

CADERNOS DO

SEMIÁRIDO

RIQUEZAS &
OPORTUNIDADES



ANTONIO FÉLIX DA COSTA

FEIJÃO-CAUPI NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO



CREA-PE
Conselho Regional de Engenharia
& Agronomia de Pernambuco



**INTEGRAÇÃO &
FORTALECIMENTO**
DO LITORAL AO SERTÃO, UMA BOM GESTÃO!

Embrapa



**UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

17



Fonte: Emmanuelle Rodrigues Araújo



Fonte: Emmanuelle Rodrigues Araújo



Fonte: Antonio Félix da Costa

FEIJÃO-CAUPI NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO
ANTONIO FÉLIX DA COSTA

**Cadernos do Semiárido | Copyright ©
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco - Crea-PE
Instituto Agrônômico de Pernambuco - IPA**

COMISSÃO EDITORIAL

Mário de Oliveira Antonino - Coordenador
Marcelo Carneiro Leão - Coordenador Honorário
Carlos Alberto Tavares
Conceição Martins
Egídio Bezerra Neto
Jorge Roberto Tavares de Lima
José Geraldo Eugênio de França
Leonardo Valadares de Sá Barretto Sampaio
Múcio de Barros Wanderley
Waldir Duarte Costa

EDITORAÇÃO

Almira Almeida Santos - Editoração
Emmanuelle Rodrigues Araújo - Editoração
Conceição Martins - Editoração
Suely Maria Silva Manzi - Editoração

Divisão de Comunicação, Projetos e Marketing do Crea-PE - Projeto Gráfico e Diagramação

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(SIB-Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE)
Bibliotecária Conceição Martins

C122 Cadernos do Semiárido riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. – v. 17, n.3 (2020). Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, 2020. v.

Este volume: Feijão-caupi no semiárido brasileiro. / [Organização de] Antonio Félix da Costa.
Bimestral
ISSN 2526-2556

1. Engenharia – Periódicos. 2. Agronomia – Periódicos.
3. Semiárido brasileiro. 4. Cultivo. 5. Controle de ervas daninhas. 6. Qualidade de sementes. 7. Manejo de água. 8. Pragas e doenças.
I. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco.
II. Universidade Federal Rural de Pernambuco. III. Costa, Antonio Félix da, org

620.05

CREAPE

86 anos

DIRETORIA CREA-PE / GESTÃO 2020

Eng. Civil Evandro de Alencar Carvalho - Presidente
Eng. Elet. e de Seg. Do trabalho Rômulo F. T. Vilela - 1º Vice-Presidente
Eng. Civil Jorge Wanderley Souto Ferreira - 2º Vice-Presidente
Eng. Ftlal Emanuel Araújo Silva - 1º Diretor Administrativo
Eng. Civil Rildo Remígio Florêncio - 2º Diretor Administrativo
Eng.^a Civil Hilda Wanderley Gomes - 1ª Diretora Financeira
Eng. de Minas José Carlos da Silva Oliveira - 2º Diretor Financeiro

Marcella Teixeira Guimarães - Chefe de Gabinete
Gustavo Belmino Torres de Aguiar - Superintendente

Os cadernos estão disponíveis online, através do site:
www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-e-oportunidades/

CADERNOS DO SEMIÁRIDO, esclarecimentos

Este Caderno de nº 17, da série: “Cadernos do Semiárido - Riquezas e Oportunidades”, é dedicado ao tema “FEIJÃO CAUPI NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO”.

Parece-nos primoroso sob diversos aspectos: é rico na abrangência das informações, é amplo na abordagem dos diferentes aspectos que mais interessam à cultura em si e muito didático na valorização das questões que envolvem o Feijão-Caupi, tão presentes aos feijões na mesa dos brasileiros.

Esta publicação é tudo que nos atrevemos em classificar como prática e didática. É, resumidamente, aquilo que o leitor pretende encontrar quando procura textos que oferecem informações que são possuidoras de começo, meio e fim.

Os conteúdos situam os leitores no contexto da importância da cultura no local onde se vive, destacando o lado sócio-econômico-prático para quem é do Semiárido brasileiro, numa área tão extensa quão populosa e ainda pobre, onde os feijões se encaixam como uma luva na condição de gênero alimentício de primeira necessidade.

Prosseguem os competentes autores em considerações técnicas e objetivas sobre o plantio, sobre os modernos sistemas de irrigação e descrevem o manejo das plantas daninhas dessa cultura, atividade de grande importância quando se objetiva obter melhores rendimentos nos campos dessa natureza.

No propósito e com acurada sensibilidade na busca de grandes resultados financeiros, duas providências foram tomadas pelos especialistas: evitar e tratar das doenças e produzir e usar sementes de ótima qualidade. Com esta sucinta apreciação a respeito de tão didáticos e competentes capítulos, este Caderno nº17 deixa-nos orgulhosos da iniciativa de editá-lo, certos de estarmos contribuindo para a exaltação de mais uma riqueza do Semiárido brasileiro.

Se há um grupo de pessoas que merece o nosso mais empenhado agradecimento é o conjunto de pesquisadores, estudiosos e professores que se constituíram nos autores dos 8 diferentes capítulos componentes deste rico caderno 17, coordenados pelo Engenheiro Agrônomo Antônio Félix da Costa. Os nomes de todos eles, são 14 no total, encontram-se em página no início desta publicação com a indicação das respectivas autorias.

O número de pesquisadores e professores que têm sido os responsáveis pela autoria desses 17 Cadernos já chega a 200. Fantástico!

Os mesmos sinceros reconhecimentos são dirigidos ao Magnífico Reitor da UFRPE, Professor Marcelo Carneiro Leão, aos Dirigentes das demais instituições parceiras e a todos aqueles que têm contribuído para o aprimoramento e a editoração dos Cadernos do Semiárido.

Em sequência, está sendo ultimado o Caderno de nº18, que trata do Tema: "Educação para o Desenvolvimento Local Sustentável – Vol. 3", que tem como autores os Engenheiros Agrônomos e Professores: Carlos Alberto Tavares, Jorge Roberto Tavares de Lima e Leonardo Valadares de Sá Barreto Sampaio, os mesmos que já escreveram os Cadernos de números 8 e 9. O Caderno nº19, que versará sobre "A Dessalinização de água em Pernambuco", tem a Coordenação do admirável colega e amigo, Engenheiro Civil e Professor (e competente) Secretário de Recursos Hídricos dos governos Miguel Arraes e Eduardo Campos, José Almir Cirilo, que também é membro da Academia Pernambucana de Engenharia. É provável que tal caderno possa ser editado até o final do próximo mês de julho.

Finalmente, queremos destacar e agradecer a grande contribuição do querido Companheiro Governador do Distrito 4500 do Rotary International Avelino de Queiroga Cavalcanti Neto.

Com renovados agradecimentos, fraternalmente,



Mário de Oliveira Antonino

Eng.º Civil, Professor, Rotariano e
Presidente da Academia Pernambucana de Engenharia.

PALAVRA DO PRESIDENTE DO CREA-PE

Neste número dos Cadernos do Semiárido: Riquezas e Oportunidades trazemos, a partir de um rico trabalho desenvolvido por especialistas no assunto, preciosas informações sobre a cultura do feijão-caupi. O alimento, originário da África, chegou ao nosso País na segunda metade do século XVI, pela região Nordeste, de onde se espalhou para o restante do Brasil, para se somar a outros tipos de feijões já produzidos em terras brasileiras. Dados históricos dão conta de que o cultivo desse feijão conhecido pelos nordestinos como feijão-de-corda, ocorreu na Amazônia desde meados do século XVIII.

Com enorme valor nutricional, o feijão-caupi se constitui num alimento proteico e energético, que tem um importante papel na segurança alimentar e nutricional de grande parte da população brasileira, principalmente, das regiões Norte e Nordeste. Além disso, é um importante gerador de postos de ocupação econômica e de trabalho formal, suprindo uma cadeia produtiva que se estende do agricultor familiar a grandes empreendimentos agrícolas, de onde passa para o comércio atacado e de varejo.

Com estas informações queremos mostrar o quão valioso será o conhecimento de mais especificidades sobre a leguminosa, em especial, para os que dela vivem.

Esperamos, mais uma vez, ser um elemento de interação entre o saber acadêmico e o saber empírico que, juntos terão a capacidade de extrair do alimento tudo que dele pode contribuir para o bem-estar e a saúde das nossas populações.

A todos um grande abraço e boa leitura!



Evandro Alencar de Carvalho
Presidente do Crea-PE

FEIJÃO-CAUPI NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O feijão-caupi, tradicionalmente uma cultura da agricultura familiar no Nordeste semiárido, vem sendo cultivado em outras regiões do país, em face de sua capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas. Este número da publicação 'Cadernos do Semiárido' dedica suas páginas a disponibilização de informações sobre essa cultura do feijão-caupi, no semiárido do Brasil. No capítulo de introdução, ao texto sobre a cultura, se apresenta o referencial histórico sobre esse tipo de feijão em nosso país, sua importância social e econômica. Ainda nesse capítulo há menção sobre as variedades mais recentes lançadas para o ambiente semiárido, incluindo a cultivar Miranda IPA 207. No capítulo 2, são feitas referências ao ambiente semiárido, descrevendo resumidamente o clima, solos e menções sobre a adubação do feijão. Importante frisar as práticas de manejo que foram relatadas bem como a utilização de inoculantes (bactérias fixadoras de nitrogênio) na redução de impacto ambiental. O capítulo 3, foca questões voltadas ao cultivo do feijão-caupi, disponibilizando informações sobre faixa ambiental, apropriada ao cultivo no semiárido. Tece comentários importantes sobre as demandas da cultura com relação ao clima, radiação solar, tipo de solo, irrigação e adubação. Além disso, comenta sobre as cultivares disponíveis para plantio, bem como sistemas de plantio (isolado e consorciado). Outro ponto importante comentado ao longo desse capítulo está a questão do armazenamento dos grãos, de forma a que se mantenha a qualidade do produto. O capítulo 4, apresenta, exclusivamente, a informações sobre o cultivo irrigado do feijão-caupi. São informações estratégicas para se obter boas produtividades, principalmente, pelo emprego das inovações tecnológicas das relações solo/água/planta e clima. Por outro lado, o capítulo 5, mostra as informações sobre os tratos culturais e nesse ponto o foco é o manejo de plantas daninhas (ou indesejadas) ao longo do ciclo de cultivo do feijão – são plantas que concorrem pelos mesmos nutrientes e se não bem manejadas podem prejudicar, significativamente, a produtividade e a qualidade do feijão. Os capítulos 6 e 7, tratam de assuntos fundamentais que são as descrições de pragas (insetos) e doenças (fungos, vírus e bactérias, etc.) que atacam a cultura do feijão-caupi. São focadas aquelas que causam maiores danos, ou seja, que trazem maior prejuízo econômico ao agricultor. Paralelamente à descrição dos agentes causadores de pragas e doenças alguns métodos de controle são indicados. O último capítulo dessa publicação é dedicado à questão da produção e qualidade das sementes, uma vez que o feijão-caupi é uma cultura em expansão em outras regiões do país e sabe-se que uma semente de boa qualidade constitui insumo básico à garantia do sucesso da lavoura. Nesse capítulo, também se comenta sobre a legislação pertinente à produção de sementes. Todo o texto está permeado por um amplo número de referências bibliográficas o que dá ao leitor mais especializado a possibilidade de aprofundar bastante sua leitura. Trata-se de uma publicação destinada a estudantes, técnicos, produtores e comerciantes interessados na cultura. Importante destacar a contribuição do IPA, principalmente, nas pessoas dos Pesquisadores Paulo Miranda e Antonio Félix da Costa com essa espécie seja no melhoramento genético ou em sistemas de produção, tanto do feijão comum como do feijão – caupi, ao longo de décadas, não somente em Pernambuco, mas em todo o Nordeste do Brasil. Merece registrar, também, o apoio decisivo do Rotary Club de Pernambuco, sob a coordenação do Dr. Mário Antonino, ao CREA e a Universidade Federal Rural de Pernambuco pela continuidade e apoio na manutenção desse estratégico instrumento de divulgação de tecnologias de convivência com o semiárido por meio dos Cadernos do Semiárido.



Gabriel Alves Maciel

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento - IPA

AUTORES

Antonio Félix da Costa - Pesquisador do IPA (Coordenador)

Antônio Raimundo de Souza - Pesquisador do IPA

Diana Andrade dos Santos - Pesquisadora do IPA

Emmanuelle Rodrigues Araújo – Pesquisadora do IPA/Bolsista de Cooperação Técnica – BCT – FACEPE

Francisco Claudio Lopes de Freitas - Professor Universidade Federal de Viçosa - UFV/
Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Francisco Rodrigues Freire Filho - Pesquisador da EMBRAPA Amazônia Oriental

Katiane da Rosa Gomes da Silva - Pesquisadora do IPA/Bolsista BFP – FACEPE

Luciana Gonçalves de Oliveira - Pesquisadora do IPA /Bolsista de Cooperação Técnica – BCT – FACEPE

Márcia do Vale Barreto Figueiredo - Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Márcio Alexandre Moreira de Freitas - Doutorando em Engenharia Agrícola - Mecanização Agrícola – UFV

Maria da Conceição Martiniano de Souza - Pesquisadora do IPA

Mariele Porto Carneiro Leão - Pesquisadora do IPA/Bolsista BFP – FACEPE

Sérgio Rogério Alves de Santana - Doutorando em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas - UFRPE/Bolsista FACEPE

Sérvulo Mercier Siqueira e Silva - Pesquisador do IPA

Vânia Trindade Barrêto Canuto - Pesquisadora do EMBRAPA/IPA

SUMÁRIO

1 FEIJÃO-CAUPI: CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E IMPORTÂNCIA	17
Introdução	17
Importância social e econômica	17
Classificação botânica	18
Nomes populares no Brasil	18
Produção	18
Tipos de Grãos	19
Cultivares lançadas	20
2 AMBIENTE AGRÍCOLA E USO DA TERRA PARA O CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	21
Introdução	21
Clima	22
Solos e adubação	23
Análise do solo	23
Amostragem do solo	23
Calagem e adubação do solo	23
Práticas de manejo e conservação de solos	24
Fixação biológica de nitrogênio	25
Inoculação	25
Concentração do inoculante	25
Cuidados na aquisição dos inoculantes	26
Vantagens do uso dos inoculantes	26
3 FEIJÃO-CAUPI: DO PLANTIO AO ARMAZENAMENTO	27
Cultivo do feijão-caupi	27
4 IRRIGAÇÃO NO FEIJÃO-CAUPI	31
Contextualização	31
Solo, água, planta, clima e suas inter-relações com a irrigação	32
5 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI	35
Introdução	35
Controle de plantas daninhas	36
Considerações Finais	38
6 PRINCIPAIS PRAGAS DO FEIJÃO-CAUPI	39
7 PRINCIPAIS DOENÇAS DO FEIJÃO-CAUPI	45
Doenças do feijão-caupi ocasionadas por fungos	46
Doenças do feijão-caupi de origem viral	51
Doenças do feijão-caupi ocasionadas por nematoides	53

8 PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES	55
Produção de sementes	56
Análise de sementes	57
REFERÊNCIAS	59



FEIJÃO-CAUPI: CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E IMPORTÂNCIA

Francisco Rodrigues Freire Filho (D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas)
Pesquisador da EMBRAPA Amazônia Oriental

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

Dedicado a Sarah Krutman e a Paulo Miranda

Introdução

O feijão-caupi é uma cultura de origem africana, muito cultivado e um dos principais alimentos dos países do Oeste da África. Foi introduzido no Brasil, na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses a partir do Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988). Gandavo (2001) relata que em 1568 já havia a indicação da existência de muitos feijões no Brasil. Souza (1974) menciona que em 1587 uma grande variedade de feijões e favas era cultivada na Bahia. Embora não se possa precisar quais feijões eram cultivados, as evidências de que o feijão-caupi era um deles são muito fortes, uma vez que, segundo Barraclough (1995), desde a fundação da Bahia como capital administrativa do Brasil, em 1549, o comércio com o Oeste da África, de Guiné a Angola era muito intenso. A partir da Bahia, o feijão-caupi foi disseminado por todo o País. No Piauí, um estado que foi colonizado do sertão para o litoral, certamente a comunicação e o comércio entre essas duas regiões eram muito difíceis, encontra-se a citação do cultivo de feijão em 1697 (DIAS, 2008), fato que sugere que houve uma intensa disseminação da cultura, principalmente na região Nordeste e, posteriormente, da região Nordeste para todo o País.

O padre jesuíta João Daniel, nascido em Travassos, Vizeu, Portugal (1722-1776), viveu na Amazônia, no período de 1741 a 1757, no Pará. Em 1757 foi preso por ordem do marquês de Pombal (Sebastião José de Carvalho e Melo), e deportado para Portugal. Durante o período em que esteve no cárcere, escreveu várias crônicas sobre a vida, experiência e riquezas da Amazônia. Em uma dessas crônicas descreve um feijão cultivado na região e afirma “os que mais se usam são os fradinhos” (DANIEL, 2004). Sabe-se, porém, que o feijão chamado de fradinho, tanto em Portugal quanto no Brasil, é o feijão-caupi. Portanto, pode-se afirmar, sem sombra de dúvidas, que o feijão-caupi é cultivado na Amazônia desde os meados do século XVIII.

Importância social e econômica

O feijão-caupi é uma cultura alimentar que faz parte da dieta do brasileiro desde meados do século XVI. Constitui um alimento proteico e energético, que tem um importante papel na segurança alimentar e nutricional de grande parte da população brasileira, principalmente das regiões Norte e Nordeste. Além disso, é um importante gerador de postos de ocupação econômica e de trabalho formal, suprimindo uma cadeia produtiva que se estende do agricultor familiar e de grandes empreendimentos agrícolas, passando por diversos atores da área de processamento, do comércio atacado e de varejo até o consumidor, nas pequenas e médias cidades e nos grandes centros urbanos.

O consumo de feijão-caupi é feito principalmente na forma de grãos secos cozidos e também na forma de grãos verdes (no início da maturidade) cozidos (ROCHA et al., 2013). Além desses tipos, dos quais se faz o consumo somente do grão, há

ainda o feijão-de-metro (cv. gr. *Sesquipedalis*), do qual se consomem as vagens imaturas em forma de salada ou adicionadas a outros pratos. Um fato que chama a atenção é que no Brasil esse tipo de feijão-caupi é consumido praticamente apenas na região Norte, e principalmente, no estado do Pará. Esse tipo de feijão-caupi é muito consumido em países asiáticos, Filipinas e Japão são grandes consumidores. Diante desse fato, há forte evidência de que o mesmo foi introduzido no Brasil pelos imigrantes japoneses que vieram para o Pará no início do século XX.

