



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

Resistência de genótipos de feijão-caupi a *Macrophomina phaseolina* e  
*Rhizoctonia solani*

Brennda Lethícia Alexandre Coelho Nery

Recife, 2024.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

Resistência de genótipos de feijão-caupi a *Macrophomina phaseolina* e  
*Rhizoctonia solani*

Relatório do Estágio Curricular Supervisionado Obrigatório

Recife, 2024.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.)] é uma espécie diploide ( $2n = 2x = 22$ ) (Agbicodo et al. 2009), pertencente à família Fabaceae, considerada uma das mais importantes leguminosas utilizadas como alimento no mundo (Santos et al., 2021). A sua importância econômica é evidenciada em muitos países africanos, na América intertropical, e no semiárido brasileiro (Rocha et al., 2021). É uma cultura rústica, muito resistente às condições de estresse abiótico, como falta de água ou calor excessivo, portanto, é comumente cultivado em regiões áridas (Manzeke et al., 2017). O caupi é uma leguminosa que faz parte da dieta do brasileiro desde meados do século XVI. Constitui um alimento de elevado valor proteico e energético, desempenhando um importante papel na segurança alimentar e nutricional de grande parte da população brasileira, principalmente das regiões Norte e Nordeste.

O Brasil está entre os três maiores produtores de feijão-caupi do mundo, com produção estimada de 701,1 mil toneladas em 2020 (CONAB, 2021). A região Nordeste é a principal produtora da espécie, no entanto, esta vem sendo cultivada em todas as regiões brasileiras (Valeriano et al., 2019; Silva et al., 2018). Pernambuco destaca-se no cenário nacional como o quinto maior produtor do grão, com produção de 46,2 toneladas (CONAB, 2021). No estado o caupi é cultivado principalmente por pequenos produtores, nos sistemas de agricultura familiar. A espécie é conhecida por vários nomes populares: feijão-fradinho, feijão-de-corda, feijão-de-praia e feijão-macassar (Dingha et al., 2021; Marinho et al., 2021; Públio Júnior et al., 2018).

É uma cultura versátil, utilizada para diversos fins: feijão verde (vagens e grãos), grão secos e sementes (Sousa et al., 2015), farinha para acarajé, além de ser utilizada as folhas jovens e frutos imaturos em vários países (Boukar et al., 2016; Dube e Fanadzo, 2013). Possui alto teor de proteína e carboidratos, apresentando teores elevados de fibra, vitaminas (tiamina, niacina, riboflavina, piridoxina e folacina), minerais (fósforo, ferro, potássio, magnésio, zinco e manganês), baixas quantidades de lipídios, além de todos os oito aminoácidos essenciais (treonina, valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, lisina, triptofano), superando as propriedades nutritivas do feijão comum (Freire Filho, 2011).

As doenças estão entre os mais importantes fatores limitantes à produção do feijão-caupi, sendo responsáveis por perdas qualitativas e quantitativas (Rios, 1988). O feijão-caupi é hospedeiro de diversos agentes patogênicos como fungos, bactérias, vírus e nematoides, além disso, os fatores abióticos como a umidade e temperatura contribuem para o estabelecimento de patógenos (Bianchini et al., 2005). As doenças causadas por fungos de solo são de difícil controle, por apresentam estruturas de resistência, que os ajudam a sobreviver no solo por vários anos (Sartorato et al., 2006). Destacando-se entre as mais relevantes para a cultura estão a podridão cinzenta do caule e a mela, causadas pelos fungos *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid e a *Rhizoctonia solani* Kühn, respectivamente.

A *Macrophomina phaseolina*, é um fungo de solo que se favorece de baixas umidades e altas temperaturas, doença importante para a cultura do feijão-caupi no semiárido nordestino (Sales Júnior et al., 2020). A doença pode ocorrer em todos os estádios de desenvolvimento, com manifestação de sintomas se durante todo o ciclo de desenvolvimento. A podridão cinzenta do caule causa danos significativos, que podem atingir a ordem de 100% no rendimento da cultura (Gomes-Silva et al., 2017). Possui uma vasta lista de hospedeiros incluindo plantas daninhas, e causa sintomas como a formação cancrs pretos deprimidos, com margens bem definidas podendo rodear completamente o caule, amarelecimento e murcha completa da planta, podendo haver tombamento na altura da lesão, podridão em plântulas e morte de tecidos em plantas adultas (Wendland et al., 2018).

