

A CULTURA DO FEIJÃO CAUPI NO MEIO-NORTE DO BRASIL



Embrapa

*Teresina, PI.
2000*

República Federativa do Brasil
Presidente
Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Ministro
Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Conselho de Administração
Mórcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa
Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores

Embrapa Meio-Norte
Maria Pinheiro Fernandes Corrêa
Chefe-Geral

Hoston Tomás Santos do Nascimento
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Cândido Athayde Sobrinho
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócio

João Erivaldo Saraiva Serpa
Chefe-Adjunto Administrativo

A CULTURA DO FEIJÃO CAUPI NO MEIO-NORTE DO BRASIL

Organização de:
Milton José Cardoso



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

*Teresina, PI.
2000*

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5650

Telefone: (86) 225-1141

Fax: (86) 225-1142. E-mail: publ@cpamn.embrapa.br.

Caixa Postal 01

CEP 64006-220 Teresina, PI

Tiragem: 2.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza - Presidente

Eliana Candeira Valois - Secretária

José de Arimatéia Duarte de Freitas

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara

José Alcimar Leal

Francisco de Brito Melo

Tratamento Editorial:

Lígia Maria Rolim Bandeira

Diagramação Eletrônica:

Erlândio Santos de Resende

Fotolito e Impressão

GRAFISSET - Gráfica e Editora Rêgo Ltda

Av. Teresina, 280 • Parque Piauí • Timon-MA

Fone: (86) 212 2177 • Fax: (86) 212 3353

CARDOSO, M.J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264 p. il. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

1. Feijão caupi - cultivo. I. Embrapa Meio-Norte Teresina (PI). II. Título. III. Série.

CDD: 635.6592

©Embrapa 2000

APRESENTAÇÃO

Na região Meio-Norte do Brasil, o feijão caupi tem-se destacado em área cultivada entre as culturas produtoras de grãos de ciclo anual. A área colhida, no ano de 2000, foi 277.722 ha, sendo 207.466 ha no Estado do Piauí e 70.256 ha no Estado do Maranhão com uma produtividade média de grãos de 338 kg.ha¹.

A produtividade média de grãos da região está muito aquém do potencial produtivo da espécie, que pode ser melhor explorado mediante a adoção das técnicas preconizadas que, muitas vezes, implicam em simples alterações nos sistemas de produção praticados.

A escolha de cultivares melhores adaptadas às regiões de cultivos, a utilização de espaçamento e densidade de plantas compatíveis com o nível de tecnologia utilizado, o controle de plantas daninhas, pragas, doenças, irrigação, o manejo e conservação do solo, visando à parte química, física e biológica são práticas necessárias para o aumento de produtividade da cultura.

Este trabalho contém informações atualizadas dos conhecimentos e das técnicas de cultivo para o feijão caupi, visando contribuir para a melhoria da exploração e produtividade da cultura no Meio-Norte do Brasil.

Milton José Cardoso

- Eng. Agr. D.Sc. -

Organizador

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

- CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO CAUPI NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL
Antonio Boris Frota e Paulo Reis Pereira 9

CAPÍTULO II

- CLIMA E ASPECTOS DE PLANTIO
Milton José Cardoso, Francisco de Brito Melo, Aderson Soares de Andrade Júnior e Milcíades Gadelha de Lima 49

CAPÍTULO III

- CULTIVARES DE CAUPI PARA A REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL
Francisco Rodrigues Freire Filho, Valdenir Queiroz Ribeiro e Antônio Apoliano dos Santos 67

CAPÍTULO IV

- FERTILIDADE, CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DO SOLO
Francisco de Brito Melo e Milton José Cardoso 91

CAPÍTULO V

- CULTIVOS CONSORCIADOS
Milton José Cardoso, Valdenir Queiroz Ribeiro e Francisco de Brito Melo 107

CAPÍTULO VI

- MANEJO DE PLANTAS DANINHAS
Milton José Cardoso, Cândido Athayde Sobrinho e João Maria Jafar Berniz 117