Em relação ao valor alimentar, a composição centesimal, expressa em porcentagem de peso seco, mostrou que as sementes de feijão-caupi possuem, em média, 22,01% de proteína, 60,57% de carboidratos, 2,75% de lipídios, 2,07% de cinzas e 12,41% de umidade. Mostrou também que as sementes de feijão-caupi têm os oito aminoácidos essenciais, Treonina (1,24 mg/kg), Valina (1,22 mg/kg), Leucina (1,42 mg/kg), Isoleucina (1,37 mg/kg), Metionina (1,15 mg/kg), Fenilalanina (1,75 mg/kg), Lisina (1,58 mg/kg), Triptofano (0,17 mg/kg) (ARAÚJO, 1997). A quantidade de aminoácidos essenciais em feijão-caupi é relativamente alta, exceção feita ao triptofano, podendo compensar a baixa quantidade ou mesmo a falta destes em cereais. Contudo, a exemplo de outras leguminosas, as cultivares utilizadas nesse estudo mostram-se deficientes em aminoácidos sulfurados, metionina e cistina, o que reduz a qualidade de suas proteínas (ARAÚJO, 1997). Outro aspecto importante é que as sementes de feijão-caupi têm níveis satisfatórios de Ferro e Zinco, com médias, respectivamente, de 61,3 mg/kg e 44,7 mg/kg. Um aspecto relevante também é que o feijão-caupi tem cozimento relativamente rápido, com média de 18 minutos e 28 segundos (FREIRE FILHO et al., 2011).

Classificação botânica

O feijão-caupi é uma planta da família *Leguminosae*, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., subespécie *unguiculata* Verdc. Mesmo tratando-se de uma planta já classificada até o nível de subespécie, no caso da subespécie *unguiculata*, ainda se constata dentro da mesma uma grande variabilidade, havendo tipos de materiais com características bem peculiares. Westphal (1974) reuniu os diferentes tipos em quatro grupos, os quais chamou de “cultivar groups”, ou seja, cultigrupos, relacionados a seguir: *Unguiculata*, *Biflora*, *Sesquipedalis* e *Textilis*. Pasquet (1998), a partir de um estudo morfológico envolvendo um grande número de acessos e caracteres, propôs mais um cultigrupo, o qual foi separado do *Unguiculata*, o cultigrupo *Melanophthalmus*.

As cultivares brasileiras utilizadas para produção de grãos secos se enquadram nas características dos cultigrupos *Unguiculata* e *Melanophthalmus*. Os materiais cultivados para produção de vagem têm características que se enquadram claramente no cultigrupo *Sesquipedalis*, o qual é muito cultivado em alguns estados da região Norte do Brasil, principalmente no Pará.

Nomes populares no Brasil

É importante mencionar que o feijão-caupi tem vários nomes populares e isso, por vezes, confunde as pessoas. Desse modo, para dirimir dúvidas que possam ocorrer, serão citados alguns dos nomes mais usados no País: feijão-macassa e feijão-decorda, na região Nordeste; feijão-da-colônia e feijão-de-praia, na região Norte; feijão-miúdo, na região Sul (FREIRE FILHO; CARDOSO; ARAÚJO, 1983). Na região Norte, há ainda um tipo de feijão-caupi muito importante para a culinária local chamado de manteiguinha, tem grãos de cor creme, muito pequenos. O feijão-caupi é também chamado de feijão-gurutuba e feijão-catador em algumas regiões do Estado da Bahia e norte de Minas Gerais. Além desses nomes, há um tipo de grão que tem o tegumento branco com um grande halo preto, que é chamado de feijão-fradinho nos estados de Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro. O feijão-fradinho é o preferido para o preparo do acarajé, comida típica do Estado da Bahia, conhecido em todo o Brasil.

Produção

A produção de feijão-caupi, por anos, concentrou-se na região Nordeste, como também seu consumo, entretanto, por volta de 2006, começou a se expandir para a região Centro-Oeste, particularmente para o estado de Mato Grosso. Os dados de produção do período de 2016 a 2018 são apresentados na Tabela 1. Constata-se que, em maior ou menor escala, é amplamente cultivado em ambas as regiões. Destacam-se, em área cultivada, na região Norte, os estados de Tocantins e Pará e na região Nordeste, os estados do Ceará, Piauí, Bahia (com destaque para a região Oeste) e Pernambuco, e, na região Centro-Oeste, o estado de Mato Grosso.

Tabela 1 - Área colhida (1.000 ha)⁽¹⁾, produção (t) e produtividade (kg/ha) de feijão-caupi no Brasil, no período de 2016 a 2018

Região	Estado	Ano								
		2016			2017			2018		
		Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
Norte	Roraima	2,4	1,6	650	2,4	1,6	650	2,4	1,6	666
	Acre	2	1,3	630	2	1,3	643	2	1,3	645
	Amapá ⁽²⁾	1,3	1,1	846	1,4	1,3	944	1,4	1,4	993
	Pará	28,3	24,4	866	26,9	22,1	821	26,9	20,9	777
	Tocantins	41,1	67	1630	36,1	28,8	799	34,9	40,6	1163
Nordeste	Maranhão	87,8	56,6	646	89,1	58,2	654	77,8	45,5	584
	Piauí	233,2	70,3	302	240,7	93,5	389	211,8	66,2	313
	Ceará	404,2	117,2	290	100,2	115,7	289	400,2	118,1	295
	Rio G. do Norte	35,8	12,4	347	45,1	17,2	382	45,1	17,9	396
	Paraíba	63,2	16,5	261	80,9	34,2	300	79,8	28,2	354
	Pernambuco	96,4	13,8	143	148,2	44,4	423	148,2	46,2	311
	Alagoas	10,3	6,2	605	6,3	2,6	405	6,3	2,8	446
	Bahia	181,5	92,1	507	172,8	100,1	579	196,3	102,7	523
Centro-Oeste	Mato Grosso	208,7	226	1083	226,5	237,3	1047	182,4	216	1105
	Distrito Federal	0,3	0,5	1500	0,5	0,6	1100	0,5	0,7	1350
Sudeste	Minas Gerais	14,2	7,4	522	13,9	7,7	551	16,4	9	551
Total		1.410,70	714,4	676,8	1.193,00	766,6	623,5	1.432,40	719,1	654,5

⁽¹⁾ Fonte: CONAB, v. 4, n. 11, 2017; v. 5, n. 12, 2018; v. 6, n. 6, 2019.

⁽²⁾ O estado do Amapá não consta na relação dos estados produtores de feijão-caupi, porém sabe-se que lá só se cultiva feijão-caupi.

Os dados relacionados à produção também são apresentados na Tabela 1. Na região Norte, sobressaem-se os estados do Tocantins e do Pará, na região Nordeste, os estados do Ceará, Piauí e Bahia, e na região Centro-Oeste, o estado do Mato Grosso, o qual é o maior produtor de feijão-caupi do país. Vale ressaltar que em Mato Grosso o feijão-caupi é cultivado na safrinha da soja, em solos com bom nível de fertilidade e totalmente mecanizado.

Com relação à produtividade, observando-se os dados apresentados na Tabela 1, comparando-se as três regiões, constata-se, claramente, que as maiores produtividades são obtidas na região Centro-Oeste, seguida da região Norte e as mais baixas, na região Nordeste. Os estados com as maiores produtividades são Tocantins, Distrito Federal, Mato Grosso, Pará e Amapá. Com exceção do Amapá, os demais fazem seus cultivos totalmente mecanizados, predominantemente em condições de safrinha, com alto nível de tecnologia. Além disso, com custos mais baixos e com risco de comprometimento da lavoura por estresse hídrico bem menor que os estados da região Nordeste. Essas vantagens comparativas fazem com que o feijão-caupi de Tocantins e, principalmente do Mato Grosso, cheguem aos mercados das regiões Norte e Nordeste a preços muito competitivos em relação ao feijão-caupi local. Isso no início provocou um certo desequilíbrio no mercado, havendo redução da área plantada em alguns Estados das regiões Norte e Nordeste. Contudo, constata-se nesses três anos que já está havendo um certo equilíbrio, em termos de área plantada.

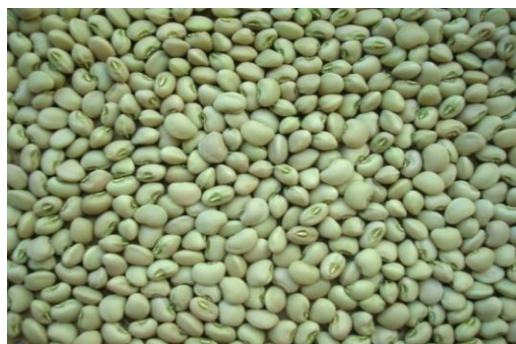
Tipos de Grãos

Há algumas décadas, principalmente no mercado a granel, encontrava-se uma grande variação de tipos de grãos de feijão-caupi, envolvendo cor, forma e tamanho. Com o início da venda dos grãos de feijão-caupi empacotados, por volta dos anos 80, iniciou-se uma redução nos tipos de grãos ofertados, predominando atualmente os grãos marrons, sempre verde e branco, estes, tanto de tegumento liso quanto rugoso. Na venda a granel predomina o tipo canapu. Há também outros tipos de grãos que, em menor escala, estão também no mercado, como o fradinho, verde e manteiguinha, este, principalmente no estado do Pará. Na Figura 1 podem-se observar alguns tipos comerciais de grãos de feijão-caupi.

Figura 1 - Alguns tipos comerciais de grãos de feijão-caupi



Marrom



Sempre verde



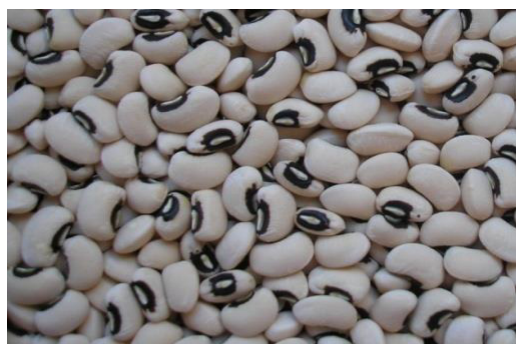
Branco tegumento liso



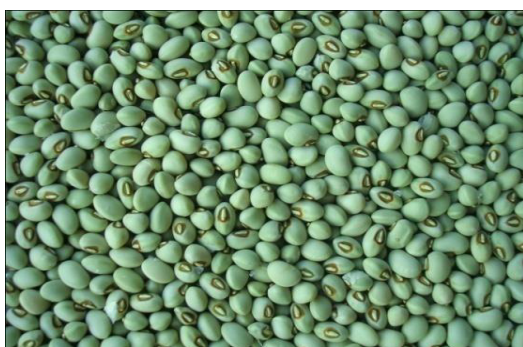
Branco tegumento rugoso



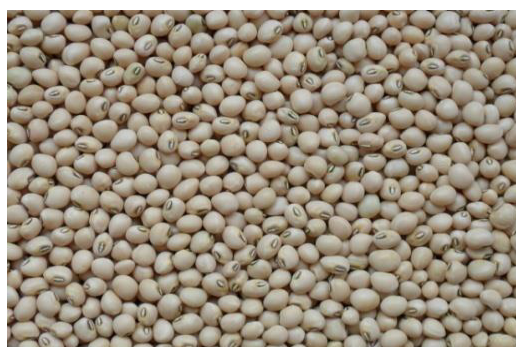
Canapu



Fradinho tegumento rugoso



Verde



Manteiguinha

Cultivares lançadas

Os programas de melhoramento têm sido relativamente bem ativos e várias cultivares têm sido lançadas comercialmente. Entre as mais recentes podem ser citadas; BRS Pujante, BRS Xiquexique, BRS Cauamé, BRS Tumucumaque, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Itaim, BRS Juruá, BRS Aracê, BRS Acauã, BRS Carijó, BRS Tapaihum (FREIRE FILHO et al., 2011), Miranda IPA 207 (COSTA et al., 2013), BRS Imponente (EMBRAPA, 2016).

AMBIENTE AGRÍCOLA E USO DA TERRA PARA O CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Antônio Raimundo de Souza (D. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas)
Pesquisador do IPA

Márcia do Vale Barreto Figueiredo (D. Sc. em Microbiologia)
Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Emmanuelle Rodrigues Araújo (D. Sc. em Fitopatologia)
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA
Bolsista de Cooperação Técnica – BCT - FACEPE

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

Introdução

O Semiárido brasileiro é uma região definida pela lei federal nº 7827, de 27 de setembro de 1989, e delimitada pelo Ministério da Integração Nacional, que substituiu o polígono das secas. Também chamado de Trópico Semiárido, ocupa uma área de aproximadamente 1.128.697 km², o que corresponde a 13,3 % do território brasileiro, abrangendo 1.133 municípios (XIMENES et al., 2018). Ocorre numa grande área do Sertão nordestino, mais precisamente localizado na região centro-norte da Bahia; região oeste dos estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte; região centro-sul do Ceará; sul e sudeste do Piauí; e norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Alguns problemas sociais relacionados ao Semiárido são as secas periódicas, a ausência de uma política pública de estabelecimento de indústrias que, aliada às baixas e irregulares pluviosidades, dificultam o desenvolvimento da agricultura, gerando uma grande taxa de desemprego e pobreza, sendo responsável pelo sofrimento de milhares de famílias que residem nessa região. É nessa perspectiva que é analisada a problemática do manejo ecológico do solo dessas condições tropicais, dando ênfase particular ao problema agrícola do Semiárido brasileiro.

O clima é quente e seco com pouca variação de temperatura durante o ano. A média anual está entre 25 °C e 28 °C. O índice pluviométrico anual fica em torno de 300 a 700 milímetros, sendo concentrado em quatro a cinco meses do ano, normalmente de janeiro a maio, entretanto tem áreas mais secas, ficando os demais meses sem a presença de chuva (MOURA et al., 2018). O bioma dominante desse clima é a Caatinga (hipor e hiperxerófila), com predominância de vegetação xerófila, adaptada aos climas secos (SILVA et al., 1993).

Os principais solos do Semiárido são os Luvisolos, Argissolos, Cambissolos e Latossolos, quase sempre eutróficos, que, de um modo geral, ocupam as posições mais elevadas na paisagem. Por outro lado, os Neossolos (Regolíticos, Quartzarênicos e Litólicos) ocupam as posições intermediárias; os Planossolos, os Neossolos Flúvicos e os Vertissolos, na maioria das vezes, estão associados aos Neossolos Regolíticos e ocupam a parte mais baixa. Todos esses solos, à exceção dos Vertissolos, são bastante arenosos no horizonte superficial, sendo esse fato muito importante no uso de práticas de manejo e conservação do solo, principalmente quando o seu uso é com pastagem e ou na agricultura familiar (ARAUJO FILHO et al., 2018).

Clima

A cultura do feijão-caupi exige uma precipitação pluviométrica de no mínimo 300 mm para que ele possa expressar sua capacidade de produção sem uso da prática de irrigação.

Por outro lado, a limitação hídrica está mais diretamente relacionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas. Vale ressaltar que no início do desenvolvimento (fase vegetativa), a cultura requer pouca umidade, o que concorre para estimular um maior crescimento de raízes, entretanto estresse hídrico próximo ao florescimento concorrerá para limitações de produtividade.

Nesse ambiente, onde o clima é uma das principais características, a ocorrência de secas e a precipitação concentrada em quatro meses do ano são determinantes para a sobrevivência das famílias, da produção agrícola e dos rebanhos (MOURA et al., 2018).

No Brasil, poucos estudos de fisiologia do feijão-caupi têm sido conduzidos com a finalidade de verificar a resposta dessa cultura aos fatores climáticos. A maioria dessas informações é obtida por meio de trabalhos realizados em outros países. Entre os elementos de clima conhecidos, destacam-se a precipitação e a temperatura do ar, que, por intermédio do zoneamento de risco climático, possibilitam verificar a viabilidade e a época adequada para a implantação da cultura do feijão-caupi (Figura 2). Outros elementos do clima que exercem influência no crescimento e desenvolvimento dessa cultura são o fotoperíodo, o vento e a radiação solar.

Figura 2 - Localização do Trópico Semiárido em relação à região Nordeste do Brasil



Fonte: IBGE, malha municipal 2015. Elaboração: BNB, ETENE.

Solos e adubação

O feijão-caupi pode ser cultivado em quase todos os tipos de solos, merecendo destaque para os seguintes: Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Flúvicos, (ARAUJO FILHO et al., 2000). De um modo geral, desenvolve-se em solos com regular teor de matéria orgânica, textura média e arenosa, soltos quando secos, muito friáveis e friáveis quando úmidos, moderadamente profundos e profundos, e dotados de média a alta fertilidade natural. Entretanto, outros solos como Neossolos Regolíticos e Quartzarênicos, com baixa fertilidade, podem ser usados mediante aplicação de corretivos, fertilizantes químicos e orgânicos.

Análise do solo

A análise do solo é considerada uma técnica disponível e de fácil acesso, para determinação direta das características físicas e químicas do solo, sobretudo porque apresenta baixo custo, rapidez na obtenção dos resultados e pode ser realizada em qualquer época do ano (SILVA et al., 2008).

Amostragem do solo

A amostragem deve seguir critérios que assegurem confiança de representatividade em número ideal de amostras (SILVA et al., 2008).

Para coleta de uma boa amostra de solo, recomenda-se:

- Subdividir as áreas em unidades homogêneas; nessa subdivisão, considerar os tipos de solo, a topografia, a vegetação e o histórico de utilização (cultura anterior, uso de corretivos e adubações);
- Retirar uma amostra composta de áreas aparentemente uniformes. O número de amostras simples (subamostras) para formar uma amostra composta deve ser de 15 a 20;
- Fazer amostragem ao acaso, em ziguezague, verificando-se o grupo de homogeneidade da área. As diversas subamostras devem ser colocadas em um recipiente limpo, misturadas, separando-se cerca de 500 g para serem enviados ao laboratório. Para culturas anuais, como o feijão-caupi, a profundidade de coleta é a da camada arável, ou seja, de 0 - 20 cm;
- Identificar a amostra de solo com uma etiqueta com o nome do município, proprietário, propriedade, cultura a ser plantada e número da amostra;
- Encaminhar ao laboratório.

Calagem e adubação do solo

As recomendações para calagem e adubação devem ser feitas com base em resultados de análise química do solo. Devido à variação de solo e clima no Semiárido, vale a pena chamar atenção para o risco que se corre em aplicar fertilizantes em áreas de sequeiro, sobretudo quando a precipitação anual estiver abaixo da exigida pela cultura e não for bem distribuída (LIMA JUNIOR; LIMA, 2008).

Na recomendação da calagem para a cultura de feijão-caupi, a quantidade de corretivo, com base nos teores de alumínio e cálcio + magnésio trocáveis, pode ser calculada usando-se as seguintes fórmulas:

Necessidade de calcário (N.C.). $t.ha^{-1} = f \times Al$; e $N.C. = f \times [2 - (Ca + Mg)]$

Onde: $f = 1,5$; $2,0$ e $2,5$ para solos com teores de argila < 15 ; 15 a 35 ; e > 35 %, respectivamente.

Na calagem, são empregados, geralmente, calcários, que podem ser calcítico ou dolomítico, sendo que o dolomítico, pela sua melhor proporção entre os teores de cálcio e de magnésio, deve ser usado sempre que possível. O calcário calcítico pode ser usado quando o teor de magnésio no solo for superior ao de cálcio.

O calcário deve ser aplicado pelo menos dois meses antes da semeadura para que se obtenham os efeitos esperados. Contudo, essa é uma orientação geral, pois a reação do calcário está diretamente condicionada à umidade do solo e às características do corretivo. Caso o calcário possua um PRNT diferente de 100%, é necessário corrigir a quantidade recomendada, aplicando-se a seguinte fórmula: Dose a aplicar ($t.ha^{-1}$) = dose recomendada ($t.ha^{-1}$) / PRNT do calcário x 100 (LIMA JUNIOR; LIMA, 2008).

Para uma melhor interpretação das recomendações de fertilizantes minerais (macronutrientes), entre os quais nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) e fertilizantes orgânicos, deve-se levar em consideração, entre outros fatores, os custos e benefícios desses insumos de acordo com a produtividade sustentável (Tabela 2).