O *Rhizoctonia solani*, causador da rhizoctoniose no caupi, é um patógeno de solo geneticamente heterogêneo, com ampla gama de hospedeiros, grande capacidade competitiva saprofítica e que sobrevive colonizando restos de cultura ou mediante estruturas de resistência (Cubeta; Vilgalys, 1997). Os sintomas da mela manifestam-se, inicialmente, nas folhas próximas ao solo, com manchas irregulares e posterior necrose, tombamento, cancro do talo, podridão de raízes e colo, podridão de vagens, atraso na emergência e no desenvolvimento da planta no campo (Tolêdo- Souza et al., 2009). A presença de teia micélica do patógeno na face abaxial das folhas atacadas, é considerado principal indicador da doença (Nechet; Halfeld-Vieira, 2006).

Na literatura, as principais medidas de controle recomendadas para a podridão cinzenta do caule e a mela do feijão-caupi são evitar o plantio em áreas sujeitas a elevada umidade e a eliminação dos restos de cultura (Athayde Sobrinho et al., 2016) e controle químico. O uso de cultivares resistentes representa uma medida de controle potencial para as doenças, principalmente, por ser uma opção econômica para os produtores, devido a redução no uso de defensivos agrícolas, diminuindo riscos ao ambiente (Sartorato et. al, 2006).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral:**

Testar genótipos de feijão-caupi do banco de sementes do Instituto Agronômico de Pernambuco, afim de identificar variedades resistentes as doenças Podridão cinzenta do caule e Mela, causadas pelos fungos *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*, respectivamente, com vistas a dar suporte ao Programa de Melhoramento de Feijão da UFRPE e IPA.

### **2.2 Específicos:**

Avaliar *in vivo* a resistência de genótipos de *Vigna unguiculata* para isolados da *Macrophomina phaseolina*;

Avaliar *in vivo* a resistência de genótipos de *Vigna unguiculata* para isolados de *Rhizoctonia solani*;

Suporte aos programas de melhoramento de feijão-caupi da UFRPE e IPA e ao Programa de Melhoramento da Universidade Federal Rural de Pernambuco, através do desenvolvimento de cultivares resistentes à *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*.

## **3. METODOLOGIA**

O estudo foi estabelecido em dois momentos, podendo ser considerado dois experimentos distintos. Experimento 1: análise da resistência de genótipos de feijão-caupi a *M. phaseolina*; Experimento 2: análise da resistência de genótipos de feijão-caupi a *R. solani*.

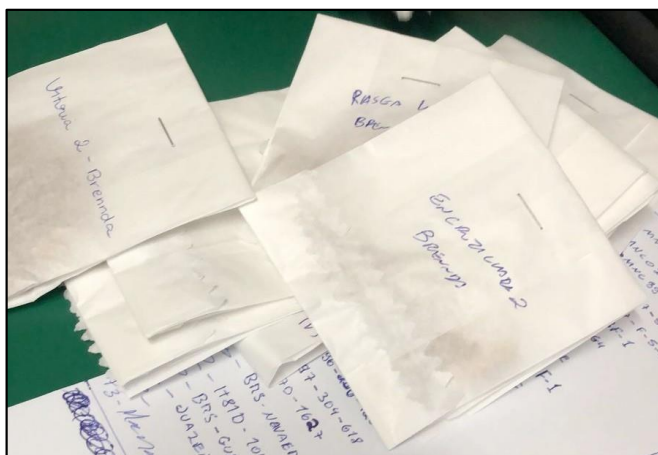
### **3.1 Local de desenvolvimento experimental:**

O estudo foi conduzido nas dependências do Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA (Sede), Recife, em Casa de Vegetação e Laboratório de Cultura de tecidos e Controle Biológico (8°04'03" S e 34°55'00" W, a 10m de altitude). O solo da região é classificado como Espodossolo cárbico hidromórfico (Ekg), e o clima, conforme a classificação de Köppen (Kottek et al., 2006), é do tipo As, clima quente e úmido, com precipitação anual total média de 1.200mm e temperatura média anual de 25,8°C.

