície da planta. A escala de severidade de doença varia para cada doença específica, comumente fundamentada na intensidade dos sintomas. Um ID reduzido denota redução na intensidade da doença e resistência da planta ao patógeno, enquanto um ID elevado indica a maior severidade da doença e suscetibilidade da planta ao patógeno.

Neste estudo os genótipos apresentaram variações nos valores do ID, evidenciando que apresentam diferentes níveis de resistência ao patógeno. Alguns genótipos apresentam ID reduzido, associado a menor progresso da doença, enquanto outros exibem ID mais elevado, indicativo de progresso maior da doença. A análise de variância (ANOVA) apresentou diferença estatisticamente significativa (Tabela 3).

Na Figura 2 são apresentados os diferentes IDs entre os genótipos avaliados. Os genótipos com IDs mais baixos demonstram resistência acentuada ao patógeno, evidenciando menor gravidade das manifestações patológicas. Em contrapartida, genótipos

Tabela 3. Análise de variância da variável Índice de doença total (ID)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	19	69605	3663,4	5,28	0,000258
Resíduo	20	13875	693,8		
Total	39	83480			

CV = 11,6%

com IDs mais elevados indicam menor resistência, com sintomas mais acentuados e maior suscetibilidade ao patógeno. Essa relação, entre os valores de ID e a resposta dos genótipos frente ao patógeno, é fundamental para a compreensão da variabilidade genética e potencial de resistência.

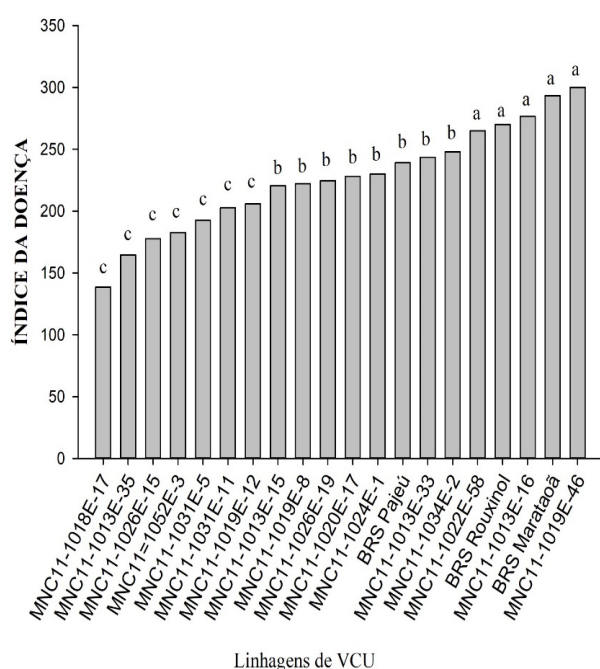


Figura 2. Índice da doença (ID) de 20 genótipos de feijão-caupi, aos seis dias após a inoculação. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os genótipos MNC11-1018E-17, MNC11-1013E-35, MNC11-1026E-15, MNC11=1052E-3, MNC11-1031E-5, MNC11-1031E-11 e MNC11-1019E-12 evidenciam IDs reduzidos, refletindo menor expressão das condições patológicas. Esses dados ressaltam a importância da resistência genética como estratégia promissora no controle das doenças em contextos agrícolas, além de que, a implementação de medidas isoladas para o manejo da doença não tem apresentado resultados satisfatórios, indicando que a abordagem mais eficaz envolve a adoção de um conjunto de estratégias para minimizar a ação do patógeno (Benchimol et al., 2021).

Ao identificar e selecionar populações segregantes de genótipos de feijão-caupi resistentes a *M. phaseolina* e *T. cucumeris* por meio de análise dialélica, Lima et al. (2017) observaram que as combinações com BR14-Mulato x MNC02-675F-4-10, BRS Tumucumaque x IT98K-1092-1, BRS Tumucumaque x MNC02-675F-4-10, BRS Tumucumaque x MNC02-675F-9-2, BRS Guariba x IT98K-1092-1, BRS Guariba x MNC02-675F-4-9 e BRS Guariba x MNC02-675F-4-10 destacaram-se ao apresentar alto potencial para o desenvolvimento de variedades resistentes tanto para *M. phaseolina* como para *T. cucumeris* no feijão-caupi, revelando um potencial considerável para o plantio de cultivares resistentes.