Tabela 2 - Doses de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) recomendadas para a cultura do feijão-caupi de sequeiro

Teor no solo	Plantio	Cobertura
		kg ha ⁻¹
		Nitrogênio (N)
(não considerado)	-	30
		Fósforo (P ₂ O ₅)
mg dm ⁻³ de P		
< 11	60	-
11 - 20	30	-
> 20	15	-
		Potássio (K ₂ O)
cmol _c dm ⁻³ de K		
< 0,12	40	-
0,12 - 0,23	20	-
> 0,23	10	-

Observações:

- A fertilização de cobertura deve ser aplicada aos 20 ou 25 dias após a germinação, caso não tenha sido feita a inoculação das sementes com o rizóbio específico;
- se for usado inoculante ou esterco de curral não há necessidade de aplicar a dose de cobertura recomendada para o nitrogênio;
- se houver disponibilidade, aplicar 15 m³/ha de esterco de curral, bem curtido;
- em solos anteriormente cultivados com a cultura, fazer a incorporação dos restos logo após a colheita.

Fonte: IPA (2008)

Em áreas recém desmatadas ou em solos de textura arenosa e com baixos níveis de matéria orgânica (menos de 10 g.kg⁻¹), deve-se usar uma adubação em cobertura, com 30 kg de N.ha⁻¹, aos 15 dias após a fase de emergência das plantas.

Caso seja necessária adubação nitrogenada, recomenda-se usar as combinações sulfato de amônio e superfosfato triplo ou ureia e superfosfato simples para garantir o suprimento de enxofre às plantas.

Em solos com reconhecida deficiência em micronutrientes (molibdênio e zinco), recomenda-se aplicar, no sulco de plantio, 3 kg de zinco/ha e realizar o tratamento das sementes, utilizando-se 20 gramas de molibdênio para 20 kg de semente. Repetir a análise química do solo após o terceiro cultivo consecutivo, para ajustar a recomendação de adubação.

Práticas de manejo e conservação de solos

As práticas conservacionistas têm como objetivo a preservação e a melhoria da capacidade produtiva das terras. Dentre as que devem ser utilizadas no Semiárido, na cultura do feijão-caupi, destacam-se o preparo do solo, plantio e cultivo em curva de nível, renques de vegetação permanente, terraceamento, incorporação dos restos de cultura, adubação orgânica e uso de cobertura morta (SOUSA et al., 2008).

Para os ambientes agrícolas produtores de feijão-caupi no Semiárido brasileiro torna-se obrigatória a adoção de práticas de manejo e conservação de solos. Áreas com declive acima de 20% são mais apropriadas para preservação ambiental, o que não devem ser utilizadas para o feijoeiro caupi. Alguns cuidados são fundamentais durante a limpeza da área e o preparo do solo, como o uso de práticas de controle da erosão, a utilização mínima de operações mecanizadas para reduzir a degradação e a compactação do solo, a conservação da vegetação nativa em torno da área de plantio, revolvimento do solo o mínimo possível, e procurar conservar, sempre que possível, os restos da cultura na superfície do solo (HUDSON, 1971; SOUSA et al., 2008).

Assim, o agricultor deve ser orientado para obter um arranjo de lavouras em equilíbrio com a sustentabilidade de sua propriedade. Para uma melhor orientação dos agricultores com relação ao uso racional das terras é indispensável realizar um planejamento conservacionista, levando-se em consideração as características do solo e a capacidade de uso do solo, sendo que essas práticas devem ser ambientalmente equilibradas, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis. A parceria entre a pesquisa, a assistência técnica e os agentes financeiros é fundamental nesse processo.

Fixação biológica de nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas, e sua deficiência limita a produtividade das culturas, sobretudo nas regiões tropicais. Na natureza, o principal reservatório de N é a atmosfera, cuja composição é de, aproximadamente, 78%. Apesar desse grande reservatório, o N atmosférico encontra-se na forma de N₂.

Alguns microrganismos que possuem a enzima nitrogenase são capazes de converter o N₂ em amônia (NH₃), processo conhecido como fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA et al., 2013), que constitui a principal via de incorporação do nitrogênio à biosfera e, depois da fotossíntese, é o processo biológico de maior importância às plantas e fundamental para a vida na Terra.

Diversos processos são mediados por microrganismos do solo, desempenhando papel importante na ciclagem de nutrientes. Um desses processos é a FBN, que é realizada por representantes de diversos grupos filogenéticos bacterianos, que são denominados diazotróficos (fixadores de N₂). Essas bactérias podem ser de vida livre, estar associadas a espécies vegetais ou, ainda, estabelecer simbiose com leguminosas. Os estudos com bactérias diazotróficas são de grande importância, devido à contribuição dessas para o fornecimento de nitrogênio a diversos ecossistemas, natural ou manejado (MOREIRA et al., 2010). Essas bactérias podem contribuir para a promoção de crescimento vegetal não só pelo fornecimento de nitrogênio, mas também por outros mecanismos como produção de sideróforos, produção de exopolissacarídeos (EPS), produção de fitormônios, solubilização de fosfatos, antagonismo a fitopatógenos, absorção de nutrientes pela solução do solo e minimização dos efeitos deletérios de estresses bióticos e abióticos (FIGUEIREDO et al., 2016; ARORA et al. 2017).

De acordo com GILLER (2001), o manejo adequado da FBN pode garantir a fixação de 1 a 2 kg de N ha⁻¹ dia⁻¹ em cultivos de leguminosas. Essa conversão de N₂ em formas disponíveis para as plantas equivale a uma economia de bilhões de dólares (EMBRAPA - CNPTIA, 2019).

A utilização desses microrganismos benéficos pela agricultura é fundamental num cenário de agricultura sustentável a partir do conhecimento dos mecanismos que resultam na promoção do crescimento das plantas, e podem se desenvolver tecnologias para aumentar a produtividade agrícola usando as estratégias importantes no sistema solo-planta-microrganismo e respeitando o meio ambiente (DÖBEREINER, 1997; GONZALEZ et al., 2018).

Inoculação

A inoculação é o processo por meio do qual bactérias fixadoras de nitrogênio são adicionadas às sementes das plantas antes da semeadura, tendo como objetivo estabelecer uma população vigorosa de bactérias (genericamente chamadas de rizóbios) em torno das raízes. A inoculação é feita com um produto chamado inoculante, que não polui o solo, fornece nitrogênio para as plantas, sendo consideravelmente mais barato que o adubo químico nitrogenado. O inoculante é formado pela mistura de bactérias e um substrato, comumente a turfa. O inoculante que contém rizóbios é desenvolvido e produzido de acordo com protocolos aprovados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A inoculação, embora seja uma atividade bastante simples, requer cuidados para garantir uma distribuição uniforme de bactérias nas sementes. Em geral, é feita à sombra, com a semeadura efetuada no mesmo dia. Existem inoculantes comerciais para leguminosas em duas formas: sólidos (em pó, tendo a turfa como suporte para as bactérias), e líquidos (líquidos, com a bactéria estabilizada em seus processos metabólicos por protetores celulares). A inoculação das sementes pode ser realizada com inoculante líquido ou turfoso, ou no solo (ARAÚJO, 2017).

O modo de misturar o inoculante à semente e a quantidade utilizada é bastante variável, dependendo do tipo de leguminosa (FIGUEIREDO et al., 2013), embora os fabricantes recomendem 250 g para 50kg de semente (ex. feijão-caupi), suficiente para uma área plantada de dois hectares (EMBRAPA - AGEITEC, 2019). Em cultivos que exigem pequenas quantidades de sementes (até 10 kg), é possível realizar o processo com o auxílio de um saco plástico. Após a inoculação, as sementes devem ser colocadas para secar à sombra, protegidas do sol e do calor excessivo.

Em quantidade muito grande de sementes, utilizam-se, preferencialmente, máquinas próprias, betoneira ou tambor de eixo excêntrico, para garantir uma maior aderência do inoculante à semente (ARAÚJO, 2017).

Concentração do inoculante

A quantidade de inoculante a ser utilizada deve ser aquela que forneça uma concentração igual ou superior a 600.000 células.semente⁻¹. Resultados de pesquisas indicam benefícios crescentes à nodulação e à FBN pela utilização de concentrações de 1.200.000 células viáveis por semente.

Dessa forma, recomenda-se que a concentração de células deve ser de 1×10^9 células. g^{-1} ou mL^{-1} de inoculante com comprovada eficiência agrônômica e com estirpes recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011). É importante frisar a necessidade da leitura do rótulo dos produtos comerciais para aperfeiçoar o procedimento da inoculação. Os inoculantes recomendados devem ser adquiridos em empresas produtoras credenciadas pelo MAPA e em algumas instituições de pesquisa (BRASIL, 2011).

Cuidados na aquisição dos inoculantes

Os inoculantes devem ser adquiridos nas empresas produtoras credenciadas, obedecendo-se aos cuidados a seguir:

- verificar se é específico para a cultura de interesse, pois existe especificidade entre a bactéria e a planta;
- verificar se é recomendado pela pesquisa e registrado no MAPA, o número de registro deve estar impresso na embalagem;
- observar o prazo de validade (seis meses a partir da formulação) e não usar inoculante com prazo de validade vencido;
- certificar-se de que o inoculante estava armazenado em condições adequadas de temperatura e arejamento;
- conservar em lugar seco e, de preferência, em refrigerador e, no transporte, não expor o produto aos raios solares ou a temperatura acima de 37°C .

Vantagens do uso dos inoculantes:

- melhora a qualidade do solo;
- proporciona economia para os agricultores;
- aumenta a produtividade;
- elimina o uso de adubação nitrogenada;
- sem prejuízos ao meio ambiente.

FEIJÃO-CAUPI: DO PLANTIO AO ARMAZENAMENTO

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

Maria da Conceição Martiniano de Souza (D. Sc. em Genética e Melhoramento)
Pesquisadora do IPA

Katiane da Rosa Gomes da Silva (D. Sc. em Sementes)
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA
Bolsista BFP - FACEPE

Cultivo do feijão-caupi

O cultivo do feijão-caupi deve ser conduzido a partir da combinação lógica e ordenada de várias atividades e operações como: análise e correção do solo, manejo do solo, seleção de cultivares, escolha dos métodos de plantio, definição do espaçamento, semeadura, manejo da irrigação e das plantas daninhas, colheita, beneficiamento e armazenamento. Nesse contexto, os principais elementos climáticos que influenciam a produtividade de grãos do feijão-caupi são a precipitação pluviométrica, a temperatura do ar e a radiação solar.

A cultura do feijão-caupi exige um mínimo de 300 mm de precipitação para obtenção de produção satisfatória, sem a necessidade de utilização da prática da irrigação. As regiões cujas cotas pluviométricas oscilam entre 250 e 500 mm anuais são consideradas aptas para a implantação da cultura. Entretanto, a limitação em termos hídricos encontra-se mais diretamente condicionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas ocorridas no período.

O feijão-caupi é cultivado em uma ampla faixa ambiental, sendo que o bom desenvolvimento da cultura ocorre na faixa de temperatura de 18 a 34 °C. Elevadas temperaturas prejudicam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, exercendo influência sobre o abortamento de flores, o vingamento e a retenção final de vagens, afetando, também, o número de sementes por vagem. Adicionalmente, podem contribuir para a ocorrência de várias doenças/pragas, principalmente aquelas associadas às altas umidades relativas do ar, condições essas que frequentemente ocorrem quando o cultivo é feito em condições de sequeiro. Por outro lado, temperaturas abaixo de 18 °C também influenciam negativamente a produtividade do feijão-caupi, retardando o aparecimento de flores e aumentando o ciclo da cultura.

Semelhantemente, a importância da radiação solar varia de acordo com as fases do ciclo do feijão-caupi. A fase vegetativa, por exemplo, apresenta baixa resposta à radiação solar. Os maiores incrementos na produtividade de grãos, para níveis crescentes de radiação solar, são obtidos, respectivamente, durante as fases reprodutiva e de maturação de vagens. Um ângulo foliar mais agudo (< 90°) permite que maior quantidade de radiação atinja as folhas inferiores do dossel, tornando-as fotossinteticamente mais eficientes, ou seja, plantas com porte ereto e semiereto são mais eficientes na utilização da radiação solar.

Todavia, a falta de luz pode acontecer em dossel fechado, podendo ocorrer um crescimento vegetativo excessivo das plantas, as quais não irão permitir que a luz solar chegue até a maioria das folhas verdes. Dessa maneira, a luz solar somente incide nas folhas da parte superior das plantas, que normalmente ainda não estão completamente maduras e que nem sempre são autossuficientes na produção de fotoassimilados.

De uma maneira geral, no Nordeste, o chamado período das chuvas é caracterizado pela irregularidade das precipitações pluviométricas, tornando a agricultura de sequeiro uma atividade econômica de alto risco, o qual pode ser reduzido pela utilização de épocas mais adequadas de semeadura, com base em trabalhos de zoneamento de risco climático.

No caso de cultivo irrigado, tem-se uma maior flexibilidade quanto à indicação da melhor época de plantio, a qual deverá ser uma decisão econômica face às oscilações do preço de mercado do produto. No entanto, ressalta-se que se deve levar em consideração o ciclo da variedade, procurando-se aquelas mais precoces, produtivas e indicadas para cultivo irrigado, as quais devem ser semeadas em épocas apropriadas de maneira que o florescimento não coincida com os períodos de altas temperaturas.

Em relação ao solo, quando esse é bem preparado, contribui para a obtenção de um bom *stand* inicial e eliminação ou diminuição da competição provocada pelas plantas daninhas nesse estágio de estabelecimento da cultura. O feijão-caupi, como a maioria das culturas, não se desenvolve satisfatoriamente em solos mal drenados, devido à permanência do excesso de água no perfil do solo, que proporciona ambiente anaeróbico. Logo, deve-se dar preferência a solos de textura franco-arenosa a franco-argilosa, bem drenados e de relativa fertilidade natural. Deve-se também dar preferência a terrenos planos ou pouco declivosos; adicione-se a isso o fato de as variedades de porte ereto e semiereto de feijão-caupi estarem no grupo das plantas que ajudam a controlar a erosão.

Antes de dar início às operações de preparo do solo, recomenda-se proceder à análise de sua fertilidade para fins de correção do pH e recomendação da adubação de forma correta e econômica. Os solos brasileiros, em sua maioria, apresentam limitações no desenvolvimento dos sistemas de produção de grande número de espécies cultivadas, devido aos efeitos da acidez. A calagem tem como finalidade diminuir a acidez do solo; corrigir a toxidez do Al e Mn; aumentar a disponibilidade dos nutrientes; fornecer Ca e Mg para as plantas; aumentar a atividade biológica no solo (beneficiando a fixação biológica de N²) e propiciar melhor desenvolvimento do sistema radicular, aumentando, conseqüentemente, a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é reconhecidamente eficiente em feijão-caupi. Embora se observe sua capacidade em nodular facilmente com bactérias do grupo rizóbio no solo, essas podem apresentar baixa eficiência, sendo necessária a inoculação para eficiente uso do processo de FBN.

A seleção de estirpes nativas é a melhor forma para aumentar a contribuição da FBN, por serem mais adaptadas e eficientes na fixação de N². As estirpes que constam na lista de microrganismos autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a utilização como produtos comerciais disponíveis no mercado para a cultura do feijão-caupi são a UFLA 3-84 (SEMIA 6461), BR 3267 (SEMIA 6462), INPA 03-11B (SEMIA 6463) e a BR 3262 (SEMIA 6464).

Um ponto de fundamental importância é a escolha correta da cultivar para um determinado ambiente e o sistema de produção mas adequado para, assim, alcançar uma boa produtividade. Contudo, isso por si só não é suficiente, faz-se necessário, também, que a cultivar possua certas propriedades, como: aceitação pelo mercado consumidor do tipo de grão, principalmente quanto à cor do tegumento, ao tamanho, ao formato e ao aspecto visual do grão; alta qualidade culinária e nutricional; adaptação às condições edafoclimáticas da região onde será feito o cultivo – consultar o zoneamento agrícola de risco climático da região, o qual indicará a melhor época para a semeadura; estabilidade e potencial de rendimento de grãos; resistência ou tolerância às principais doenças e pragas que ocorrem na região; arquitetura da planta, principalmente o porte (ereto, semiereto, semiprostrado e prostrado), adequada ao nível de tecnologia que será empregado na lavoura; ciclo (número de dias da semeadura à maturidade) adequado ao regime de chuva da região, ou, no caso de cultivo irrigado, adequado à janela de plantio disponível, e aquisição de semente certificada de origem idônea, com alto poder germinativo e vigor.

Há várias cultivares recomendadas para a região do Semiárido nordestino, a exemplo da IPA 206, BRS Guariba, BRS Xiquexique, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Tumucumaque, Miranda IPA 207, BRS Imponente, entre outras. Já para o Estado de Pernambuco as cultivares indicadas são: IPA 206, BRS Guariba, BRS Marataoã, BRS Pujante, BRS Pajeú, BRS Tumucumaque, BRS Acauã, BRS Carijó e Miranda IPA 207, dentre outras.

No tocante ao sistema de plantio, o consorciado (plantio convencional), é predominante no Estado. O preparo do solo para a semeadura do feijão-caupi deve ser feito com aração profunda de até 30 cm, de preferência com arado de aiveca ou de disco. Quando se usa o sistema de cultivo convencional, é aconselhável fazer sempre a incorporação dos restos culturais, pois isso ajuda a manter a matéria orgânica do solo. Deixado sobre o solo, esse material dificulta o uso de implementos agrícolas, como arado, grade e plantadeira, provocando o "embuchamento".

Outro ponto que merece destaque é o plantio em época adequada para se obter bons resultados com o cultivo. Dessa forma, torna-se necessário para a semeadura escolher os períodos do ano que melhor atendam às exigências climáticas da cultura, os quais devem se caracterizar por boa disponibilidade de água no solo durante a fase vegetativa e por ausência de chuvas no decorrer da colheita. A época apropriada para a semeadura do feijão-caupi depende da região considerada, estando sempre ligada ao início do período chuvoso, no entanto, para a zona da Mata recomenda-se a primeira quinzena de junho, para não correr o risco de faltar umidade para completar o ciclo ou colher com muita umidade, o que irá comprometer a qualidade do produto colhido. Para o feijão irrigado, pode-se plantar entre março e agosto, sem prejuízo da produtividade, desde que se faça a escolha certa da cultivar.

O feijão-caupi, por se tratar de uma planta de crescimento indeterminado, relaciona a sua distância de plantio diretamente com as condições de fertilidade de solo e ao porte da planta. Para as cultivares de porte prostrado e semiprostrado, quando plantadas em monocultivo, indica-se o espaçamento de 0,80 m x 0,30 m utilizando-se três sementes por cova. Para as cultivares de porte ereto e semiereto, o espaçamento recomendado é de 0,60 m x 0,30 m, também com três sementes por cova. No caso de plantios mecanizados, a plantadeira deve ser regulada para distribuir de 8 a 10 sementes por metro linear, mantendo-se as mesmas distâncias entre as linhas de plantio acima citadas.

Comporta assinalar que a escolha do sistema de irrigação é o ponto de partida para se estabelecer um planejamento e manejo adequados da irrigação, a fim de subsidiar ao produtor informações para o uso da água com a máxima eficiência, aumentando a produtividade da cultura, reduzindo os custos de produção e maximizando a receita líquida dos investimentos.