CAPÍTULO VII

- IRRIGAÇÃO
Aderson Soares de Andrade Júnior, Braz Henrique Nunes Rodrigues e Edson Alves Bastos 127

CAPÍTULO VIII

▪ DOENÇAS DO FEIJÃO CAUPI

Cândido Athayde Sobrinho, Francisco Marto Pinto Viana e Antônio Apoliano dos Santos 157

CAPÍTULO IX

▪ PRAGAS DO FEIJÃO CAUPI E SEU CONTROLE

Paulo Henrique Soares da Silva e Jocicler da Silva Carneiro ... 187

CAPÍTULO X

▪ OCORRÊNCIA E CONTROLE DE FITONEMATÓIDES NO FEIJÃO CAUPI NO MEIO-NORTE DO BRASIL

Gilson Soares da Silva 229

CAPÍTULO XI

▪ TECNOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI

Edgard Ferreira da Costa e Maria Gorete A. de M. Teixeira 239

CAPÍTULO XII

▪ COLHEITA, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DO FEIJÃO CAUPI

Milton José Cardoso e Walter Almeida de Sousa 257

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FEIJÃO CAUPI NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL

Antonio Boris Frota¹
Paulo Reis Pereira¹

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão, como também o maior consumidor. Consome toda a sua produção e ainda importa quantidades complementares a sua demanda, fato que o torna um importador líquido desse produto (Agriannual, 1998).

Tomando-se como referência o ano de 1998, a produção nacional de feijão, obtida de diferentes cultivares das espécies *Phaseolus vulgaris* (feijão comum) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp (feijão caupi), foi 2.183.767 t numa área de 3.329.029 ha, com um rendimento médio de 656 kg/ha. Dessa produção, 19% foi obtida no Nordeste, numa área colhida de 1.298.030 ha, o que corresponde a 39% da área colhida com feijão no Brasil (Tabela 1).

No cenário da produção agrícola nordestina, dadas as freqüentes ocorrências de insuficiência pluviométrica, o feijão, pelas suas características de ciclo curto e tolerância a estresse hídrico maior que o de muitas outras culturas, comumente cultivadas na região, ocupa especial relevância no suprimento alimentar e na composição da renda familiar, em virtude das menores ocorrências de perdas observadas e da ocupação de mão-de-obra em períodos sazonais, como é o caso do cultivo em segunda safra, com o aproveitamento de várzeas úmidas ou irrigáveis.

O Piauí e o Maranhão, Estados que formam a região Meio-Norte do Brasil, em 1998, somavam juntos 259.830 ha de área colhida de feijão caupi, representando 20% da área total colhida (*vigna + phaseolus*) no Nordeste. Dessa área, 193.680 ha (14,92%) foram colhidos no Piauí e 66.175 ha (5,10%) no Estado do Maranhão (Tabela 2).

¹Pesquisador, M.Sc., da Embrapa/Meio-Norte, Cx. Postal 01, CEP 64006-220, Teresina, PI.
E-mail: boris@cpamn.embrapa.br; preis@cpamn.embrapa.br

Embora os Estados do Piauí e Maranhão situem-se em posição menos privilegiada que os Estados do Ceará e da Bahia, em termos de área colhida, o que respalda a região Meio-Norte é o imenso potencial de áreas úmidas ou irrigáveis que podem ser utilizadas com a cultura do feijão caupi em cultivos de segunda safra, permitindo-lhe um maior destaque.

No Piauí, são 855.450 ha de solos potencialmente irrigáveis. Desses, 323.000 ha são solos aluviais com predominância de relevo plano de várzeas, os quais ocorrem em grandes e numerosas manchas no Baixo e no Médio Parnaíba Piauiense e ao longo dos rios Gurguéia, Canindé, Piauí, Itaím, Jenipapo e trechos do Baixo Longá, Guaribas, Esfolado, entre outros, que somados aos 11.000 ha de solos hidromórficos (COMDEPI, 1987), e que adequadamente utilizados, constituem um recurso fabuloso para elevar a produção e os níveis de produtividade na região. No Maranhão, esse potencial atinge 1,5 milhões de ha distribuídos nas bacias dos rios Parnaíba, Itapecuru, Tocantins, Mearim e Munim, dos quais podem ser selecionadas áreas de várzeas naturalmente úmidas ou irrigáveis, para o cultivo dessa leguminosa (Souza et al, 1994).