### 3.2 Genótipos:

No primeiro experimento foi avaliada a resistência dos isolados de *M. phaseolina*, 20 genótipos de feijão-caupi coletados no Estado de Pernambuco e identificados pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA (Figura 1). São eles [Nome vulgar]: Barbalha 1, Bastião vitória, Bola de coco, Buíque 1, Canapuzinho, Caupi preto, Cavaleiro 3, Cavaleiro 5, Corujinha, Costela de vaca, Encruzilhada 2, Enrica pobre, Mauá, Rajado, Rasga letra, Sempre verde, Sempre verde Ibimirim, Sopinha, Tucuriú 1, Vitória 2.

No segundo experimento foi avaliada a resistência dos isolados de *R. solani*, foram selecionados 20 genótipos. São eles [Nome vulgar]: Barbalha 1, Bola de coco, Canapu- PF, Canapuzinho, Cavaleiro 3, Cavaleiro 10, Cavaleiro 11, Cavaleiro 19, Cavaleiro 21, Coruja- RN, Corujinha, Costela de vaca, Esperança, Pingo de Ouro, Rajado, Rasga letra, Sempre verde, Sopinha, Tucuriú 1, Vinagre Viçosa - MG.



**Figura 1.** Seleção de genótipos identificados pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco. Fonte: Autor.

### 3.3 Obtenção e manutenção das culturas fúngicas:

O isolado de *M. phaseolina* foi obtido a partir de cepas previamente isoladas e mantidas em placas de Petri contendo meio Batata Dextrose Ágar (BDA), no banco de fungos do Programa Feijão do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA (Sede), identificado como BSF 1.2015; posteriormente este isolado foi colocado para crescer em sorgo autoclavado em placas de Petri (Figura 2) postos para crescer em B.O.D. a 28°C, sob fotoperíodo de 12 horas, e após 10 dias este material foi utilizado nas covas de plantio junto as sementes.

O cultivo do fungo de *Rhizoctonia solani* ocorreu sobre meio de cultura BDA (Batata, Dextrose e Ágar) e incubadas a 20 °C ± 1 °C por 15 dias, para o crescimento da colônia. Para infestação foram retirados da colônia dois discos de micélio, por meio de canudo autoclavado em placas de Petri, procedimento de inoculação do substrato, e das sementes pelo método de contato

direto e depositados junto as sementes de feijão-caupi.



**Figura 2.** Colonização da *M. phaseolina* em Sorgo (*Sorghum bicolor*). Fonte: Autor.



**Figura 3.** Colonização da *R. Solani* e discos de micélos. Fonte: Autor.

### 3.4 Preparo do solo:

O solo utilizado foi obtido no Instituto Agronômico de Pernambuco, local em que o experimento foi montado e acompanhado. Este foi autoclavado por uma hora a 120°C, e dispostos em 100 vasos com capacidade de 3L cada.

### 3.5 Instalação do experimento em campo:

Para a instalação dos experimentos todas as sementes foram desinfetadas utilizando-se um processo de desinfestação em álcool 70° por 30 segundos, depois em solução com hipoclorito a 2%. Sendo estas imergidas por 120 segundos na solução e em seguida submetidas a três lavagens em água destilada. Posteriormente as sementes foram depositadas sobre papel filtro esterilizado para secagem a temperatura ambiente. Os 20 genótipos, representando um tratamento cada, foram distribuídos em cinco vasos, contendo quatro sementes por vaso, dos quais quatro vasos

foram destinados as repetições do tratamento com o fungo e um vaso destinado ao tratamento controle [sem inoculação do fungo].

No experimento 1, foram dispostos quatro grãos de sorgo colonizados pela *M. phaseolina* por cova, dois grãos de sorgos em baixo e dois grãos de sorgo em cima da semente do feijão, uma adaptação da metodologia descrita por García et al. (2017). Já no experimento 2, foram colocados dois discos o micélio do fungo *R. Solani*, dispostas junto as sementes de feijão-caupi, em cada cova de 2cm. Além disso, foram utilizadas testemunhas de cada cultivar sem a exposição ao fungo, visando confirmar a ocorrência da doença nos ensaios e obter a emergência de cada cultivar sem a presença do fungo.