O sistema de irrigação mais utilizado para o feijão-caupi é o de aspersão, desde os automatizados, como no caso o sistema de pivô central, que é recomendado para grandes áreas, ou mesmo a aspersão convencional, mais comum em áreas menores.

Existem vários métodos para se efetuar o manejo da irrigação em uma cultura. Os mais comuns são os baseados no turno de irrigação, calculado no balanço de água no solo e na tensão de água no solo. Nesse sentido, por ser mais completo e preciso, o método do balanço de água no solo é o mais recomendado.

Aditivamente, faz-se necessário destacar que as plantas daninhas, se não forem adequadamente controladas podem reduzir o rendimento de grãos do feijão-caupi em até 90%. A competição dessas plantas com a cultura ocorre a partir da semeadura até o final do ciclo, mas o período mais crítico de prevenção à interferência (PCPI) das plantas daninhas no feijão-caupi é entre 20 e 40 dias após a semeadura (DAS). A variação no PCPI decorre das cultivares de feijão-caupi e de vários fatores ambientais, incluindo o solo e a comunidade de plantas daninhas. Vários métodos de controle de plantas daninhas foram avaliados em caupi, destacando-se entre eles as capinas e o uso de herbicidas. Apesar de vários herbicidas terem sido recomendados para a referida cultura, com base em estudos, até o momento não há registro no MAPA de herbicidas para controlar plantas daninhas em feijão-caupi.

Igualmente importante, o processo de colheita do caupi pode ser realizada manual ou mecanicamente; a quase totalidade dos agricultores utiliza a prática da colheita manual, apesar de ser o método mais demorado e trabalhoso, necessitando de muita mão-de-obra. É o método que apresenta menor grau de perdas no campo, permitindo a seleção manual das vagens, principalmente nas cultivares de maturação desuniforme. Em se tratando de cultivares de porte prostrado, são necessárias três ou mais colheitas para que todas as vagens sejam aproveitadas, sendo a primeira quando as plantas apresentarem aproximadamente 85% das vagens secas. Quando a cultivar utilizada apresentar porte semiereto ou ereto, as colheitas são reduzidas para duas ou, em caso de ausência total de chuvas durante a maturação, apenas uma. A colheita mecanizada é pouco frequente no caupi, sendo recomendada para regiões onde não há disponibilidade de mão-de-obra e são cultivadas extensas áreas.

Vale destacar que, preferencialmente, a colheita deve ser realizada nas primeiras horas da manhã ou no final do período da tarde, evitando-se as horas mais quentes do dia, ocasião em que as vagens de algumas cultivares se abrem com certa facilidade, provocando perdas de grãos no campo. No caso do feijão-caupi se destinar para consumo como grãos verdes, a colheita deve ser realizada antes da vagem entrar no início da maturação, ou seja, antes que ela mude completamente de cor. Caso o objetivo seja o consumo como legume (vagem verde), a colheita deve ser efetuada quando as vagens estiverem suficientemente desenvolvidas, com poucas fibras, o que é atingido, geralmente, entre o sexto e o nono dia após a emissão da vagem.

Por fim, o feijão-caupi inicia o seu processo de secagem no campo após a maturação fisiológica das vagens e sementes, e deve ser complementado após a colheita. Nas regiões onde existe grande disponibilidade de energia solar, a exposição das

vagens ao sol torna-se suficiente para reduzir a umidade das sementes a níveis de 10% a 13% de umidade. Nas regiões mais úmidas, podem ser utilizados secadores artificiais mecânicos ou a energia solar.

Após a secagem, as vagens podem ser trilhadas tanto pelo método manual quanto pelo mecânico. No processo manual, após a secagem das vagens, faz-se a bateção com auxílio de varas flexíveis sobre as vagens colocadas em sacos de aniagem, sobre lonas ou em área cimentada, tendo o cuidado de revirá-las de vez em quando até os grãos ficarem completamente livres. A trilha mecânica poderá ser feita com máquina estacionária acoplada a trator.

A secagem dos grãos destinados ao armazenamento é de fundamental importância para a conservação do produto, pois grãos armazenados com teor elevado de água estão sujeitos à deterioração causada por diversos micro-organismos, além de afetar a sua coloração e qualidade. Como a produção do feijão-caupi na região ainda é feita em pequena escala para a comercialização e uma pequena quantidade para movimentação da nova safra, a estocagem limita-se a curtos períodos de armazenamento; para essas condições o teor de água de 15% garante a qualidade do produto. Caso haja necessidade de armazenagem mais prolongada, é importante reduzir a umidade para o máximo de 12%. As sementes podem ser armazenadas em tambores de zinco, latas e garrafas, todas hermeticamente fechadas, para eliminar o oxigênio e impedir o desenvolvimento de insetos. Dentre os métodos de armazenamento, os tambores de zinco e as latas são os sistemas que se mostram mais eficientes, permitindo o armazenamento do produto por até doze meses, sem alterar as suas características qualitativas. Antes de o produto ser colocado nos recipientes, deve-se fazer o expurgo com produto químico.

Durante o armazenamento, a perda de qualidade do produto ocorre de diversas formas: pelo ataque de carunchos, pela coloração que se modifica - os feijões de coloração clara tendem a escurecer, diminuindo o seu valor comercial pela perda das qualidades culinárias - existe uma tendência do feijão-caupi armazenado por período mais prolongado ficar mais duro, aumentando o tempo de cocção.

Para minimizar esses problemas, recomenda-se que o produto quando armazenado em sacos seja acondicionado em sacaria de aniagem, e as pilhas dispostas de forma a permitir expurgos periódicos e a maior circulação possível do ar entre elas.

IRRIGAÇÃO NO FEIJÃO-CAUPI

Sérvulo Mercier Siqueira e Silva (D. Sc. em Engenharia Agrícola - Irrigação e Drenagem)
Pesquisador do IPA

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

Contextualização

O ambiente agrícola está cada vez mais dinâmico e restritivo, demandando do agricultor uma visão mais abrangente da sua área. A possibilidade de se produzir mais alimentos deve ser vista dentro de uma abordagem mais ampla, considerando os aspectos de sustentabilidade ambiental, produzindo mais alimentos com melhores qualidades e procurando causar menores danos aos recursos naturais (RODRIGUES, 2017).

Para a produção agrícola no Semiárido brasileiro, diante dessa nova realidade, o desafio passa a ser ainda maior, devido às suas características climáticas intrínsecas, onde quase sempre apresenta elevada temperatura, alta radiação solar, baixa umidade do ar, baixa precipitação pluviométrica, com chuvas muitas vezes irregulares e mal distribuídas, e em poucos meses. Já os seus solos, em sua grande maioria, são rasos, com baixa capacidade de armazenamento de água, valores de pH baixos (ácidos), drenagem insuficiente, com algumas localidades mais salinizadas e com baixa disponibilidade de alguns nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas (ALVES et al., 2016). Poucas são as alternativas para aumentar a produção agrícola nessa região e a irrigação é uma delas, embora não seja possível aplicá-la em todas as áreas.

O cultivo do feijão-caupi se enquadra dentro das alternativas para a região e a possibilidade de irrigá-lo torna-se uma opção ainda mais favorável. Necessitando de um consumo de água entre 250 a 400 mm em seu ciclo, o cultivo do feijão-caupi irrigado na região Semiárida já é uma realidade, embora em muitos casos ocorra de maneira inadequada, necessitando do emprego de novas tecnologias.

Alguns resultados de pesquisa para a produtividade do feijão-caupi são bastante expressivos como os obtidos por Ramos et al. (2012), onde, lâminas de 423 e 354 mm proporcionaram rendimentos máximos de grãos verdes de 2.492,86 kg ha⁻¹ e 2.937,36 kg ha⁻¹ para as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Guariba, respectivamente. Costa et al. (2013), em ensaio com irrigação, em Belém do São Francisco, obtiveram 3.578,50 kg/ha de grãos secos, com a cultivar Miranda IPA 207. Lacerda et al. (2015), em Belém do São Francisco-PE, encontraram produtividade máxima de 1.374,70 kg ha⁻¹ para grãos secos com a reposição 401,79 mm na cultivar Miranda IPA-207, no período mais quente do ano.

Considerando que seu rendimento é bastante influenciado pelas condições de umidade do solo, verificou-se que deficiências e excessos em diferentes fases do ciclo da cultura causam redução na produtividade e em diferentes proporções. Diversas culturas possuem períodos críticos durante os quais a deficiência hídrica causa decréscimo na produção. Para o feijoeiro as fases já estão bem definidas, as quais são a floração e o desenvolvimento da vagem (DOORENBOS; PRUIT, 1997; MAROUELLI et al., 2008). Enquanto o excesso hídrico, quando ocorre em áreas da região, está ligado ao manejo inadequado da irrigação, causado pelo excesso de água disponibilizado às plantas (SILVEIRA; STONE, 2001). É bom ficar claro que as diferentes cultivares não respondem igualmente à mesma condição hídrica.

O detalhamento sobre o consumo de água para qualquer cultura, dentre elas o feijão-caupi, é indispensável para se determinar a quantidade de água que será disponibilizada às plantas pelo sistema de irrigação. Portanto, condições variáveis como cultivar, época de plantio, localidade, estágio de desenvolvimento e manejo da cultura devem ser levadas em consideração. Além dessas informações, outras são importantes para uma irrigação eficiente no feijão-caupi, a saber; qualidade da água de irrigação, capacidade de armazenamento de água no solo, profundidade do sistema radicular e evapotranspiração da cultura.

Alinhando todas essas informações pode-se ter ideia de qual o melhor sistema de irrigação a ser utilizado, o turno de rega mais adequado, o tempo necessário de água para atender às plantas. Enfim, a lâmina de água ideal para cada fase de crescimento da cultura, nas mais variadas condições de solo e clima da região.

Solo, água, planta, clima e suas inter-relações com a irrigação

Para um melhor entendimento, faz-se na sequência uma abordagem resumida de alguns tópicos importantes para o cultivo do feijão-caupi nas condições irrigadas do Semiárido.

Qualquer que seja o método de irrigação a ser utilizado, este deve possibilitar que a água seja aplicada uniformemente às plantas, no momento oportuno e na quantidade adequada, tendo como principal objetivo incrementar a produtividade do feijoeiro, maximizar a eficiência do uso da água e energia, minimizar a incidência de pragas, doenças e impactos ambientais.

Inicialmente, para que isso ocorra é necessário coletar amostras de solo e água para análises, sempre orientando o agricultor para um cultivo ambientalmente correto. Também deve ser realizado um preparo adequado da área de plantio e utilizar sementes de excelente qualidade.

Para o feijão-caupi, o método de irrigação por aspersão tem sido bastante utilizado, apresentando uma diversificação de equipamentos e sistemas, permitindo um bom controle da lâmina de água aplicada. Já em menor escala tem-se o método de irrigação por superfície, com destaque para a irrigação por sulcos, cuja aplicação da água é realizada por meio de canais e em grandes volumes. Mais recentemente, vem aumentando o número de áreas utilizando a irrigação localizada, principalmente por gotejamento, devido à sua grande economia de água e insumos, além da facilidade de se aplicar os fertilizantes via água de irrigação, fertirrigação. Possivelmente, esse será o sistema de irrigação a ser mais utilizado para a cultura no Semiárido.

A qualidade da água é um aspecto muito importante para o êxito de uma cultura irrigada, o que muitas vezes é negligenciada, podendo causar efeitos indesejáveis na resposta produtiva das plantas. No feijão-caupi, ainda são poucos os estudos com esse assunto, podendo-se citar Dantas et al. (2002), que obtiveram 3,0 dS.m⁻¹ como valor tolerante na matéria seca e parte aérea de 36 genótipos, em telado, no município de Lagoa Seca-PB. Esse resultado é bastante expressivo, pois concentração de sal inferior a essa se enquadra dentro de uma grande quantidade de pequenos açudes, águas subterrâneas, entre outras fontes de água, encontradas em várias localidades do Nordeste brasileiro. Na Tabela 3 estão dispostos os níveis de salinidade de água com os seus riscos, respectivamente.

Tabela 3 - Qualidade de água para irrigação

Qualidade	CEa (dS/m a 25°C)	Risco de salinidade
A	Inferior 0,75	Baixo
B	0,75 a 1,5	Médio
C	1,5 a 3,0	Alto
D	Superior a 3,0	Muito Alto

Fonte: Oliveira et al. (2006).

Um dos principais componentes no estudo da irrigação é o solo, que além de servir de sustentação física, atua como reservatório de capacidade limitada de água e nutrientes para as plantas. Uma vez cheio, por meio das chuvas ou irrigação, a água começa a ser consumida gradualmente pela transpiração das plantas e evaporação do solo. Quando a capacidade atinge um nível crítico de segurança, abaixo do qual o rendimento

das plantas diminui, a água deve ser rapidamente reaplicada (MAROUELLI et al., 2008). A regulação da taxa de água a ser consumida pelas plantas é condicionada ao solo, planta e clima.

Nas condições de solo a Capacidade de Campo (CC), Ponto de Murcha (PM) e Densidade Aparente do Solo (Da) são referências para determinar a quantidade de água nele armazenada. Esses valores são obtidos, geralmente, por meio de análises de solos determinadas em laboratórios. Na CC tem-se a quantidade de água armazenada mais facilmente disponível para a planta, normalmente entre -0,05 a -0,33 atm, enquanto no PM temos a condição mais difícil para a planta absorver a água, em torno de - 15,0 atm. Além desses, tem-se a profundidade do sistema radicular, que no caso do feijão-caupi varia de 20 a 40 cm, entre os estádios de crescimento e maturação dos grãos. Verifica-se também o fator de disponibilidade de água no solo (f), onde esse, por sua vez, limita a parte de água disponível do solo que a planta possa utilizar, sem causar maiores prejuízos à produtividade. No caso do feijão, varia entre 30% e 40% (MANTOVANI et al., 2007).

Dessa forma, têm-se as informações necessárias para quantificar a água no solo, correspondente à profundidade explorada pelo sistema radicular para uma determinada fase da cultura. A equação abaixo melhor representa a situação.

$$IRN = \frac{(CC-PM)}{10} \times Da \times Z \times f \quad (\text{Eq. 01})$$

- IRN – irrigação real necessária (mm)
- CC – capacidade de campo (% de peso seco)
- PM – ponto de murcha (% de peso seco)
- Da – densidade aparente do solo (g/cm³)
- Z – profundidade do sistema radicular (cm)
- f – fator de disponibilidade de água no solo

Para auxiliar na determinação da quantidade de água a ser consumida pela planta, a Evapotranspiração de referência (ET₀) é de extrema importância. Ela representa as condições meteorológicas ocorridas durante o desenvolvimento da planta. Vários são os métodos para determinar a ET₀, dentre eles têm-se os Métodos Diretos e Indiretos. No Método Direto obtém-se o valor da ET₀ a partir do balanço de água no solo, lisímetro de pesagem e não pesagem, entre outros. Já nos Métodos Indiretos são utilizadas fórmulas empíricas, a partir de dados climáticos como temperatura do ambiente, umidade do ar, radiação solar, velocidade do vento, normalmente, proveniente de uma estação meteorológica perto da área a ser irrigada. As principais fórmulas são de Thornthwaite, Blaney-Criddle, Hargreaves, Penman-Monteith (Padrão FAO), além da determinação da ET₀ pelo método do Tanque de Evaporação Classe A, por meio do processo físico (DOORENBOS; PRUIT, 1997). Esses dois últimos são bastante usados no meio acadêmico.

Outro ponto importante é o coeficiente de cultivo (Kc), que é originário da relação Kc = ETc/ET₀ e representa o consumo de água no melhor rendimento da cultura, nas diferentes fases de crescimento. Muitos valores para o Kc podem ser encontrados na literatura para diversas culturas. Na Tabela 4 são apresentados dois resultados de estudos com o feijão-caupi para a região Semiárida.

Tabela 4 - Valores médios dos coeficientes de cultura (Kc) obtidos no Ceará por Souza et al. (2005) e no Piauí por Bastos et al. (2008), por estádios fenológicos do feijão-caupi

Estádios	(Kc) (cultivar Setentão)	(Kc) (cultivar BR-17 Gurguéia)
	Sousa et al. (2005)	Bastos et al. (2008)
Vegetativo	0,78-0,81	0,80
Floração	1,27-1,36	0,80-1,10
Enchimento de grãos	1,02-1,19	1,10-1,40
Maturação	0,69-0,77	1,40-0,30

Fonte: Souza et al. (2005); Bastos et al. (2008).

A partir da identificação dos valores de coeficiente de cultivo, determina-se a Evapotranspiração da cultura (ETc), por meio da equação 02 que representa a quantidade de água a ser consumida pela planta para uma condição de pleno desenvolvimento.

$$ETc = ET_0 \times Kc \quad (\text{Eq. 02})$$

Com as informações do solo juntamente com a evapotranspiração da cultura, consegue-se determinar o turno de rega, isso nas mais diferentes condições de solo, planta e clima que forem estabelecidas. O turno de rega é o intervalo de dias necessários para aplicar água de maneira eficiente, propiciando o melhor desenvolvimento das plantas (Equação 03).

$$TR = IRN/ETc \quad (\text{Eq. 03})$$

O tempo necessário para se aplicar água para atender ao turno de rega vai depender da vazão pré-estabelecida pelo emissor, podendo ser um aspersor, microaspersor ou gotejador, por exemplo, em se tratando de irrigação pressurizada. Deve-se levar em conta a eficiência do sistema de irrigação. Essa é determinada em campo por meio de testes de uniformização de distribuição de água pelo sistema de irrigação adotado. O tempo necessário para a irrigação numa determinada condição pode ser obtido com as equações abaixo.

$$ITN = IRN/Ea \quad (\text{Eq. 04})$$

$$Ia = Qe/E_1 \times E_2 \quad (\text{Eq. 05})$$

$$Ti = ITN/Ia \quad (\text{Eq. 06})$$

ITN – irrigação total necessária (mm)

Ea – eficiência do sistema de irrigação (%)

Ia – intensidade de aplicação do emissor (mm/h)

E1 e E2 – espaçamento entre linhas e entre plantas do feijão-caupi, respectivamente (m)

Ti – tempo de irrigação (h)

Com o sistema de irrigação escolhido, inicia-se a instalação em campo, observando-se as particularidades do mesmo e da área a ser plantada.

Por fim, com o auxílio de todas as informações descritas e realizando um manejo adequado de irrigação para a cultura, espera-se chegar a um melhor rendimento para o feijão-caupi, utilizando a água de maneira mais eficiente, procurando minimizar os riscos de perdas com a cultura nas condições da região Semiárida.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

Francisco Claudio Lopes de Freitas (D. Sc. em Fitotecnia - Produção Vegetal)
Professor Universidade Federal de Viçosa - UFV
Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2

Márcio Alexandre Moreira de Freitas (M. Sc. em Fitotecnia)
Doutorando em Engenharia Agrícola - Mecanização Agrícola - UFV

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) está entre as espécies mais cultivadas no Brasil, especialmente nas regiões Nordeste e Norte, onde é produzido principalmente em pequenas propriedades com baixo nível tecnológico. No entanto, a cultura vem conquistando espaço em outras regiões do País, especialmente na região Centro-Oeste, onde é plantada na segunda safra por produtores que adotam níveis tecnológicos avançados.