Em cultivos de sequeiro (primeira safra), a expansão de novas fronteiras agrícolas, a exemplo dos cerrados do Sudoeste Piauiense e do Sul do Maranhão, o feijão caupi pode ser utilizado como cultura principal nos monocultivos, na rotação de culturas, safrinha ou cultivos seqüenciados, não só com bons resultados econômicos como na melhoria das condições físico-químicas dos solos.

Dados de pesquisa têm mostrado o potencial da cultura do feijão caupi para a região. Trabalhos experimentais, em regime de sequeiro, envolvendo níveis de fósforo com densidade de plantas foram executados na mesorregião do Sudoeste Piauiense, microrregião de Floriano, apresentando, como resultado, produtividades médias de grãos de 700 a 1.600 kg/ha, sobressaindo-se as combinações de 45 a 60 kg de P_2O_5 /ha, com 5 a 6 plantas/m² (Cardoso et al., 1998; 1999).

Nas mesorregiões Norte Piauiense e Centro Norte Piauiense, os trabalhos de pesquisa com feijão caupi, com níveis de fósforo e densidade de plantas, submetidos aos regimes sequeiro e irrigado, proporcionaram produtividades médias de grãos de 1.500 kg/ha no primeiro caso e 2.200 kg/ha no segundo (Cardoso et al., 1996).

No Estado do Maranhão, Soares (1998), trabalhando com competição de cultivares de feijão caupi nas microrregiões Baixada Maranhense, Médio Mearim e outras, obteve na cultivar BR 18 – PERICUMÃ, 615 kg/ha no início das águas e 1.013 kg/ha no fim das águas.

A continuidade dos trabalhos de pesquisa na região, por certo, revelará a descoberta de novas áreas potenciais.

Evolução da produção

A produção do feijão caupi na região Meio-Norte do Brasil tem apresentado, ao longo desses últimos dez anos, oscilações importantes de acréscimo e decréscimo, com tendência declinante. Em 1989, a região produziu 132.515 t de caupi, caindo para 87.163 t em 1990, mas recuperando significativamente em 1991, quando atingiu 161.279 t. Por causa de fatores provavelmente climáticos, a produção caiu, de forma acentuada, para 59.715 t (-62,95%) em 1992, o maior decréscimo percentual da produção no período de 1989 a 1998. Após uma pequena recuperação em 1993 (17,65% da produção do ano anterior), a região alcançou o pico de 162.837 t de caupi, para depois decrescer progressivamente até 1998, quando atingiu a mais baixa produção, em termos absolutos, da série histórica, 36.299t (Fig. 1 e Tabela 3).