Elaborar metodologias que incluam cultivares resistentes nos sistemas de cultivo como parte integrante de manejo é crucial. Isso favorece significativamente a redução da concentração de inóculo do patógeno, aprimora a eficácia no controle das doenças e limita a capacidade de adaptação dos patógenos para superar a resistência das plantas (Bellé; Fontana, 2018). No âmbito do programa de melhoramento do feijão-caupi, a resposta às doenças é um dos critérios avaliados durante o processo de seleção de cultivares, o que destaca a importância de identificar e utilizar genótipos resistentes em programas de melhoramento genético, aproveitando-os como fonte de genes de resistência (Nechet; Halfeld-Vieira, 2007).

Em contraste, os genótipos MNC11-1022E-58, BRS Rouxinol, MNC11-1013E-16, BRS Marataoã e MNC11-1019E-46 apresentaram ID mais elevado, denotando progresso acentuado das condições patológicas e, conseqüentemente, suscetibilidade ao patógeno. O grau de resistência genética pode ser influenciado por vários mecanismos, que englobam desde respostas de defesa até processos de sinalização de fitohormônios e regulação gênica. É plausível que essas respostas estejam conectadas às características manifestadas por esses genótipos frente ao patógeno.

A análise comparativa entre os genótipos avaliados evidenciam diferentes níveis de resistência ao patógeno e resalta o papel crucial da resistência genética como ferramenta principal para gestão

sustentável de doenças vegetais, além da importância dos estudos desses genótipos para as condições locais, corroborando com Marinho et al. (2021) onde destacam a relevância da escolha e aplicação de linhagens e variedades de feijão-caupi que demonstrem, principalmente, desempenho agrônomico favorável às condições ambientais específicas da região.

A conjugação de estratégias no campo do melhoramento genético, incluindo a identificação de cultivares resistentes, a compreensão dos controles de resistência e a aplicação de seleção assistida por marcadores, emerge como uma contribuição significativa para enfrentar os desafios fitossanitários. De acordo com Nechet e Halfeld-Vieira (2006b, 2007) uma das abordagens mais eficazes para controlar a mela envolve a utilização de variedades de plantas resistentes à doença. Além disso, tais abordagens encorajam a busca pela segurança alimentar em um cenário agrícola sempre em transformação.

Conclusões

Os sintomas da mela, em todos os genótipos testados, se manifestaram até 24 horas após a inoculação.

O genótipo MNC11-1018E-17 demonstrou maior resistência, assim como os genótipos MNC11-1013E-35, MNC11-1023E-15, MNC11-1031E-5 e MNC11-1052E-3, indicando potencial promissor na redução da incidência da doença ao longo do tempo.

Os genótipos MNC11-1019E-46 e BRS Marataoã apresentaram maior AACPD, sugerindo serem mais suscetíveis à infecção por *R. solani* AG - 1 IF.

Os resultados obtidos são importantes para futuros programas de melhoramento genético e para o desenvolvimento de estratégias de manejo da mela no cultivo de feijão-caupi.

Agradecimentos:

À Embrapa Roraima, CNPq, CAPES, IFRR e UFRR, pelo apoio. Um agradecimento especial ao técnico da Embrapa Roraima Eng. Agrônomo Giovanni Ribeiro de Souza.

Referências

ATHAYDE SOBRINHO, C. **Patossistema caupi x Macrophomina phaseolina: método de detecção em sementes, esporulação e controle do patógeno**. 2004. 164 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

ATHAYDE SOBRINHO, C. Principais doenças do feijão-caupi no Brasil. In: BASTOS, E. A. (Coord.). **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016. p. 44-66. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1065591>. Acesso em: 27 jul. 2023.

BELLÉ, R.; FONTANA, D. C. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, 2018. DOI: 10.18677/EnciBio_2018B65

BENCHIMOL, R. G.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMES JÚNIOR, R. A.; RODRIGUES, J. E. L. F.; SILVA, C. M.; CARDOSO, R. S.; ROSÁRIO, R. G. **Doenças fúngicas do feijão-caupi no estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 30 p. il. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 51).