Um dos principais componentes do custo de produção na cultura do feijão-caupi é o controle de plantas daninhas, envolvendo o controle em pré-plantio (preparo da área) e pós-plantio (manejo das plantas infestantes no ciclo da cultura). No entanto, no sistema de cultivo empregado na região Nordeste, com baixo nível tecnológico, onde os produtores pouco investem em sementes de qualidade, fertilizantes e controle de pragas e doenças, pode tornar o manejo das plantas daninhas o principal componente do custo de produção.

Se não manejadas adequadamente, plantas daninhas constituem um dos fatores que mais afetam a cultura do feijão-caupi, podendo causar redução de até 90% da produtividade (MATOS et al., 1991; FREITAS et al., 2009a), pois competem por luz, nutrientes e água, liberam substâncias alelopáticas que prejudicam o crescimento da cultura, são hospedeiras de pragas e doenças, aumentam os custos operacionais de colheita, secagem e beneficiamento dos grãos. Algumas espécies como o capim-carrapicho (*Cenchrus echinathus*), o picão-preto (*Bidens pilosa*) e a corda-de-viola/jitirana (*Ipomoea* sp. e *Merremia* sp.), além de importantes competidoras, dificultam a colheita, sendo que as duas primeiras ferem as mãos dos trabalhadores na colheita manual e a última se enrola na cultura, dificultando a colheita manual e inviabilizando a mecanização dessa operação (FREITAS et al., 2009b).

O grau de interferência das plantas daninhas depende de fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à própria cultura (variedade, espaçamento e densidade de plantio) e à época e extensão da convivência, podendo ser alterado pelas condições de solo, clima e manejo (PITELLI, 1985; FREITAS et al., 2009b). Com relação às espécies que compõem a comunidade infestante, nem sempre aquela que possui maior número de indivíduos vai ser a mais importante, pois algumas espécies, mesmo em baixa densidade, são extremamente danosas por serem muito competitivas pelos fatores de produção, enquanto que outras menos competitivas somente irão causar perdas em densidades muito elevadas. Outro fator que altera o balanço de interferência entre a cultura e as plantas daninhas é o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas competem pelos recursos do ambiente. Pitelli e Durigan (1984) propuseram os conceitos de período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência

(PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI), sendo esse último o período em que o controle da vegetação infestante deve ser realizado obrigatoriamente, situando-se entre os limites superiores do PAI e do PTPI. Segundo Matos et al. (1991), o PCPI na cultura do feijão-caupi ocorre desde a emergência até os 36 dias após, já Freitas et al. (2009a) verificaram PCPI entre 11 e 35 dias após a emergência.

Controle de plantas daninhas

Os métodos de controle de plantas daninhas usados na cultura do feijão-caupi vão depender de diversos fatores como a disponibilidade de recursos, equipamentos, assistência técnica e do nível tecnológico adotado. Eles abrangem desde a capina manual até o uso de herbicidas. A redução da interferência das plantas daninhas deve ser feita até um nível no qual as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo do controle, ou seja, que não interfiram na produção econômica da cultura.

O controle cultural consiste na adoção de medidas que possibilitem que a cultura leve vantagem sobre a comunidade infestante, por meio de estratégias que favoreçam o crescimento da cultura e desfavoreçam as plantas daninhas. Dentre as estratégias destacam-se o preparo adequado da área para o plantio, adubação equilibrada de modo a favorecer o crescimento da cultura, controle de pragas e doenças, cobertura morta com palhada no sistema de plantio direto, disponibilidade hídrica, espaçamento adequado entre fileiras e ajuste na população de plantas. Essas práticas, quando utilizadas em conjunto, favorecem o crescimento da cultura, restringindo o crescimento das plantas daninhas pelo sombreamento.

Fontes et al. (2014) constataram que o aumento na população de plantas de feijão-caupi nas cultivares BRS Tracuateua e BRS Xiquexique, no espaçamento de 45 cm entre fileiras, de 88.888 até 177.777 plantas por hectare reduziu o acúmulo de matéria seca de plantas daninhas e elevou a produtividade da cultura, quando essa foi mantida sem capinas. Todavia, apesar da redução das perdas, o aumento da população não resultou em eficácia no controle semelhante ao controle com uma capina aos 25 dias após a semeadura.

O controle mecânico é o método mais empregado no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, devido ao baixo nível tecnológico adotado pelos produtores. Envolve aração e gradagem no preparo do solo para o controle das plantas infestantes em pré-plantio, em áreas com preparo convencional. Após o plantio, o controle é realizado normalmente por meio de capinas com enxada e, dependendo da comunidade infestante, faz-se necessária a realização de uma segunda intervenção, pois o revolvimento do solo estimula a reinfestação das plantas daninhas, especialmente aquelas com sementes fotoblásticas positivas, que têm a germinação favorecida pela exposição à luz.

Apesar de ser um método eficiente, a capina manual tem sido viável apenas em pequenas áreas com mão-de-obra familiar. Entretanto, apresenta baixo rendimento operacional, não se adaptando às áreas mais extensas, devido ao custo elevado e, principalmente, pela escassez de mão de obra. Essas limitações fazem com que esse método seja utilizado apenas como complementar aos demais (FREITAS et al., 2009b). Além disso, o desenvolvimento econômico do país nos últimos anos gerou oportunidades de emprego em diversos outros setores da economia, reduzindo ainda mais a disponibilidade de mão-de-obra rural, especialmente para os serviços braçais como a capina, que são normalmente árduos e mal remunerados em relação a outras atividades do setor econômico, como a indústria e a construção civil.

O uso de cultivadores, tracionados por animais ou tratores, constitui-se em uma atividade de rendimento operacional superior à capina manual. Porém, possui uma série de limitações, dentre as quais podem-se destacar a ineficiência no controle de plantas daninhas na linha de plantio, devendo ser complementado pela capina manual, além da baixa eficiência em áreas infestadas por espécies de propagação vegetativa como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e a grama-seda (*Cynodon dactylon*), pois os propágulos destas plantas podem estar sendo disseminados na área ou, ainda, podem ser levados para outras áreas por meio do uso desse implemento (FREITAS et al., 2009b; SILVA; ALBERTINO, 2009). Outra desvantagem é que este método pode ocasionar danos ao sistema radicular superficial da cultura, e é inviabilizado no sistema de plantio direto devido à presença da palhada.

O controle químico vem sendo amplamente empregado no controle de plantas daninhas em diversas culturas no Brasil e no mundo, pois possui diversas vantagens, tais como: menor dependência da mão de

obra; controla satisfatoriamente as plantas daninhas na linha de plantio; não afeta o sistema radicular das culturas; é eficiente, mesmo em épocas chuvosas; permite o cultivo mínimo ou plantio direto e é eficiente no controle de plantas daninhas de propagação vegetativa (SILVA; SILVA, 2007), embora, deva ser aliado a outras práticas como o controle preventivo e o controle cultural, sendo esse último o de maior importância, uma vez que possibilita melhores condições de desenvolvimento e permanência das culturas em relação às plantas infestantes.

Todavia, o controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi é limitado devido à falta de herbicidas registrados para a cultura no Brasil, embora se tenha conhecimento da seletividade e da eficácia de diversos produtos registrados para outras culturas como soja (*Glycine max*) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), conforme se observa na Tabela 5. Falta, no entanto, interesse por parte dos fabricantes em registrar tais produtos, possibilitando seu uso no País.

Tabela 5 - Relação de herbicidas seletivos para a cultura do feijão-caupi e plantas daninhas controladas segundo trabalhos encontrados na literatura

Herbicida*	Plantas daninhas controladas	Observações	Referências
Trifluralin ¹	Gramíneas	Aplicar em solo bem preparado, seco e incorporar em seguida.	Freitas et al. (2010); Mesquita et al. (2014)
S-metolachlor ²	Gramíneas e algumas dicotiled. como <i>Commelina</i> sp. e <i>Amaranthus</i> sp.	Aplicar com solo úmido ou irrigar em seguida; Evitar uso em solo arenoso	Freitas et al. (2010); Silva et al. (2014)
Oxadiazon ²	Dicotiledôneas e cyperáceas		Fontes et al. (2010)
Bentazon ³	Dicotiledôneas	Não controla caruru (<i>Amaranthus</i> sp.)	Freitas et al. (2010); Mesquita et al. (2017); Silva et al. (2014)
Imazamox ³	Dicotiledôneas		Silva et al. (2003); Mesquita et al. (2017); Silva et al. (2014)
Bentazon + imazamox ³	Dicotiledôneas		Silva et al. (2014); Linhares et al. (2014)
Imazethapyr ³	Dicotiledôneas		Mesquita et al. (2017); Silva et al. (2014)
Lactofen ³	Dicotiledôneas	Causa severa intoxicação na cultura com posterior recuperação, podendo prolongar o ciclo.	Silva et al. (2014)
Fluazifop-P-butil ³	Gramíneas	Respeitar intervalo de cinco dias para aplicação de herbicidas latifolicidas.	Freitas et al. (2010); Mesquita et al. (2017); Silva et al. (2014)
Fenoxaprop-p-ethyl ³	Gramíneas		Silva et al. (2003)

^{1/} aplicação em Pré-plantio-incorporado; ^{2/} aplicação em pré-emergência; ^{3/} aplicação em pós-emergência.

*/ Os herbicidas citados não possuem registro para uso na cultura do feijão-caupi no Brasil.

Apesar da seletividade de diversos produtos empregados para as culturas da soja e do feijão-comum, nem todos os herbicidas podem ser considerados seletivos para o feijão-caupi, como é o caso do metribuzin e do chlorimunon-ethyl seletivos (FREITAS et al., 2010; MESQUITA et al., 2017) para a soja e do fomesafen nas culturas de feijão e soja (MESQUITA et al., 2017, 2011; LINHARES et al., 2014). Podendo haver,

inclusive diferença na seletividade entre variedades para um mesmo herbicida. Harrison Júnior e Fery (1993) verificaram seletividade diferenciada pelo herbicida bentazon a genótipos de feijão-caupi, demonstrando a necessidade de estudos sobre seletividade dos herbicidas para as diferentes variedades disponibilizadas no mercado.

Mesquita et al. (2017), em estudo avaliando a seletividade e eficácia de herbicidas para variedades de feijão-caupi BRS Xiquexique e BRS Guariba, verificaram que os herbicidas bentazon + fluazifop-p-butyl, imazamox + fluazifop-p-butyl, imazamox + bentazon + fluazifop-p-butyl, imazethapyr + fluazifop-p-butyl e S-metolachlor foram considerados seletivos para a cultura, enquanto as misturas fomesafen + fluazifop-p-butyl, lactofen + fluazifop-p-butyl causaram intoxicação severa, ocasionando aumento do ciclo e redução na produtividade, não havendo variação na intoxicação da cultura entre as variedades estudadas.

Considerações Finais

Apesar da grande importância do feijão-caupi no cenário nacional e principalmente na região Nordeste do Brasil, a referida cultura não conta no momento e, ao que tudo indica, num futuro próximo, com um plano adequado para o manejo de plantas daninhas, pois a mão-de-obra está cada vez mais escassa e o controle químico é limitado devido à indisponibilidade de herbicidas registrados para uso na cultura, o que torna urgente um plano de ação envolvendo órgãos governamentais e empresas privadas ligadas à pesquisa e ao registro e desenvolvimento de produtos.

PRINCIPAIS PRAGAS DO FEIJÃO-CAUPI

Luciana Gonçalves de Oliveira (D. Sc. em Biologia de Fungos)
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA
Bolsista de Cooperação Técnica – BCT - FACEPE

Emmanuelle Rodrigues Araújo (D. Sc. em Fitopatologia)
IPA/Bolsista BCT - FACEPE

Mariele Porto Carneiro Leão (D. Sc. em Biologia de Fungos)
IPA/Bolsista BFP - FACEPE

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

As principais causas do baixo rendimento do feijão-caupi estão relacionadas à irregularidade das chuvas, ao uso de sistemas de produção de baixo nível tecnológico e aos problemas fitossanitários (MATOS FILHO et al., 2009). Os insetos, de um modo geral, ocorrem na planta, em uma determinada época, em cujo estágio fenológico a planta produz seu alimento ideal. As pragas do feijão-caupi podem se dividir de acordo com o local de ataque na planta como subterrânea (atacam sementes, raízes e colo da planta), da parte aérea (praga das folhas e dos órgãos reprodutivos) e praga dos grãos armazenados (COSTA et al., 2019).

As principais pragas subterrâneas são:

Lagarta rosca (*Agrotis ipsilon* - Lepdoptera: Noctuidae): essa praga permanece no solo, próxima às plantas atacadas, durante o dia, e à noite sai para se alimentar, atacando outras plantas. Secciona as plantas na região do colo, que tombam e murcham rapidamente. A lagarta-rosca tem preferência por plantas recém germinadas. Alguns dias após a germinação, o caule começa a ficar mais lenhoso, oferecendo resistência ao ataque da praga. O tratamento de sementes ou a aplicação do produto no sulco do plantio é uma medida preventiva de controle da lagarta rosca. Para infestação tardia, aconselha-se uma pulverização dirigida para o colo da planta.

As pragas de parte aérea atacam as plantas podendo atingir ramos, folhas, flores, vagens e grãos. As pragas que atacam as folhas sugam a seiva, injetando toxinas, transmitindo vírus e outros microrganismos causadores de doenças. Outras se alimentam do próprio limbo, diminuindo a área fotossintética das plantas. Por isso, é importante identificar a espécie e determinar o nível de dano ocasionado para possibilitar a aplicação das medidas corretas de controle.

As principais pragas desfolhadoras do feijão-caupi são: vaquinhas, lagarta-do-cartucho do milho ou lagarta militar, lagarta dos capinzais ou mede-palmo e lagarta preta das folhas. As espécies de vaquinhas mais comuns em feijão-caupi são: *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) e *Cerotoma arcuata* (OLIVIER, 1791) (Coleoptera: Chrysomelidae). As fêmeas dessas pragas põem seus ovos nas plantas próximo ao solo. O ataque desses insetos nas raízes das plantas de feijão-caupi pode ser confundido com o ataque de outros insetos

subterrâneos, entretanto, quando se analisam as plantas no campo, deve-se observar também o solo próximo das raízes para certificar-se da presença dessas ou de outras pragas subterrâneas. A ocorrência das larvas de vaquinhas como pragas das raízes em feijão-caupi é muito esporádica, porém é uma praga em potencial, podendo atingir níveis de dano econômico. Os produtos para tratamento de sementes ou aplicação no sulco de plantio podem ser empregados para seu controle, entretanto, não se recomenda fazer o tratamento preventivo, devido à sua esporadicidade.

A lagarta-militar [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)] é uma das principais pragas da cultura do feijão-caupi, podendo ocorrer em qualquer época do cultivo e seu ataque pode iniciar-se logo nos primeiros dias após a emergência das plantas, período em que são muito sensíveis ao desfolhamento. Os ovos são colocados em massas recobertas por pelos da própria mariposa, próximo às plantas ou sobre a própria planta. Após três dias, dependendo da temperatura, há a eclosão e as larvas iniciam a raspagem do parênquima foliar ao redor da postura, espalham-se e iniciam a raspagem do limbo das folhas novas. Posteriormente, migram para outras plantas, alimentando-se das folhas ou das vagens por todo o resto do estado larval que dura cerca de 20 dias, consumindo aproximadamente 200 cm² de folhas, sendo que o maior consumo se dá nos dois últimos estádios. O controle biológico é o mais indicado para essa praga, com aplicação de bioinseticidas provenientes de *Baculovirus spodoptera* e *Bacillus thuringiensis* produzidos a partir de lagartas infectadas por vírus ou pela bactéria, respectivamente.

A lagarta-dos-capinzais [*Mocis latipes* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae)] é uma praga esporádica, entretanto, quando ocorrem condições favoráveis, seu ataque tem-se mostrado devastador à cultura do feijão-caupi. Devido à esporadicidade dessa praga, é necessária uma vigilância constante no campo, pois seus ataques normalmente constituem-se de um surto populacional muito grande, podendo ocorrer em qualquer época do desenvolvimento da planta e prejudicar a produção devido à desfolha. O uso de produtos biológicos, como o *Bacillus thuringiensis* para o controle das lagartas ainda pequenas (até 1,5 cm de comprimento) é de fundamental importância devido às vantagens inerentes à toxicologia e ao meio ambiente.

A lagarta-preta-das-folhas [*Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera; Noctuidae)] chega a medir cerca de 40 a 50 mm de comprimento e tem uma coloração que varia do pardo ao quase negro e são aveludadas. Nos bordos laterais encontram-se listras longitudinais de cor alaranjada. As mariposas medem aproximadamente 40 mm de envergadura e têm coloração parda. Nas áreas produtoras de feijão-caupi da região Nordeste é uma praga pouco agressiva, ocorrendo sempre em baixas populações e esporadicamente. *S. latifascia* é uma lagarta desfolhadora, mas é comum encontrá-la atacando vagens. Recomendam-se as medidas de controle citadas para *S. frugiperda* e *M. latipes*.

As pragas sugadoras das folhas são: cigarrinha verde, pulgões, mosca branca (Figura 4) e mosca minadora das folhas. A Cigarrinha-verde [*Empoaca cakraemeri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae)] é uma das principais pragas de *V. unguiculata* no Nordeste, especialmente durante os períodos mais quentes e secos. Trata-se de um pequeno inseto de coloração verde, onde o adulto mede aproximadamente 3 mm. A localização dos adultos e ninfas na planta se dá sempre na face inferior das folhas, onde se alimentam. Uma das características desse inseto é a forma peculiar de caminhar muito rápido e sempre de lado. O ataque dessa praga provoca enfezamento nas plantas, que ficam com os folíolos enrolados ou arqueados, podendo causar danos durante todo o ciclo da cultura. Tais sintomas são provocados pela introdução de substâncias tóxicas durante a alimentação na planta, induzindo anomalias de caráter sistêmico.

As espécies de pulgão (Figura 4) que ocorrem no feijão-caupi são *Aphis craccivora* (Koch, 1854), *A. gossypii* (Glover, 1876) e *A. fabae* (Scopoli, 1763) (Homoptera: Aphididae). São insetos pequenos (1,5mm de comprimento), apresentando coloração que varia do amarelo-claro ao preto. Os pulgões se alimentam sugando a seiva das plantas, e nesse processo injetam toxinas e transmitem vírus. Esses insetos excretam um líquido adocicado do qual se alimentam as formigas que, em contrapartida, os protegem dos inimigos naturais. Devido ao aumento da população de pulgões, as plantas atacadas ficam debilitadas em virtude da grande quantidade de seiva retirada e de toxinas injetadas. Entretanto, é por serem transmissores de vírus que esses insetos constituem uma das pragas mais sérias da cultura, merecendo, por isso, especial atenção.

Figura 4 - Infestação de feijão-caupi com pulgão (*Aphis craccivora*)



Fonte: Emmanuelle Rodrigues Araújo.

A mosca branca (Figura 5), [*Bemisia tabaci* (Gennadius)], é um inseto pequeno, cerca de 1,5 mm de comprimento, apresenta dois pares de asas brancas com cabeça e abdômen amarelados. A mosca branca, além de praga de importância econômica, transmite vírus do grupo Geminivirus, conhecidos como mosaico dourado, para o feijão-caupi e para muitas outras espécies.

Figura 5 - Mosca branca (*Bemisia tabaci*), inseto vetor do vírus do Mosaico dourado do caupi



Fonte: Antonio Félix da Costa.