**Figura 3.** Desinfestação das sementes dos feijões em álcool 70°, hipoclorito 2% e em água destilada esterilizada. Fonte: Autor.

**OBS.:** Interrupção – Alteração de bolsista:

A Incidência de doença foi avaliada de 5 em 5 dias após a semeadura, através da observação da existência dos sintomas da doença, utilizando a escala de notas descrita por Abawi e Pastor-Corrales (1990), com modificações, para *M. phaseolina* em que: 1: sem sintomas; 3: lesões limitadas aos cotilédones; 5: lesões progredindo dos cotilédones a 2cm do caule; 7: lesões extensivas, presença de clorose e necrose nas folhas e caule, e tombamento da planta; 9: presença de picnídeos no caule e morte das plantas, para *R. Solani* uma escala de notas desenvolvida, variando de 1 a 5, ao analisar a nota média de cada cultivar foram consideradas tolerantes em que: 1: sem sintomas; 3: pequenas lesões nas raízes e/ou no hipocótilo; 5 destruição parcial dos tecidos e sem damping-off; 7: tecidos necrosados e com *damping-off* ; 9: *Damping-off* e morte das plantas.

### 3.6 Análises estatística dos dados:

O delineamento estabelecido para os dois experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC) [ $Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$ ] com 20 tratamentos [genótipos], quatro repetições [vasos com fungo inoculado no solo] mais um controle [vaso sem inoculação do fungo no solo]. Os dados obtidos nas avaliações dos tratamentos serão submetidos a tratamento prévio para estabelecimento das médias

[ $\mu$ ] e desvio-padrão [ $\sigma$ ], identificação de *outliers* e transformação de dados [ $\sqrt{(y_i+k)}$ ]. Através da inserção das médias dentro dos intervalos das classes, esse valor foi utilizado para discriminar os genótipos em cinco classes de reação: Resistência Alta (RA), médias entre 1,0 - 3,0; Resistência média (RE), médias entre 3,1 - 5,0; Suscetibilidade Média (SM), médias entre 5,1 - 7,0; e Suscetibilidade Alta (SA), médias entre 7,1 - 9,0. A severidade das doenças serão estabelecidas segundo o índice de McKinney (1923), em que:

$$SEV (\%) = [\sum(\text{grau da escala} \times \text{frequência}) / (\text{número total de unidades} \times \text{grau máximo da escala})] \times 100.$$

Os dados de cada ensaio foram submetidos à análise de variância, através de comparação múltipla das médias será empregado teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade ( $P \leq 0,05$ ). O pacote estatístico utilizado para realização das análises será o SISVAR (Ferreira, 2008).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1 - Valores médios dos vinte genitores de feijão-caupi, para a característica severidade da *M. phaseolina*. Recife, PE, 2022.**

Genótipo	Classe da doença		Severidade (%) <sup>(3)</sup>
	Média <sup>(1)</sup>	Reação	
Canapuzinho	5.25 <sup>a(2)</sup>	SM	55,56%
Cavaleiro 3	5.87 <sup>a</sup>	SM	65,28%
Caupi preto	6.50 <sup>b</sup>	SM	72,22%
Barbalha 1	6.87 <sup>b</sup>	SM	76,39%
Corujinha	7.12 <sup>b</sup>	SA	79,17%
Sempre Verde	7.37 <sup>c</sup>	SA	81,94%
Sopinha	7.50 <sup>c</sup>	SA	83,33%
Rajado	8.00 <sup>c</sup>	SA	88,89%
Buíque 1	8.25 <sup>c</sup>	SA	91,67%
Encruzilhada 2	8.25 <sup>c</sup>	SA	91,67%
Vitória 2	8,25 <sup>c</sup>	SA	91,67%
Enrica pobre	8.37 <sup>c</sup>	SA	93,06%
Cavaleiro 5	8.50 <sup>c</sup>	SA	94,44%
Sempre Verde Ibimirim	8.62 <sup>c</sup>	SA	95,83%
Tucuruí 1	8.62 <sup>c</sup>	SA	95,83%
Bastião Vitória	9.00 <sup>c</sup>	SA	100%
Bola de coco	9.00 <sup>c</sup>	SA	100%
Costela de Vaca	9.00 <sup>c</sup>	SA	100%
Mauá	9.00 <sup>c</sup>	SA	100%
Rasga Letra	9.00 <sup>c</sup>	SA	100%
C.V %			87,99%