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York: Wiley, 1990. 532 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 10º Levantamento - Safra 2022/23**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27 jul 2023.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Basic Plant Pathology Methods**. New York: CRC Press, 1995. 434 p.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 5 n. 19, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/am.2014.519280>. Acesso em: 27 jul. 2023.

FERREIRA, J. C. C.; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. M.; AOKI, R. B.; DIAS, F. F. Produção e conteúdo de nutrientes em *Vigna unguiculata* (L.) sob competição com plantas daninhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 97008–97027, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-149>

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A. I.; PÉREZ-SÁNCHEZ, R.; PLAZA, J.; MORALES-CORTS, M. R. Compost tea as a sustainable alternative to promote plant growth and resistance against *Rhizoctonia solani* in potato plants. **Scientia Horticulturae**, v.

300, p. 111090, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111090>

HARVILLE, B. G.; RUSSIN, J. S.; HABETZ, R. J. *Rhizoctonia* foliar blight reactions and seed yields in soybean. **Crop Science**, v. 36, n. 3, p. 563-566, 1996. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600030005x>

LIMA, L. R. L.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; NORONHA, M. D. A.; SCHURT, D. A.; ROCHA, M. D. M. Diallel crosses for resistance to *Macrophomina phaseolina* and *Thanatephorus cucumeris* on cowpea. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1-16, 2017. DOI: [10.4238/gmr16039804](https://doi.org/10.4238/gmr16039804)

LIMA, L. R. L.; SOUSA, C. M. B.; TORRES, M. H. R. M.; NORONHA, M. D. A. Reação de germoplasma de feijão-caupi de porte prostrado à *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

LIMA-PRIMO, H. E. de; HALFELD-VIEIRA, B. D. A.; NECHET, K. D. L.; DE SOUZA, G. R.; MIZUBUTI, E. S.; DE OLIVEIRA, J. R. Influence of bacterial blight on different phenological stages of cowpea. **Scientia Horticulturae**, v. 255, p. 44-51, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.012>

MARINHO, J. T. D. S., LESSA, L. S.; COSTA, C. R. Agronomic performance of cowpea genotypes in southwestern Brazilian Amazon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. e02046, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02046>

MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, p. 195-218, 1923. Disponível em: <https://handle.nal.usda.gov/10113/IND43966679>. Acesso em: 27 jul. 2023.

NECHET, K. L. **Variedades de feijão-caupi tolerantes à mela nas condições de Roraima**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/caupi/index.htm. Acesso em: 27 jul. 2023.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Doenças do feijão-caupi em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2006a. 7 p. (Embrapa Roraima. Circular

técnica, 2). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/691267/doencas-do-feijao-caupi-em-roraima>. Acesso em: 27 jul. 2023.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Severidade da mela (*Rhizoctonia solani*) em genótipos de feijão-caupi em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 374-375, 2006b.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Reação de cultivares de feijão-caupi à mela (*Rhizoctonia solani*) em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 424-428, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000500009>

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L.; MEDEIROS, R. D.; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Técnicas de manejo para o cultivo do caupi em Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2002. 18 p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 03).

RIGHINI, H.; FRANCIOSO, O.; DI FOGGIA, M.; PRODI, A.; QUINTANA, AM; ROBERTI, R. Tomato seed biopriming with water extracts from *Anabaena minutissima*, *Ecklonia maxima* and *Jania adhaerens* as a new agro-ecological option against *Rhizoctonia solani*. **Scientia Horticulturae**, v. 281, p. 1 - 10, 2021.

SOUSA, I. A. L.; BENCHIMOL, R. L.; SILVA, C. M.; SANTOS, A. K. A.; PINHEIRO, C. C.; CARVALHO, E. A. Potencial de biocontrole de *Rhizoctonia solani* do feijão-Caupi. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 1, p. 86-89, 2017.

TORRES, T. B. **Seleção, identificação e aplicação de leveduras no controle da murcha-de-fusário em *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** 2019. Dissertação (Mestrado) - fitopatologia, Programa de pós-graduação em fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.



*Ministério da
Agricultura e Pecuária*