A mosca minadora-das-folhas (Figura 6) [*Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera; Agromyzidae)], é uma pequena mosca de aproximadamente 1,5 mm de comprimento, com olhos amarronzados e abdômen amarelado. A postura é feita dentro da folha, entre as duas epidermes, e uma fêmea pode ovipositar cerca de 500 ovos que passam por um período de três dias de incubação. Quando os ovos eclodem, as pequenas larvas vão abrindo galerias irregulares que aumentam de tamanho e diâmetro à medida que as larvas se desenvolvem (aproximadamente 14 dias), quando então empupam dentro da própria mina, atingindo a fase adulta em até

20 dias, dependendo das condições ambientais. Os danos dessa praga se dão por causa da redução da área fotossintética e são mais severos nos meses mais quentes e secos. O aumento populacional dessa praga ocorre quando o produtor utiliza produtos de largo espectro (pouco seletivos) no início dos cultivos, destruindo, assim, os inimigos naturais.

Figura 6 - Ataque de Mosca minadora-das-folhas (*Liriomyza sativae*) em feijão-caupi



Fonte: Emmanuelle Rodrigues Araújo.

Há ainda as pragas dos órgãos reprodutivos como os percevejos vermelhos do feijão-caupi, pequeno da soja e verde da soja; lagartas e manhoso.

O percevejo-vermelho-do-caupi [*Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae)] apresenta partes do corpo amarelo-alaranjadas e outras avermelhadas, medindo aproximadamente 25 mm de comprimento e possui pernas posteriores com fêmures volumosos avermelhados e com grande quantidade de pequenos espinhos escuros. As fêmeas fazem postura (cerca de 80 ovos) nas folhas. Após a eclosão dos ovos, as ninfas se alimentam sugando as vagens, passam por cinco estádios ninfais e, quando adultos, continuam a se alimentar das vagens durante 80 dias, em média.

O percevejo-pequeno-da-soja [*Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae)] apresenta ovos de coloração preta, em forma de barril, dispostos em massas constituídas por filas paralelas com 15 a 20 ovos. No primeiro estágio, as ninfas apresentam hábito gregário, concentrando-se em colônias, normalmente próximas à postura. As ninfas apresentam coloração esverdeada, com manchas vermelhas e pretas dispostas sobre o dorso. O adulto é um percevejo de corpo verde, com uma listra de cor marrom ou vermelha na altura do pronoto, medindo, aproximadamente, 10 mm de comprimento.

O percevejo-verde-da-soja [*Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)] apresenta postura na face inferior das folhas, em massas de forma hexagonal, contendo cerca de 100 ovos. Na fase adulta, conforme indicado por seu nome comum, o percevejo apresenta coloração verde, tendo manchas vermelhas nos últimos segmentos de suas antenas. No ato da alimentação, os percevejos injetam toxinas nos grãos e nos orifícios deixados pelo aparelho bucal dos insetos, por onde penetram microrganismos, provocando o chochamento dos grãos, o que leva à depreciação do produto no ato da comercialização.

Maruca testulales (Geyer, 1832) (Lepidoptera: Pyraustidae) - o adulto da maruca apresenta coloração marrom-clara, com aproximadamente 20 mm de envergadura, parte das asas da mariposa não apresenta escamas e são transparentes. Tem longevidade aproximadamente de sete dias e a fêmea oviposita em média 150 ovos nas gemas de folhas e flores, com período de incubação em torno de cinco dias. As lagartas passam por cinco instares e se alimentam nesse período de pedúnculos, flores e vagens. O orifício de entrada da lagarta da maruca, embora possa apresentar sinais de excrementos, permanece sempre aberto e sem estrangulamento na vagem. A ocorrência de *M. testulales* é esporádica, porém quando ocorre o faz com grandes populações, causando danos significativos. Para o controle dessa praga deve-se dar preferência aos produtos de carência curta e a aplicação dirigida para as vagens.

O manhoso [*Chalcodermus bimaculatus* (Fiedler, 1936) (Coleoptera: Curculionidae)] é considerado, em alguns estados do Nordeste, uma das principais pragas do feijão-caupi. O adulto é um besouro com aproximadamente cinco mm de comprimento e coloração escura. Alimenta-se de folhas e ramos, mas, principalmente, das vagens. Os adultos fazem orifícios nas vagens que podem ser de alimentação e de postura, por meio do aparelho bucal das fêmeas, até atingir o grão. Em seguida, com o ovipositor, introduz o ovo no orifício e cobre-o com uma secreção que o protege dos inimigos naturais e inseticidas. Esses orifícios formam posteriormente uma cicatriz saliente, característica da postura do manhoso. Os orifícios de alimentação permanecem abertos. Cada fêmea pode ovipositar em média 120 ovos, um ovo em cada orifício de postura. As larvas são recurvadas e branco-leitosas, chegando a medir aproximadamente seis mm de comprimento quando completamente desenvolvidas. Uma larva pode consumir completa ou parcialmente um grão. Após seu completo desenvolvimento, que se dá no interior do grão, as larvas abandonam as vagens para empupar no solo.

Pulverizações com *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* na superfície do solo têm evidenciado um controle de 30% a 50% de larvas e pupas e a utilização desses fungos em áreas de secagem de vagens para o controle das larvas que saem das sementes ou mesmo a sua destruição é uma prática que pode diminuir a reincidência da praga nas safras subsequentes. Outras práticas de manejo de *C. bimaculatus* são sugeridas, como a coleta de vagens remanescentes no campo, principalmente as infestadas, e a queima ou incorporação profunda dos restos de cultura.

Pragas dos grãos armazenados: além de todas as pragas presentes nas áreas de cultivo, o feijão-caupi enfrenta sérios problemas quanto à sua conservação em armazéns. As principais ordens envolvidas na infestação dos grãos armazenados são a Coleoptera e a Lepidoptera, com espécies pertencentes às famílias Bruchidae e Pyralidae, respectivamente. As principais são: *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) principal praga do feijão-de-corda armazenado, *C. analis* (Fabr.), *Acanthoscelides clandestinus* (Mots.), *A. obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Plodia interpunctella* (BAKER et al., 1989).

A infestação pode ocorrer ainda em campo, o que se chama de infestação cruzada, e é feita por ovos, larvas ou adultos que, por meio de vagens, grãos ou sacarias, chegam aos armazéns, infestando também os grãos armazenados.

Carunchos [*Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae)] são coleópteros que vivem aproximadamente de cinco a oito dias e medem cerca de 3 mm de comprimento, apresentando nos élitros manchas amarronzadas que, em repouso, formam um “X”. As fêmeas ovipositam cerca de 80 ovos nas superfícies dos grãos liberando larvas que se alimentam de seu conteúdo interno. No interior das sementes, as larvas transformam-se em pupas e após a emergência os adultos perfuram orifícios de saída para iniciar novo ciclo biológico (FREIRE FILHO et al., 2005), com duração, em média, de 26 dias entre ovo e adulto, dependendo das condições climáticas.

Essas pragas apresentam infestação cruzada, sendo recomendada a limpeza e desinfestação dos armazéns no período de entressafra, realização do expurgo do material a ser estocado e monitoramento dos grãos armazenados, com amostragem mensal de cada lote, expurgando-se novamente aqueles que forem encontrados infestados (FREIRE FILHO et al., 2005).



PRINCIPAIS DOENÇAS DO FEIJÃO-CAUPI

Emmanuelle Rodrigues Araújo (D. Sc. em Fitopatologia)
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA /
Bolsista de Cooperação Técnica – BCT - FACEPE

Luciana Gonçalves de Oliveira (D. Sc. em Biologia de Fungos)
IPA/Bolsista BCT - FACEPE

Mariele Porto Carneiro Leão (D. Sc. em Biologia de Fungos)
IPA/Bolsista BFP - FACEPE

Sérgio Rogério Alves de Santana (M. Sc. em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas)
Doutorando em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas - UFRPE
Bolsista FACEPE

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

A produção do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Brasil é limitada devido a diferentes fatores. Enfatizando a região Nordeste, pode-se atribuir a produtividade irregular a algumas condições ambientais, como à baixa precipitação ou à irregularidade na distribuição das chuvas; ao baixo nível tecnológico empregado; bem como à incidência de pragas e doenças, dentre outros fatores.

Em se tratando de doenças que acometem essa cultura, ocasionando perdas de diferentes intensidades, pode-se destacar as ocasionadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides, sendo as virais e as fúngicas as que acarretam maiores perdas à produção.

Para o controle desses patógenos, medidas preventivas vêm sendo aperfeiçoadas, do mesmo modo que produtos classificados como fungicidas, bactericidas, nematicidas são desenvolvidos pela indústria química e utilizados em larga escala na agricultura mundial. Embora essas substâncias químicas, agrotóxicos, contribuam para o aumento da produtividade, também ocasionam consideráveis danos ambientais, especialmente se não empregadas com orientação técnica adequada, como, sobretudo a(s) concentração(ões) utilizada(s) e o número de aplicação(ões). Devido à crescente demanda social em busca por uma agricultura mais limpa, conseqüentemente mais saudável, vem se vislumbrando cada vez mais o desenvolvimento de tecnologias alternativas de controle ou manejo de doenças que minimizem a degradação ambiental, bem como permitam melhorar a qualidade de vida. À proporção que menos produtos químicos sejam lançados nos campos agrícolas, de melhor qualidade será a alimentação da população.

No presente capítulo são apresentadas algumas das principais doenças do feijão-caupi no Semiárido nordestino, seus agentes causais, sintomatologia, formas de disseminação do patógeno, as condições ideais para ocorrência da(s) doença(s), como também as formas de manejo e/ou controle do(s) patógeno(s) e/ou doença(s).

Doenças do feijão-caupi ocasionadas por fungos

Doença: Podridão-do-colo ou Murcha de *Sclerotium* (Figura 7)

Agente causal (Patógeno): *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Sintomas: Folhas amareladas e murcha, acompanhado de crescimento micelial branco do fungo que, com o progresso da doença, ocorre a formação de numerosos escleródios no colo da planta.

Disseminação do Patógeno: Pelo transporte de material contaminado (solo, esterco, mudas, sementes, etc.). Como agentes disseminadores, atuam: o homem, os animais, implementos agrícolas, e a água.

Condições ideais: Umidade e temperatura elevadas favorecem a germinação das estruturas de resistência do fungo (escleródios), que podem permanecer viáveis no solo durante vários anos.

Controle/Manejo: Eliminação de plantas doentes e restos culturais; rotação de cultura com gramíneas por um período mínimo de três anos ou o pousio; calagem, para a redução dos danos causados pelo fungo; cuidado com excesso de nitrogênio, pois este favorece o desenvolvimento do fungo; evitar o acúmulo de matéria orgânica junto ao caule da planta.

Figura 7 - Podridão-do-colo ou Murcha de *Sclerotium* (*Sclerotium rolfsii*). Sintomas na base (colo) da planta, com crescimento micelial branco produzindo escleródios (imaturos = mais claros; maduros = escuros)



Fonte: Emmanuelle Rodrigues Araújo.

Doença: Podridão radicular seca; podridão-das-raízes

Agente causal (Patógeno): *Fusarium solani* [(Mart.) Appel & Wr]

Sintomas: Discreta coloração avermelhada na raiz, principalmente no início da infecção, progredindo a coloração marrom, quando se verifica apodrecimento dos tecidos vasculares, com interrupção da seiva, seguida de amarelecimento, conseqüente murcha, seca e morte das plantas.

Disseminação do Patógeno: Patógeno habitante do solo e pode sobreviver como saprófito e ser disseminado por implementos agrícolas e sementes contaminados, bem como pela água da chuva e irrigação.

Condições ideais: Umidade elevada do solo, altas temperaturas, compactação do solo favorecem a doença.

Controle/Manejo: Uso de sementes sadias; remoção e queima das plantas doentes e eliminação dos restos culturais; rotação de cultura; diminuição da densidade de plantio; uso de solos bem drenados e adubados; evitar capinas que causem ferimentos às raízes; calagem com a aplicação de calcário de acordo com recomendação da análise de solo

Doença: Podridão radicular de *Rhizoctonia* ou rizoctoniose (Figura 8)

Agente causal (Patógeno): *Rhizoctonia solani* Kühn

Sintomas: Lesões deprimidas, com bordos bem delimitados de cor marrom-avermelhada na base do hipocótilo e raiz principal de plântulas. Se a doença progride as lesões formam cancrios avermelhados; damping-off de pré e pós-emergência;

Disseminação do Patógeno: Sementes contaminadas.

Controle/Manejo: Uso de sementes saudáveis e certificadas; proteção de sementes antes do plantio.

Figura 8 - Podridão radicular. Plântulas com sintomas de lesões deprimidas, com bordos bem delimitados de coloração marrom-avermelhada na base do hipocótilo e raiz principal (indicadas pelas setas), ocasionadas pelo fungo *Rhizoctonia solani*



Fonte: Emmanuelle Rodrigues Araújo.

Doença: Mela ou murcha da teia micélica

Agente causal (Patógeno): *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.

Sintomas: Nas folhas próximas ao solo observam-se manchas de formato irregular, inicialmente aquosas, mais claras no centro, delimitadas por uma borda escura, podendo também apresentar mancha de formato circular e coloração marrom. Com o progresso da doença, observa-se a junção das folhas da planta interligadas por uma teia micélica do fungo.

Disseminação do Patógeno: Respingos de água da chuva, carregando os esclerócios do fungo (geralmente encontrados na face adaxial das folhas) que caem no solo contaminando pequenas áreas.

Também ocorre transmissão via sementes a longas distâncias.

Condições ideais: Alta umidade relativa do ar e temperatura elevada

Controle/Manejo: Uso de sementes saudáveis; plantio em solo pouco úmido, evitando-se baixios; aração profunda do solo; eliminação de restos culturais contaminados.

Doença: Murcha-de-fusarium ou amarelecimento de fusarium (Figura 9)

Agente causal (Patógeno): *Fusarium oxysporum* Schl. f. sp. *tracheiphilum* E. F. Smith., Synd. & Hans.

Sintomas: Redução do crescimento das plantas e clorose; queda das folhas, evoluindo para a morte das plantas. Verifica-se no sistema radicular o escurecimento dos vasos condutores que se tornam castanho-escuros e posteriormente podem apresentar-se necrosados, levando à morte das plantas.

Disseminação do Patógeno: Transmitido por sementes infectadas e contaminadas (estando o fungo presente no interior e na superfície das sementes); por implementos agrícolas; resíduos da cultura infectados e pelo

próprio homem.

Controle/Manejo: Utilização de variedades resistente; sementes saudas; eliminação de plantas doentes e restos culturais; correção da acidez do solo.

Figura 9 - Murcha-de-fusário. Escurecimento dos vasos condutores, característico, verificado no sistema radicular, ocasionado pela colonização interna do fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Mancha-café

Agente causal (Patógeno): *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & Moore

Sintomas: Folhas e caules podem apresentar sintomas, como lesões necróticas marrom escuras; necroses nas nervuras das folhas; vagens e pedúnculos apresentam lesões de cor café, de tamanho diverso, onde é possível observar as estruturas do fungo.

Disseminação do Patógeno: Disseminação por água de chuva e irrigação por aspersão; por sementes infectadas que contribuem para a disseminação para as plântulas.

Condições ideais: Temperaturas amenas, em torno de 21 °C e alta umidade relativa do ar.

Controle/Manejo: Utilização de sementes saudas, eliminação de plantas doentes e restos culturais, rotação de cultura e utilização de variedades resistentes.

Doença: Carvão (Figura 10)

Agente causal (Patógeno): *Entyloma vignae* Bat., J. L. Bezerra, Da Ponte & I. Vasconc.

Sintomas: Manchas arredondadas, de cor cinza-escura circundadas por uma área amarelada.

Disseminação do Patógeno: Vento, respingo de chuva, circulação de máquinas, animais e pessoas na área cultivada.

Condições ideais: Período chuvoso, alta umidade e solos com alta fertilidade e umidade.

Controle/Manejo: Rotação de culturas com plantas não hospedeiras; queima de restos culturais infectados; utilização de variedades resistentes.

Figura 10 - Carvão. Manchas arredondadas, de cor cinza-escura circundadas por uma área amarelada, ocasionada pelo fungo *Entyloma vignae*



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Podridão cinzenta do caule (Figura 11)

Agente causal (Patógeno): *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Sintomas: Os sintomas iniciais ocorrem no colo da planta, podendo atingir a raiz principal, bem como as partes superiores do caule e ramos primários, onde observam-se lesões acinzentadas que evoluem para podridão dos tecidos chegando à degradação dos feixes vasculares. Na superfície das lesões podem ser observadas pontuações negras que são as estruturas reprodutivas (picnídios) do fungo. Com a destruição dos tecidos e desestruturação dos feixes vasculares ocorre o amarelecimento, murcha, seca e morte das plantas. Quando o fungo está associado à semente pode causar damping-off de pré e pós-emergência.

Disseminação do Patógeno: A água da chuva e da irrigação transportam partículas de solo que levam as estruturas do patógeno até às plantas; sementes contaminadas que darão origem a plantas doentes; como o patógeno apresenta capacidade saprofítica consegue sobreviver de um ciclo da cultura para outro nos restos culturais e por meio das estruturas de resistência (esclerócios).

Condições ideais: Solo seco; veranicos; altas temperaturas (28 a 40 °C) umidade relativa do ar elevada

Controle/Manejo: Utilização de sementes saudáveis e certificadas; plantio mais espaçado; manejo adequado da irrigação; rotação de culturas.

Figura 11 - Podridão cinzenta do caule. Necrose da haste e formação de picnídios de *Macrophomina phaseolina*



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Podridão-do-colo

Agente causal (Patógeno): *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

Sintomas: As lesões podem atingir parte da planta acima do solo, de aspecto encharcado, causando murcha e tombamento, com redução do número de plantas; em condições favoráveis estruturas reprodutivas do fungo podem ser observadas na planta.

Disseminação do Patógeno: Fungo habitante do solo, podendo infectar sementes e as plântulas durante a germinação; sementes contaminadas podem disseminar a doença para áreas isentas do patógeno.

Condições ideais: Alta umidade e temperatura média.

Controle/Manejo: Estabelecer condições desfavoráveis à doença, como: plantios mais espaçados; solos menos úmidos; utilização de sementes saudáveis ou tratadas.

Doença: Cercosporiose ou mancha-vermelha

Agente causal (Patógeno): **Sintomas:** *Cercospora canescens* Ellis & G. Martin e *Pseudocercospora cruenta* (Sacc.) Deighton [*Mycosphaerella cruenta* Latham]

Sintomas: Manchas necróticas irregulares, algumas vezes angulosas, de coloração cinza ou esbranquiçada e com bordas marrons ou marrom-avermelhadas. As manchas podem atingir grande área foliar, chegando, em condições ideais, a formar massas de conídios no centro das lesões.

Disseminação do Patógeno: Pode ser disseminado pelo vento e respingos de chuva ou irrigação.

Controle/Manejo: Uso de variedades resistentes; rotação de cultura; utilização de sementes saudáveis; eliminação de restos culturais; escolha adequada da área e época indicada para o plantio, para se evitar condições favoráveis à doença.

Doença: Sarna (Figura 12)

Agente causal (Patógeno): *Sphaceloma* sp.

Sintomas: Lesões em qualquer parte da planta, menos raízes, sendo de maior importância na vagem, incluída no rol das doenças de flores, vagens e sementes.

Nas folhas: pequenas manchas amarelo-amarronzadas (no início da infecção), que se tornam brancas ou marrons, tornando-se necróticas com a evolução da doença e em seguida rompem-se definindo pequenas pontuações no limbo. Nas demais partes da planta, os sintomas se manifestam como lesões ovaladas alongadas, profundas, de centro esbranquiçado e bordos marrons.