(1) Médias obtidas a partir de dados transformadas para  $\sqrt{x + 0,5}$ ; (2) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo método de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; (3) SEV: Severidade

Analisando-se a média dos genótipos (Tabela 1), a reação dos vinte acessos de feijão-caupi à *M. Phaseolina*, nota-se que quatro desses genótipos tiveram uma suscetibilidade moderada: Canapuzinho, Cavaleiro 3, Caupi preto e Barbalha 1, os demais não obtiveram bons

níveis de resistência.

Avaliando a reação de quarenta e quatro genótipos de feijão-caupi à *M. phaseolina*, Noronha et al. (2016), não identificaram nenhum dos genótipos como altamente resistente ao patógeno, porém tiveram sete germoplasmas, medianamente resistentes ao patógeno. No entanto, Lima et al. (2012a, 2012b), ao analisarem a reação de trinta e seis genótipos de feijão-caupi, encontraram um genótipo resistente e cinco potenciais fontes promissoras para a mesma. Esses estudos ressaltam a necessidade da obtenção de progênes com alta resistência a esse fungo.

**Tabela 2 - Valores médios dos vinte genitores de feijão-caupi, para a característica severidade da *R. solani*. Recife, PE, 2022.**

Genótipo	Classe da doença		Severidade (%) <sup>(3)</sup>
	Média <sup>(1)</sup>	Reação	
Barbalha 1	9.00a <sup>(2)</sup>	SA	100%
Bola de coco	9.00a	SA	100%
Canapu-PF	9.00a	SA	100%
Canapuzinho	9.00a	SA	100%
Cavaleiro 3	9.00a	SA	100%
Cavaleiro 10	9.00a	SA	100%
Cavaleiro 11	9.00a	SA	100%
Cavaleiro 19	9.00a	SA	100%
Cavaleiro 21	9.00a	SA	100%
Coruja-RN	9.00a	SA	100%
Corujinha	9.00a	SA	100%
Costela de Vaca	9.00a	SA	100%
Esperança	9.00a	SA	100%
Pingo de Ouro	9.00a	SA	100%
Rajado	9.00a	SA	100%
Rasga Letra	9.00a	SA	100%
Sempre Verde	9.00a	SA	100%
Sopinha	9.00a	SA	100%
Tucuruí 1	9.00a	SA	100%
Vinagre Viçoca - MG	9.00a	SA	100%
C.V %			100%

(1) Médias obtidas a partir de dados transformadas para  $\sqrt{x + 0,5}$ ; (2) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo método de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; (3) SEV: Severidade

Verifica-se a média dos genótipos (Tabela 2), a reação dos vinte acessos de feijão-caupi à *R. Solani*, relataram que todos os isolados de *R. solani* são altamente suscetíveis, com nível de severidade da doença de 100%.

Observando a reação de vinte e dois genótipos de feijão-caupi à *R. solani*, Noronha et al. (2021), obtivera-se bons níveis de resistência, em que todos os genótipos de feijão-caupi foram altamente resistentes a *R. solani*, provavelmente devido a perda da eficiência patogênica do inóculo, obrigando-os a repetição do ensaio.

## 5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO / DIFICULDADES ENCONTRADAS

Plano de Trabalho alterado.