Disseminação do Patógeno: Por sementes e respingos de chuva; água de irrigação por aspersão; vento.

Condições ideais: Longo período chuvoso; presença de restos culturais infectados

Controle/Manejo: Utilização de variedades resistentes; rotação de cultura; incorporação de restos culturais e uso de sementes saudáveis.

Figura 12 - Sarna. Sintomas de sarna em feijão-caupi ocasionada por *Sphaceloma* sp.



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Ferrugem (Figura 13)

Agente causal (Patógeno): *Uromyces vignae* Barclay

Sintomas: Formação de pequenas pústulas em ambas as faces das folhas, de coloração ferruginosa; com incidência severa podem se formar lesões nas vagens; inicialmente as manchas são amareladas, passando a marrões ou avermelhadas pela liberação de esporos (teliosporos).

Disseminação do Patógeno: Disseminação pelo vento, insetos, animais, implementos agrícolas e o próprio homem.

Condições ideais: Temperatura amena e alta umidade.

Controle/Manejo: Como medida de controle, deve-se adotar o uso de cultivares resistentes; em alta incidência recomenda-se o controle químico.

Figura 13 - Ferrugem. Sintomas ocasionados pelo fungo *Uromyces vignae* em feijão-caupi



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Oídio

Agente causal (Patógeno): *Erysiphe polygoni* DC. (*Oidium polygoni*)

Sintomas: O principal sintoma é o crescimento de massa branco acinzentada, de aspecto pulverulento, formada pelas estruturas vegetativas do patógeno (micélio), manifestando-se inicialmente nos folíolos e depois se estende a pecíolos, caules, órgãos florais e vagens, até recobrir toda a superfície da planta.

Disseminação do Patógeno: Os conídios são disseminados, principalmente, pelo vento. Requerem 90 a 100% de umidade relativa e temperatura entre 26 a 28 °C para germinação.

Controle/Manejo: Uso de variedade resistente; controle cultural; controle químico: recomenda-se pulverizar com fungicida à base de enxofre em casos de incidência elevada.

Doenças do feijão-caupi de origem viral

Doença: Mosaico dourado do caupi (Cowpea golden mosaic virus (CGMV))

Agente causal (Patógeno): Vírus do mosaico dourado do caupi, pertence ao gênero *Begomovirus*, família *Geminiviridae*.

Sintomas: Inicialmente, formam-se pequenas pontuações verde-amareladas que podem crescer em número, formato e extensão, cobrindo toda a superfície do limbo foliar, finalizando por deixar os folíolos com coloração amarelo dourada.

Disseminação do Patógeno: O vírus é transmitido na natureza pela mosca branca (*Bemisia tabaci*), não

sendo transmitido por sementes nem por métodos mecânicos.

Condições ideais: Presença de alta população do inseto vetor

Controle/Manejo: Emprego de cultivares com alguma resistência ou tolerância; controle químico do inseto vetor.

Doença: Mosaico do caupi transmitido por afídeos (Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV) (Figura 14)
Agente causal (Patógeno): Vírus do mosaico do caupi transmitido por afídeos, pertence ao gênero *Potyvirus*, família *Potyviridae*.

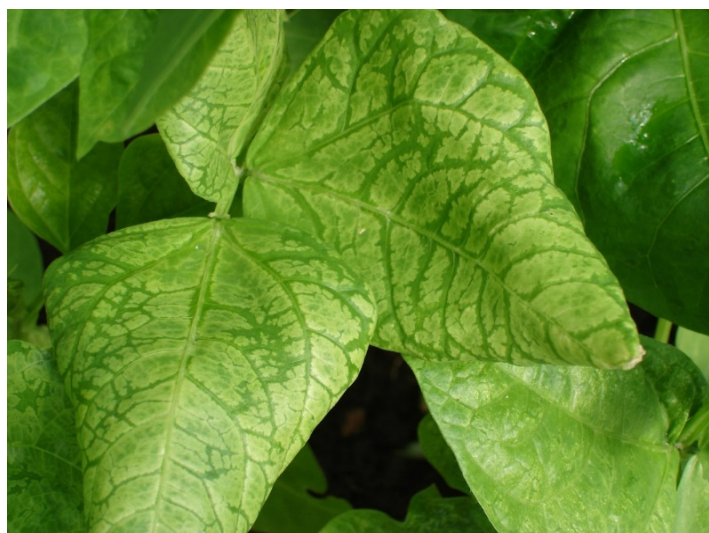
Sintomas: Sintomas dependem da estirpe do vírus, da época de infecção e do nível de suscetibilidade da cultivar, sendo o mais comum mosaico intenso no limbo foliar, formado por áreas verdes normais entremeadas por áreas cloróticas, faixas verde escuras nas nervuras, distorção das folhas e redução no crescimento da planta.

Disseminação do Patógeno: Pode ser transmitido mecanicamente ou pela utilização de várias espécies de pulgão. No campo, as condições que induzem grandes populações de vetores, aliadas à transmissão desse vírus por sementes e presença de hospedeiros naturais desempenham papel fundamental no processo epidemiológico da doença.

Condições ideais: Presença de pulgões na área cultivada.

Controle/Manejo: Diminuição do inóculo e retardamento, ao máximo, da disseminação do patógeno; eliminação de plantas de feijão-caupi remanescentes de cultivos anteriores, e de outros hospedeiros naturais, e do combate aos insetos vetores; uso de cultivares resistentes.

Figura 14 - Mosaico do caupi transmitido por afídeos ou *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV)



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Mosaico severo do caupi (Cowpea severe mosaic virus (CpSMV) (Figura 15)

Agente causal (Patógeno): Vírus do mosaico severo do caupi, pertencente ao gênero *Comovirus*, família *Comoviridae*.

Sintomas: Bolhosidade; mosaico foliar e redução do crescimento dos entre-nós, ficando a planta com aspecto enfezado.

Disseminação do Patógeno: CpSMV é de fácil transmissão mecânica; transmitido na natureza de forma semi-persistente por vários coleópteros da família Chrysomelidae, com destaque para *Cerotoma arcuata* Olivier (vaquinha).

Condições ideais: Presença de hospedeiros susceptíveis e do inseto vetor; fonte de inóculo (plantas infectadas pelo vírus).

Controle/Manejo: Área livre de ervas daninhas; controle do inseto vetor.

Figura 15 - Sintomas do Mosaico severo do caupi ou *Cowpea severe mosaic virus* (CpSMV)



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doenças do feijão-caupi ocasionadas por nematoides

Doença: Nematóide-das-galhas (Figura 16)

Agente causal (Patógeno): *Meloidogyne incognita* Kofoid & White e *Meloidogyne javanica* (Treub)

Sintomas: Formação de galhas no sistema radicular; as alterações radiculares fazem com que a planta absorva menos água e nutrientes, refletindo na parte aérea das plantas, com clorose, murcha nas horas mais quentes do dia, menos crescimento, queda de produção e morte da planta.

Disseminação do Patógeno: Disseminação ocorre pelos próprios meios dos nematoides, porém também podem ser disseminados por meio do solo contaminado, água de chuva ou de irrigação, mudas contaminadas, animais, veículos, máquinas e implementos agrícolas.

Condições ideais: Temperaturas variando de 25 a 30 °C favorecem o ciclo de vida dos nematoides.

Controle/Manejo: Uso de cultivares resistentes; medidas culturais: revolvimento do solo, solo sem cultivo por um determinado período, rotação de culturas, uso de plantas que impedem o desenvolvimento do nematóide; uso de plantas armadilhas.

Figura 16 - Nematóide-das-galhas. Sintomas de galha em raízes de feijão-caupi ocasionadas por *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*



Fonte: Antonio Félix da Costa.

Doença: Nematóide-das-lesões-radiculares

Agente causal (Patógeno): *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey.) Filipjev & Ste Khovem

Sintomas: Lesões necróticas superficiais, de coloração avermelhada nas raízes, como consequência da ação dos nematoides; deficiência mineral e redução de crescimento de plantas são observadas em solos altamente infestados.

Disseminação do Patógeno: Disseminação ocorre pelos próprios meios dos nematoides, porém também podem ser disseminados por meio do solo contaminado, água de chuva ou de irrigação, mudas, máquinas e implementos agrícolas.

Condições ideais: Temperaturas variando de 25 a 30 °C favorecem o ciclo de vida dos nematoides.

Controle/Manejo: Uso de cultivares resistentes; medidas culturais: revolvimento do solo, solo sem cultivo por um determinado período, rotação de culturas, uso de plantas que impedem o desenvolvimento do nematóide; uso de plantas armadilhas.

Doença: Nematóide-reniforme

Agente causal (Patógeno): *Rotylenchulus reniforme* Linford & Oliveira

Sintomas: Redução ou eliminação de pelos absorventes radiculares (sintomas primários), seguida de dificuldades de absorção e transporte de água e nutrientes, causando nanismo, clorose e amarelecimento foliar (sintomas secundários ou reflexos).

Disseminação do Patógeno: Disseminação ocorre pelos próprios meios dos nematoides, porém também podem ser disseminados por meio do solo contaminado, água de chuva ou de irrigação, mudas, máquinas e implementos agrícolas.

Condições ideais: Temperaturas variando de 25 a 30 °C favorecem o ciclo de vida dos nematoides.

Controle/Manejo: Uso de cultivares resistentes; medidas culturais: revolvimento do solo, solo sem cultivo por um determinado período, rotação de culturas, uso de plantas que impedem o desenvolvimento do nematóide; uso de plantas armadilhas.

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES

Vânia Trindade Barrêto Canuto (D. Sc. em Agronomia)
Pesquisadora do EMBRAPA/IPA

Diana Andrade dos Santos (M. Sc. em Biologia Animal)
Pesquisadora do IPA

Katiane da Rosa Gomes da Silva (D. Sc. em Sementes)
Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA
Bolsista BFP - FACEPE

Antonio Félix da Costa (D. Sc. em Fitopatologia)
Pesquisador do IPA

A cultura do feijão-caupi ocupa posição de destaque entre as atividades agropecuárias do Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, tanto por ser a mais frequente nas propriedades rurais, quanto por seu elevado valor social e econômico.

O cultivo do feijão-caupi vem se expandindo para outras regiões do País, especialmente para o Centro-Oeste, dada a sua ampla capacidade de adaptação às condições tropicais e o baixo custo dos seus sistemas de produção. Cultivada, por muito tempo, apenas por agricultores familiares, essa leguminosa atualmente vem ocupando áreas maiores devido ao empenho de melhoristas de várias instituições de pesquisa, a exemplo do IPA, no Estado de Pernambuco, ao lançar a cultivar Miranda IPA 207, registrada em 2012 no MAPA, e indicada para vários estados do Nordeste. Atualmente há 47 cultivares de feijão-caupi registradas no MAPA. Com o crescente avanço tecnológico verificado na agricultura, nas últimas décadas, o uso de sementes de alta qualidade passou a ser fundamental e o seu uso traz benefícios a todos os segmentos da produção de sementes, tanto de grandes culturas como de hortaliças.

A semente de boa qualidade constitui um insumo básico à garantia do sucesso da lavoura de feijão-caupi. Ela é portadora de muitos atributos, entre os quais se destacam a sua qualidade genética, a pureza física, sua qualidade fisiológica e sanitária. Um campo bem instalado é facilmente percebido quando sementes de boa qualidade são empregadas.

A elevada qualidade fisiológica e sanitária, quando reunidas em um lote de sementes, permite altas taxas de germinação e vigor; a pureza física e varietal garantem ausência de mistura genética e de sementes de ervas daninhas.

Apesar da importância da semente, quase sempre o produtor de feijão-caupi desconsidera o aspecto qualidade e, na maioria das vezes, emprega sementes mal-armazenadas e obtidas de sua própria lavoura, em cujas áreas são cultivadas mais de uma variedade, resultando em mistura varietal e, conseqüentemente, baixa qualidade da semente. Normalmente, o agricultor busca economizar nesse insumo, não considerando que a semente representa mais de 50% do sucesso da atividade e constitui menos de 5% do custo de produção contabilizados na conta cultural.

Inúmeras são as conseqüências quando a qualidade da semente não é considerada, tais como: a) necessidade de replantio – que representa custo adicional com a aquisição de novas sementes e gasto com nova operação de

plantio; b) como o produtor normalmente usa toda a sua semente, vai encontrar dificuldade em obter semente da mesma variedade e com isso ocorrerá mistura de variedades em seu campo; c) as plantas encontrarão dificuldades para se estabelecer, e se houver estresse de qualquer natureza, por elas possuírem baixo vigor, facilmente morrerão. Isso resultará em redução da população de plantas e menor rendimento de grãos; d) a baixa qualidade sanitária levará à ocorrência inicial de doenças na área, com mais prejuízos ao produtor.

Produção de sementes

A disponibilidade de sementes de alta qualidade, em volume, na época adequada, e com preços acessíveis, são condições essenciais para dar suporte ao crescimento da cultura, tanto no que respeita à área plantada, quanto no que concerne à qualidade do produto final, exigida pelo mercado consumidor, no Brasil e no mundo.

No processo de certificação são produzidas sementes genéticas, sementes básicas, sementes certificadas de primeira geração (C1) e sementes certificadas de segunda geração (C2). Além dessas, existem outras categorias de sementes incluídas no processo de certificação, são as categorias de sementes fiscalizadas S1 e S2, as quais só podem ser plantadas no estabelecimento de campos cuja destinação seja a produção de grãos. O instrumento legal que regula a produção de sementes de feijão-caupi é a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, e dá outras providências. Além disso, a Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013) estabelece as normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de feijão-caupi, as quais são válidas para todo o território nacional. Estabelece também os índices de tolerância constantes dos padrões de identidade e de qualidade que serão observados no processo de fiscalização.

Nesse sentido, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é a instituição incumbida de promover, coordenar, normatizar, supervisionar, auditar e fiscalizar as ações decorrentes da Lei nº 10.711 e de sua regulamentação. Vale destacar que o prazo máximo para solicitar inscrição de campo de produção de sementes de feijão-caupi é de 30 dias, independentemente da categoria da semente.

No que tange às vistorias do campo de produção, devem ser considerados: a) a área a ser amostrada; b) o número mínimo de subamostras; c) o número de plantas por subamostra; d) a população da amostra para plantas atípicas; e) a rotação com outras culturas ou sucessão de ciclos; f) o isolamento; g) a existência de plantas atípicas/outras espécies; h) a ocorrência de doenças. Todas essas informações estão contidas no *Anexo XII – Padrões para a produção e a comercialização de sementes de feijão-caupi (Vigna unguiculata)*, da Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013.

Aliadas a esses aspectos, devem ser feitas, no mínimo, duas vistorias (obrigatórias) no campo de produção. Elas deverão ser feitas pelo responsável técnico do produtor ou do certificador, nas fases de floração e de pré-colheita.

No estabelecimento de campos de produção de variedades diferentes, deve ser levado em consideração o isolamento espacial e o temporal. O isolamento espacial consiste na determinação de uma distância mínima entre os campos de produção de sementes de variedades diferentes, enquanto o isolamento temporal é feito de maneira que o florescimento de cada variedade presente na área de produção de sementes ocorra em épocas diferentes. Salienta-se que a distância mínima para o isolamento espacial leva em consideração a categoria da semente a ser produzida. Assim, sementes básicas: 30 m entre variedades; sementes C1, C2, S1 e S2: 20 m entre variedades.

Destaca-se, também, que mesmo que a planta de feijão-caupi seja autógama (sexos feminino e masculino na mesma planta), a polinização pode ser feita naturalmente por insetos. Por isso, o isolamento espacial também é recomendado para esses campos de produção de sementes de feijão-caupi.

A recomendação para o isolamento temporal entre campos de produção de sementes de variedades diferentes de feijão-caupi depende da categoria de semente. Assim, sementes básicas: 30 dias entre o plantio de uma variedade e outra; sementes C1, C2, S1 e S2: 20 dias entre o plantio de uma variedade e de outra.

Esse escalonamento, estabelecimento de campos de produção de sementes de variedades diferentes em épocas distintas, visa evitar a coincidência do período de florescimento das diferentes variedades e,

consequentemente, o cruzamento indesejado entre as variedades. Pode-se repetir o plantio no ciclo seguinte, no mesmo local, quando se tratar da mesma variedade. No caso de mudança de variedade, devem ser empregadas técnicas que eliminem totalmente as plantas voluntárias ou remanescentes do ciclo anterior.

No tocante à classificação de uma planta como atípica, devem ser consideradas também as plantas não identificadas ou tidas provavelmente como de outra cultivar. Na contagem de plantas durante a inspeção de campo, uma planta atípica será sempre classificada como tal, independentemente de seu estágio de desenvolvimento, mesmo que não esteja causando contaminação na época da inspeção, ou que possa ocorrer posteriormente. O número máximo permitido de plantas da mesma espécie que apresentem quaisquer características que não coincidam com os descritores da variedade em vistoria estão intimamente relacionados à categoria da semente.

Desse modo, há normas estabelecidas em relação à presença de plantas de outras espécies em campos de produção de sementes, dessa forma quando plantas de outras espécies estiverem presentes no campo, elas deverão ser suprimidas de forma a eliminar os efeitos do contaminante na produção e na qualidade da semente a ser produzida. Para eliminar esses contaminantes pode-se empregar o arranquio das plantas e, também, usar selecionadoras de sementes (gravidade, cor, entre outros) durante o beneficiamento, como ocorre quando há sementes de soja como contaminante.

As técnicas de controle empregadas deverão ser registradas nos laudos de vistoria. As normas estão estabelecidas na Instrução Normativa nº 45/2013, devendo-se observar a categoria da semente a ser produzida. Aliado e paralelo aos procedimentos já descritos em campos de produção de sementes de feijão-caupi está a importância da avaliação das doenças fúngicas: mancha-café (*Colletotrichum truncatum*), podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*) e fusariose ou murcha de fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*), bem como as viroses mosaico severo do caupi e mosaico do caupi transmitido por afídeos. Também há limite máximo suportável de ocorrência dessas doenças nos campos de produção de feijão-caupi, de acordo com a categoria da semente. Não se admite a ocorrência de fusariose, por exemplo.

Análise de sementes

A análise de sementes de qualquer espécie requer uma série de procedimentos definidos nas Regras para Análise de Sementes, publicadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2009.

Assim, todo o processo de análise se inicia pela obtenção da amostra, que deve ser representativa do lote de sementes a ser analisado. Esse deve ter um tamanho máximo de 30.000 kg para o feijão-caupi. A amostra média a ser recebida pelo laboratório deve ter no mínimo 1.000 gramas. Para análise de pureza toma-se no mínimo 400 gramas e para determinação de outras sementes por número (DOSN), no mínimo 1.000 gramas. Na determinação de pureza em sementes de feijão-caupi são considerados os cálculos de sementes puras, outras sementes e material inerte.

São consideradas sementes puras todas as sementes pertencentes à espécie em exame, devendo-se incluir todas as variedades botânicas e cultivares da espécie. Sementes inteiras, maduras e não danificadas da espécie devem ser incluídas como puras. Na avaliação de outras sementes são incluídas as unidades de dispersão de qualquer outra espécie de planta que não aquela da semente pura. Como também sementes cultivadas de interesse agrícola, sementes silvestres reconhecidas como invasoras e sementes nocivas proibidas e toleradas. Anota-se o número e nome de outras sementes e das nocivas encontradas na análise de pureza, sendo as sementes nocivas proibidas e toleradas encontradas na análise de pureza somadas às encontradas na análise de determinação de outras sementes por número (DOSN). Como material inerte são incluídas unidades de dispersão e todos os outros materiais e estruturas não definidas como sementes puras ou outras sementes.

Para produção e comercialização de sementes de feijão-caupi, independentemente da categoria de semente (semente básica, certificada C1 e C2 ou sementes S1 e S2), o índice de pureza mínima aceitável é de 98% de sementes puras, padrão esse definido em legislação estabelecida, contida na Instrução Normativa MAPA 45/2013.

Na análise de DOSN, registram-se apenas as sementes nocivas proibidas e toleradas encontradas, cuja presença é permitida dentro de limites máximos fixados em normas e padrões estabelecidos pelo MAPA.

O teste de germinação é o teste padrão para verificação da qualidade fisiológica de sementes de um lote. As sementes básicas devem apresentar percentual mínimo de germinação de 70%. No entanto, a comercialização de semente básica poderá ser feita com germinação até dez pontos percentuais abaixo do padrão, ou seja, 60%, desde que efetuada diretamente entre o produtor e o usuário, e com o consentimento formal deste último. Já as sementes C1, C2, S1 e S2 devem apresentar no mínimo 80% de germinação.

A porcentagem de germinação de sementes corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas normais, ou seja, plântulas que mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais. No caso do feijão-caupi, as plantas devem apresentar suas estruturas essenciais (sistema radicular, parte aérea, gemas terminais e cotilédones).

No procedimento do teste de germinação de sementes de feijão-caupi, em laboratório, deve-se utilizar, como substrato, rolo de papel (RP), entre areia (EA) ou entre papel (EP). A temperatura de realização das análises pode ser alternada de 20 °C – 30 °C, a 25 °C ou a 30 °C. As contagens de sementes germinadas devem ser no 5º dia após a semeadura (1ª contagem) e no 8º dia após a semeadura (contagem final), segundo a RAS (2009).

No final do teste de germinação de sementes de feijão-caupi pode-se verificar a presença de sementes duras, essas devem ser contadas e informadas nos boletins de análise.

A determinação do grau de umidade das sementes deve ser aferida, a fim de determinar o teor inicial de água das sementes dos lotes que chegam para análise no laboratório. Teores de água superiores a 14% demonstram má condução em campo no processo de produção de sementes de feijão-caupi. Para todas as espécies e com sementes inteiras, usa-se, entre outros, o método de estufa a 105 °C, mantendo-se as sementes na estufa nessa temperatura durante 24 horas. Esse método foi oficialmente estabelecido pelas RAS para uso em laboratórios de análise de sementes do país.

A determinação se realiza em duas amostras de trabalho e para cada amostra devem ser utilizadas duas repetições. A diferença entre as duas determinações não deve exceder 0,5% e se esse nível de tolerância for excedido a determinação deve ser repetida.

O teste de sanidade de sementes permite verificar a presença ou ausência de agentes patogênicos como fungos, bactérias, vírus e nematoides, além de insetos que provocam danos às sementes. São várias as razões da importância do presente teste, devendo-se destacar, por exemplo, a transmissão de patógenos por sementes que podem ser responsáveis pelo desenvolvimento de doenças no campo e a importação de sementes capazes de introduzir patógenos em regiões isentas.

O exame de sementes infestadas, representadas por sementes danificadas por insetos, tem grande importância para a análise de sementes de feijão-caupi, visto que essa espécie é muito atacada por pragas durante o armazenamento, como o caruncho. Esse exame é executado com duas repetições de 100 sementes cada, retiradas ao acaso da amostra média. Teste de Raio X pode ser usado em casos especiais para determinar a proporção de sementes cheias, vazias, danificadas por insetos e danificadas mecanicamente, evidenciadas pelas características observadas na radiografia.

Na análise de sementes, um procedimento de alta importância é o entendimento e utilização das Tabelas de Tolerância que possibilitam avaliar a variação dos resultados dentro e entre testes, definindo a aceitabilidade quanto à precisão dos resultados. Tolerância, como se sabe, é o limite de variação acima do qual as diferenças entre resultados são consideradas inaceitáveis.

Dezessete tabelas de tolerância constam nas RAS, publicadas pelo MAPA em 2009, onde as tolerâncias máximas admitidas para comparação de resultados são detalhadas, sobretudo, para os testes de pureza e germinação. Assim, é utilizado o nível de probabilidade de 5% na comparação entre resultados nos testes de pureza e de 2,5% de probabilidade nos testes de germinação. Em alguns casos, pode-se utilizar o nível de 1% de probabilidade.

Todas essas tabelas foram publicadas inicialmente pela ISTA, por meio de Proceedings of International Seed Testing Association, ISTA, v. 28, n. 3, p. 566 e outras, 1963.

REFERÊNCIAS

- AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Árvore de conhecimento feijão-caupi**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_2_2882007171552.html. Acesso em: 25 set. 2019.
- ALVES, F. A. L. et al. Study of the genetic variability, correlation and importance of phenotypic characteristics in cactus pear (*Opuntia* and *Nopalea*). **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 31, p. 2849-2859, 2016.
- ANDRADE JUNIOR, A. S. de. et al. **Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 25 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 170).
- ARAÚJO FILHO, J. C. et al. **Ambientes e solos do semiárido**: potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos. In: ARAÚJO FILHO, J. C. et al. **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**: Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil-BNB, 2018. p. 17-84
- ARAÚJO FILHO, J. C. et al. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos/UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11).
- ARAÚJO, F. M. M. C. de. **Caracterização bioquímica de sementes de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 1997. 84p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1997.
- ARAÚJO, S. C. de. **Caminhos, escolhas e conquistas: memórias que entrelaçam uma vida com a pesquisa e implantação da Fixação de Nitrogênio (FBN) na agricultura brasileira**. [S.l.]: ANPII - Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes, 2017. 138 p.
- ARORA, N. K.; VERMA, M.; MISHRA, J. **Rhizobial Bioformulations**: Past, Present and Future. In: MEHNAZ, S. (ed.). **Rhizotrophs: plant growth promotion to bioremediation, microorganisms for sustainability**. Singapore: Springer Nature, 2017. p. 69-99.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. **Doenças do feijão caupi**. In: CARDOSO, M. J. (org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2000. p. 120-145.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. **Doenças fúngicas e bacterianas**. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 461-484.
- BAKER, T. A. et al. Physical and chemical attributes of cowpea lines resistant and susceptible to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 1-8, 1989.
- BARRACLOUGH, G. (ed.). **Atlas da história do mundo da Folha de São Paulo/Times**. 4. ed. rev. São Paulo: Folha da Manhã, 1995. p. 154-157.
- BASTOS, E. A. et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Gurguéia-PI. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 182-190, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 2, de 3 de janeiro de 2008**. 2008. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Agrot%C3%B3xicos/IN2.pdf. Acesso em: 18 out. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura**. Brasília, 2011. 19p. (MAPA. Instrução Normativa, 13).
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**, v. 3, n. 12, 2016; v. 4, n. 11, 2017; v. 5, n. 12, 2018; v. 6, n. 6, 2019.
- COSTA, A. F. da. et al. Miranda IPA 207, nova cultivar de feijão-caupi para o Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 18, n. 1, p.39-43, 2013.
- COSTA, A. F. et al. **Melhoramento do feijão-caupi para o semiárido brasileiro: situação atual e perspectivas**. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. (eds.). **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2019, p.733-790.
- CRAUFURD, P. Q. et al. Development in cowpea (*Vigna unguiculata*) I. The influence of temperature on seed germination and seedling emergence. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 32, n. 1, p. 1-12, 1996a.
- CRAUFURD, P. Q. et al. Development in cowpea (*Vigna unguiculata*) II. Effect of temperature and saturation deficit on time to flowering in photoperiod insensitive genotypes. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 32, n. 1, p. 13-28, 1996b.

- DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. v. 1. 595 p.
- DANTAS, J. P. et al. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 425-430, 2002.
- DIAS, C. de C. **Paiuhy: das origens a nova capital**. Teresina: Nova Expressão, 2008. 400p.
- DÖBEREINER, J. A importância da fixação biológica de nitrogênio para a agricultura sustentável. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 2-3, 1997.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Tradução: GHEYI, H. R.; METRI, J. E. C.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: FAO, 1997. 204 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 24).
- DUTRA, A. S. et al. Qualidade fisiológica de feijão-caupi em quatro regiões do Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 111-116, 2007.
- EMBRAPA – **Tecnologia de produção da soja 2009-2010**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/Tecnol2009.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.
- Embrapa Informática Agropecuária - CNPTIA. **Fixação biológica de nitrogênio**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em: 25 set. 2019.
- EMBRAPA MEIO NORTE. **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016. 12 p.
- EMBRAPA MEIO NORTE. **A cultura do feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.
- EMBRAPA. Centro Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte. **BRS Imponente: cultivo precoce e mecanizado e grãos extra grandes são os diferenciais da cultivar**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 2016. Folder.
- FIGUEIREDO, M. V. B. et al. (org.) **Manual de práticas laboratoriais: um guia para pesquisa**. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, 2013, v. 1. 398 p.
- FIGUEIREDO, M. V. B. et al. Beneficial microorganisms: current challenge to increase cropper formance. In: FIGUEIREDO, M. V. B. et al. **Bioformulations: for sustainable agriculture**. Índia: Springer, 2016, v. 1, p. 53-70.
- FILGUEIRAS, G. C. et al. Aspectos socioeconômicos. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (ed.). **A Cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. p. 23-58.
- FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P.; MORAIS, R. R. Tolerância do feijão-caupi ao herbicida oxadiazon. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 110-115, jan./mar. 2010.
- FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J.; MORAIS, R. R. **Controle cultural de plantas daninhas no feijão-caupi**. Manaus: Embrapa Manaus, 2014. 7 p. (Embrapa Manaus. Circular Técnica, 44).
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **Cultivo de feijão-caupi: colheita, beneficiamento e acondicionamento**. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=imprimirspportl. Acesso em: 24 set. 2019.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 29-92.
- FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (org.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 26-46.
- FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 12, p. 1369-1372, 1983.
- FREITAS, F. C. L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009a.
- FREITAS, F. C. L. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009b, Belém. **Palestras...** Belém: [S.n.], 2009b. 1CD-ROM.

- FREITAS, F. C. L. et al. Seletividade de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto, SP. **Anais** [...]. Ribeirão Preto – SP: [S.n.], 2010. p. 1748-1752.
- GANDAVO, P. de M. **Tratado da terra do Brasil: Tratado Segundo; das coisas que são gerais por toda Costa do Brasil. Capítulo Quarto; dos mantimentos da terra**. Rio de Janeiro: Ministério da Cultura/ Fundação Biblioteca Nacional/ Departamento Nacional do Livro. Disponível em: http://objdigital.bn.br/Acervo_Digital/livros_eletronicos/tratado.pdf. Acesso em: 13 jan. 2011.
- GILLER, K. E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. Wallingford: Cab International, 2001. 423 p.
- GONZALEZ, E. J. et al. Dry micro-polymeric inoculant of *Azospirillum brasiliense* is useful for producing mesquite transplants for reforestation of degraded and zones. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 129, p. 84-93, 2018.
- GUIMARÃES, M. de A. **Efeito do espaçamento entre fileiras no feijão-caupi via pesquisa participativa**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318680736>. Acesso em: 25 set. 2019.
- HARRISON JÚNIOR, H. F.; FERY, R. L. Differential bentazon response in cowpea (*Vigna unguiculata*). **Weed Technology**, Champaign, v. 10, n. 3, 1993, p. 756-758.
- HUDSON, N. **Soil conservation**. New York: Cornell University Press, 1971. 320 p.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.
- IPA - Instituto Agrônômico de Agronomia. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**, 2. ed. Recife PE. 2008. p. 153.
- LACERDA, M. D. de. et al. Produtividade da cultivar de feijão-caupi Miranda IPA-207 em função de lâminas crescentes de irrigação. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 3., 2015, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: Instituto INOVAGRI/ Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCT-EI), 2015. p.311. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12702/iii.inovagri>. Acesso em: 25 out. 2015.
- LIMA JUNIOR, M. A.; LIMA J. F. W. Solos ácidos e calagem. In: CAVALCANTI, F. J. de A. (coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco. 2ª aproximação**. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco-IPA, 2008. p. 69-78.
- LIMA, C. S. Manejo de doenças. In: DO VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (org.). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora da UFV, 2017, v. 1, p. 143-170.
- LINHARES, C. M. S. et al. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon + imazamox. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 41-49, 2014.
- LIRA, V. L.; COSTA, A. F.; MOURA, R. M.; MAIA, L. C. *Rotylenchulus reniformis* (Nematoda: Tylenchida): biologia, identificação, patogenicidade e manejo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 15, p. 91-102, 2018.
- LÓPEZ ALBUJAR, E. **Manual de cultivo de frijol caupi**. Morropón, Piura - Perú: Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón, [s.d.]. 28 p. Disponível em: <https://www.google.com.br>. Acesso em: 17 set. 2019.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S. PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa: Editora da UFV, 2007. 358 p.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; SILVA, H. R. da. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2. ed. rev. atual. e ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150 p.
- MATOS, V. P. et al. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5. p. 737-743, 1991.
- MESQUITA, H. C. et al. Seletividade e eficácia de herbicidas em cultivares de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 50-59, 2017.
- MOREIRA, F. M. S. et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.
- MOURA, M. S. B.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA, T. G. F. Aspectos meteorológico do semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. B. **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2018. p. 85-104. (BNB. Ciência e Tecnologia).
- OLIVEIRA, A. S. de; KUHN, D.; SILVA, G. P. **A irrigação e a relação solo-planta-atmosfera**. Brasília: LK Editora e Comunicação, 2006. 88 p.

- OLIVEIRA, J. T. S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados à região semi-árida piauiense**. Teresina: UFPI, 2008. 62 p.
- PASQUET, R. S. Morphological study of cultivated cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Importance of ovule number and definition of cv. gr Melanophthalmus. **Agronomie: Sciences des Productions Vegetales et de l' Environnement**, Paris, v. 18, p. 61-70, 1998.
- PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F. M.; ANDRADE, G. P. Doenças do caupi (*Vigna unguiculata*). In: Kimati, H. et al. (eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, p. 215-222.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em cultivos agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, p. 16-26, 1985.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos** [...]. Belo Horizonte: [S.n.], 1984. p.37.
- RAMOS, H. M. M. et al. Estratégias ótimas de irrigação do feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, p. 576-583, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000400014>. Acesso em: 14 set. 2019.
- RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (org.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988, p. 547- 589.
- ROCHA, M. de M. **O feijão-caupi para consumo na forma de grãos fresco**. Agrosoft Brasil, 11 nov. 2009. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/212374.htm>. Acesso em: 5 jul. 2010.
- RODRIGUES, L. N. Quantidade de água utilizada na agricultura irrigada: certezas e incertezas nas estimativas. **Item: Irrigação e tecnologia moderna**, Brasília, n. 114, p. 47-53, 2017.
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. 367 p.
- SILVA, F. B. R. et al. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. v. 2, 476 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).
- SILVA, J. B. F. et al. Controle de plantas daninhas em feijão-de-corda em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 151-157, 2003.
- SILVA, J. F.; ALBERTINO, S. M. F. Manejo de plantas daninhas. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista-RR: Embrapa Roraima, 2009. p. 223-243.
- SILVA, K. S. et al. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 197-205, 2014.
- SILVEIRA, P. M. de; STONE, L. F. **Irrigação no feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, GO. Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230 p.
- SOUSA, A. R. de; SILVA, A. B. da; NUNES FILHO, J. Manejo e conservação de solos. In: CAVALCANTI, F. J. de A. (coord.). **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. 2ª aproximação. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco-IPA, 2008. p. 37-47.
- SOUZA, G. de. Em que se apontam os legumes que se dão na Bahia. **Revista dos Tribunais**, p. 94-95, 1974.
- SOUZA, M. S. M. de; BEZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão-caupi na Região Litorânea do Ceará. **Irriga**, v. 10, n. 3, p. 241-248, 2005.
- WESTPHAL, E. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: WESTPHAL, E. **Pulses in Ethiopia: their taxonomy and agriculture significance**. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1974. p. 213-232. (CAPD. Agricultural Research Report, 815).
- XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. B. (eds.). **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2018. 116 p. (BNB. Ciência e Tecnologia).

REALIZAÇÃO:



APOIO:



Academia Pernambucana de Ciência Agronômica



Os cadernos estão disponíveis online, através do site:
<http://www.creape.org.br/cadernos-do-semiarido-riquezas-e-oportunidades/>

SABOR FAMILIAR ASSOCIADO ÀS OPORTUNIDADES DA ECONOMIA NORDESTINA.

No momento em que concluímos mais uma missão nesta trajetória dedicada aos serviços humanitários do Rotary International, desta feita como governador do Distrito 4500, área que abrange os estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, tenho a honra e o privilégio de homenagear como patrono da Conferência Distrital, evento que encerra o ano rotário jul-2019-jun-2020, o Companheiro Mário de Oliveira Antonino, fundador e associado do Rotary Club do Recife – Largo da Paz.

Nosso homenageado, que já desempenhou quase todas as funções de Rotary International, onde foi Diretor no período 1985-1987, decano da Instituição no Brasil, de maneira iluminada idealizou o Projeto intitulado os Cadernos do Semiárido que se constituem em verdadeiras obras-primas pelos ensinamentos sobre o aproveitamento das riquezas e oportunidades para tornarem viáveis e sustentáveis a vida e economia no semiárido nordestino.

Tal projeto, agora com a publicação do Caderno de nº 17, cujo tema é FEIJÃO CAUPI no Semiárido Brasileiro, compreendendo os mais diversos aspectos, dentre eles a disseminação de conhecimentos, propiciando uma vasta gama de informações, com grandes benefícios à população em especial do bravo povo sertanejo, tornando viável a economia, e em especial a atividade agropecuária nordestina.

Desta forma, nos honra duplamente poder homenagear o querido casal Mário e Celma Antonino, como reconhecimento ao trabalho de ambos nos mais variados tipos de atividades rotárias, incluindo a região do Cariri Paraibano onde tem uma relevante atuação. Os projetos nas áreas da Alimentação, da Saúde, da Educação e Juventude, têm sido preocupações permanentes do dileto casal.

Como bons nordestinos, não podemos dissociar o nosso cotidiano com a disponibilidade do feijão na nossa mesa. Muito nos recorda à memória do paladar, o trio feijão, farinha e carne de sol, ou o rubacão da nossa avó, o feijão verde com maxixe e galinha caipira; enfim, um grão leguminoso, protagonista da nossa rica gastronomia, e que será com certeza mais uma edição de êxito para os conhecimentos técnicos dos agricultores da região.

Na oportunidade, deixamos aqui nossa admiração e apreço à Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao CREA e todos os parceiros que vêm apoiando este projeto Cadernos do Semiárido ao longo dos anos. Agradecer também aos especialistas e neste Caderno, em especial, ao Engenheiro Agrônomo Antônio Félix da Costa, como Coordenador dos seus ricos conteúdos.

Saudações rotárias a todos os que tiverem a oportunidade de aprender com esta publicação, e que possam conhecer o acervo completo dessa grande obra.



Avelino de Queiroga Cavalcanti Neto
Governador do Distrito 4500
Gestão 2019-2020