Atividades Desenvolvidas	2022						
	J	F	M	A	M	J	J
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	
Seleção de genótipos	X						
Isolamento e manutenção de culturas fungícas ( <i>M. phaseolina</i> )		X	X				
Escolha e preparação do solo			X	X			
Instalação de experimento em campo				X			
<b>Atividades à Desenvolver</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>
1ª avaliação da resistência dos genótipos ( <i>M. phaseolina</i> ) – 10 DAS				X			
2ª avaliação da resistência dos genótipos ( <i>M. phaseolina</i> ) – 20 DAS					X		
Isolamento e manutenção de culturas fungícas ( <i>R. solani</i> )					X	X	
Preparação do solo					X		
Instalação de experimento em campo					X		
1ª avaliação da resistência dos genótipos ( <i>R. solani</i> ) – 10 DAS					X		
2ª avaliação da resistência dos genótipos ( <i>R. solani</i> ) – 20 DAS					X		
Tabulação e análise dos dados				X	X	X	
Escrita de relatório parcial				X	X		
Escrita de relatório final						X	X

\*Justificar a não realização de atividades apresentadas no plano de trabalho.

Em virtude das orientações de não retorno das atividades presenciais dadas pelo Comitê de Prevenção ao Coronavírus (Covid-19) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por conseguinte, a impossibilidade de acesso a instituição para a instalação e desenvolvimento do experimento de campo, havendo, neste sentido, necessidade de alteração/substituição do plano de trabalho. Após discussões da equipe sobre o que realizar e qual o melhor local para desenvolvimento do estudo, definiu-se, em fevereiro de 2022, a instalação de um novo experimento na Unidade Sede do Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA. Em março - por desistência, não justificada da estudante/bolsista - foi iniciado o processo de troca da bolsista responsável. Neste sentido, o experimento foi, de fato, iniciado apenas neste mês de abril, com algumas ações já realizadas e perspectiva de fim do experimento de campo antes

da apresentação do relatório final, com vistas a atender de forma plena o cronograma de atividades previsto no plano de trabalho e período de bolsa.

## 6. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS/FINAIS

Os resultados do experimento um, evidenciou quatro genótipos: Canapuzinho, Cavaleiro 3, Caupi preto e Barbalha 1, que apresentaram promissores para o melhoramento visando à resistência a *M. Phaseolina*, que poderão ser utilizados como potenciais fontes de resistência no Programa de Melhoramento Genético de Feijão da UFRPE e IPA.

Nas condições do experimento dois que foi realizado é possível afirmar que nenhum acesso tem resistência a inoculação de *Rhizoctonia solani* na cultura do feijão-caupi, pois sofreram severidade de 100%, se faz necessário a continuidade da busca por genótipos resistentes à mela.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAWI, G. S.; PASTOR-CORRALES, M. A. **Root rots of bean in Latin America and Africa: diagnosis, research methodologies and management strategies**. Bogotá: Centro de Agricultura Tropical, 1990. 114p.
- AGBICODO, E.M.; FATOKUN, C.A.; MURANAKA, S.; VISSER, R.G.F. Breeding drought tolerant cowpea: constraints, accomplishments, and future prospects. **Euphytica**, v.167,p.353–370, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-9893-8>
- ATHAYDE SOBRINHO, C. Principais doenças do feijão-caupi no Brasil. In: BASTOS, E.A. (ed.). **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016. Cap. 3, p. 44-66.
- BIANCHINI, A.; MARINGINI, A.C.; CARNEIRO, B.S.M.T.P.G. Doenças do feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Editora Ceres, 2005. v.2, p.333-349.
- BOUKAR, O.; FATOKUN, C.A.; HUYNH, B.; ROBERTS, P.A.; CLOSE, T.J. Genomic Tools in Cowpea Breeding Programs; Status and Perspectives. **Frontiers in Plant Science**, v.3, 2016. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00757>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, Junho 2021. Brasília, Conab, v.7, p.1-69.
- CUBETA, M.A. & VILGALYS, R. Population biology of the *Rhizoctonia solani* complex. **Phytopathology**, v.87, p.80-84, 1997. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1997.87.4.480>
- DINGHA, B.N.; JACKAI, L.E.; AMOAH, B.A.; AKOTESEN-MENSAH, C. Pollinators on Cowpea *Vigna unguiculata*: Implications for intercropping to Enhance Biodiversity. **Insects**, v.12, n.1, 2021. <https://doi.org/10.3390/insects12010054>
- DUBE, E.; FANADZO, M. Maximising yield benefits from duas-purpose cowpea. **Food security**, v.5, p.769–779, 2013. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0307-3>
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.
- ACIOLY, GOUVEIA, William; ARAUJO, NORONHA, Marissônia de. Resistência de genótipos de feijão-caupi a *Rhizoctonia solani*. **Anais do X Seminário de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2021.
- AMARAL, Ana Gabriele Gurgel; ARAUJO, NORONHA, Marissônia de. Avaliação de genótipos de feijão-caupi com resistência a *Macrophomina faseolina*. **Anais do VI Seminário de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2016.

- FREIRE FILHO, F.R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. v.1. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 81p.
- GOMES-SILVA, F.; ALMEIDA, C. M. A.; SILVA, A. G.; LEÃO, M. P. C.; SILVA, K. P.; OLIVEIRA, L. G.; SILVA, M. V.; COSTA, A. F.; LIMA, V. L. M. Genetic diversity of isolates of *Macrophomina phaseolina* associated with cowpea from Brazil semi-arid region. **Journal of Agricultural Science**, v.9, n.11, p.112-116, 2017. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n11p112>
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v.15, p.259-263, 2006. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- MANZEKE, M.G.; MTAMBANENGWE, F.; NEZOMBA, H.; WATTS, M.J.; BROADLEY, M.R.; MAPFUMO, P. Zinc fertilization increases productivity and grain nutritional quality of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) under integrated soil fertility management. **Field Crops Research**. v.213, p.231-244, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.08.010>
- MARINHO, J.T.; LESSA, L.S.; COSTA, C.R. Agronomic performance of cowpea genotypes in southwester Brazilian Amazon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, 2021. <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.195-217, 1923.
- GARCIA, M.E.M.; SOUSA, E.S.; SILVA, J.D.C.; MELO, M.P.; MOTA, J.M.; ALMEIDA NETO, A.D.; GOMES, R.L.F.; BESERRA JR, J.E.A. Reação de genótipos de feijão-fava a *Macrophomina phaseolina*. **Summa phytopathologica**, v.45, n.1, p.11-17, 2019. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/185340>
- NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. Caracterização de isolados de *Rhizoctonia* spp., associados à mela do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), coletados em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.5, p.505-508, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000500011>
- SALES JÚNIOR, R.; SILVA NETO, A.N.; NEGREIROS, A.M.P.; GOMES, T.R.R.; AMBRÓSIO, M.M.Q.; ARMENGOL, J. Pathogenicity of *Macrophomina* species collected from weeds in Cowpea. **Revista Caatinga**, v.33, n.2, p.395-401, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n212rc>
- PÚBLIO JÚNIOR, E.; GUIMARÃES, D.G.; PÚBLIO, A.P.B.; SOUZA, U.O.; AMARAL, C.L.F. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.3, 2018. <https://doi.org/10.19084/RCA17232>
- RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAÚJO, J. P.; WATT, E. E. (org.). In: **O caupi no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-IITA, 1988. p.549-589.
- ROCHA, A.J.; COSTA, J.H.; PAIVA, A.L.S.; BARSOTTINI, M.R.O. Genome-wide analysis of the cupin superfamily in cowpea (*Vigna unguiculata*). **Plant Gene**, v.25, 2021. <https://doi.org/10.1101/2020.06.07.138958>
- SANTOS, R.A.; SOUZA FILHO, A.P.S.; CANTANHEDE FILHO, A.J.; GUILHON, G.M.S.P.; SANTOS, L.S. Analysis of phenolic compounds from cowpea (*Vigna unguiculata*) by HPLC-DAD-MS/MS. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.24, 2021. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07720>
- SARTORATO, A.; NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, D. A. Diversidade Genética de Isolados de *Rhizoctonia solani* coletados em Feijão-caupi no Estado de Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.3, p. 297-301, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000300009>
- SOUZA, J.L.M.; ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.D.; NEVES, A.C.; SOUZA, R.R. Potencial de genótipo de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.5, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500006>
- TOLÊDO-SOUZA, E.D.; LOBO, J.R.; SILVEIRA, P.M.; 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, p.13-17, 2009.

<https://doi.org/10.5216/pat.v39i1.3507>

WENDLAND, A.; JÚNIOR, M.L.; FARIA, J.C. **Manual de Identificação das Principais Doenças do Feijoeiro-Comum**. Embrapa Arroz e Feijão. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 52p.