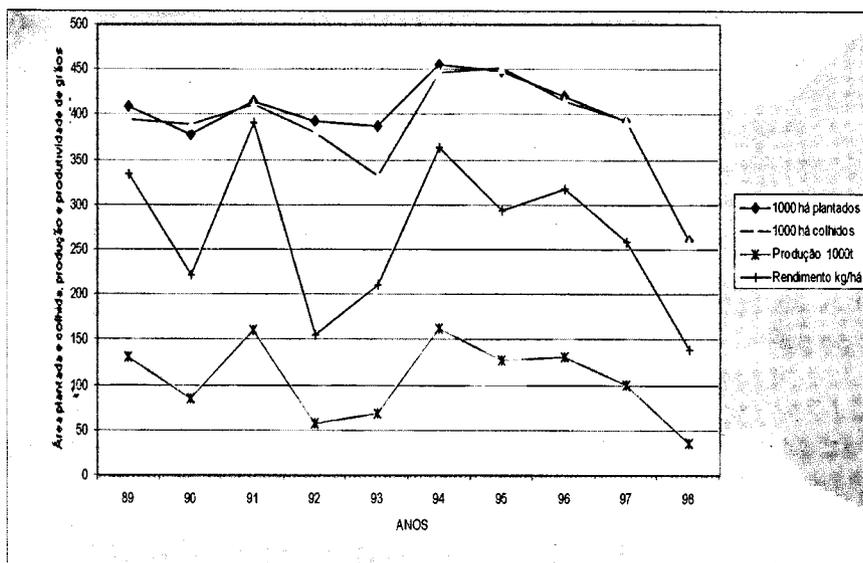


FIG. 1. Evolução da produção, área plantada, área colhida e rendimento médio de feijão caupi na região Meio-Norte do Brasil.

O comportamento da produção, ao longo do período considerado, tem acompanhado as variações da área colhida, a exceção dos anos de 1993 e 1996 em que se observaram ganhos de produtividade. Isto é, a produção e o rendimento médio de feijão caupi aumentaram de 59.715t, em 1992, para 132.579t, em 1996, e de 156 kg/ha em 1992 para 211 kg/ha em 1993 e de 295 kg/ha em 1995 para 318 kg/ha em 1996, respectivamente, enquanto a área colhida caiu de 381.470 ha em 1992 para 333.101 ha em 1993 e de 435.073 ha em 1995 para 416.226 ha em 1996 (Fig. 1 e Tabelas 3, 4, e 5).

Essas variações na produção, configuradas no presente trabalho, são típicas de regiões cujos processos produtivos são dependentes de chuvas, como no Nordeste brasileiro, em que um ano de distribuição pluviométrica regular é quase sempre seguido por um ano de distribuição irregular, com reflexos na produção. Esse efeito é mais observado no cultivo de feijão caupi de primeira safra (plantio das águas), que na região Meio-Norte, no período de 1989 a 1998, foi responsável por cerca de 71% da produção média anual, ficando os 29% restantes, para o cultivo de segunda safra, época em que a produção é mais estável (Tabela 3), uma vez que, além das áreas úmidas de várzeas, contam-se muitos cultivos irrigados, mas que, ainda, em termos agregados, não são suficientes para superar a vulnerabilidade da produção de feijão caupi nos cultivos de primeira safra.

A área média colhida de feijão caupi na região foi, no período referenciado, 386.520,20 ha. Dessa área, 82,56% foi de plantio de primeira safra e 17,44% de plantio de segunda safra. Deste percentual, o Estado do Maranhão participou com 84,82% e o Piauí com apenas 15,07%, ocorrendo o inverso em relação ao plantio de primeira safra (o Piauí com 84,82% e o Maranhão com 15,18% de área colhida). A produção apresentou comportamento semelhante, isto é, o Maranhão colheu 82,93% da produção e o Piauí apenas 17,07%, em plantio de segunda safra, o que mostra a importância daquele Estado, como produtor de feijão caupi, em cultivo de segunda safra (Tabelas 3 e 4).

O cultivo de segunda safra apresentou patamares de produtividade mais elevados e mais estáveis que o cultivo de primeira safra. A Tabela 5 mostra que no período de 1989 a 1998, o rendimento médio foi, na região Meio-Norte, 458,60 kg/ha em cultivo de segunda safra contra 229,60 kg/ha em cultivo de primeira safra, com menor frequência de queda brusca de produtividade. Na média, o Estado do Piauí apresentou um rendimento médio de 531,40 kg/ha contra

447 kg/ha no Estado do Maranhão, com os máximos de 593 kg/ha em 1996 e de 549 kg/ha em 1989, respectivamente.

Chama-se atenção para a queda progressiva da área plantada no período de 1994 a 1998, a qual pode ser atribuída a problemas de natureza conjuntural, não estudados no presente trabalho (Fig. 1 e Tabela 6).

Áreas de concentração da produção

O feijão caupi é cultivado, praticamente, em toda a região Meio-Norte, havendo, porém, áreas de concentração que as caracterizam como tradicionalmente produtoras e áreas potencialmente estratégicas, como as de expansão de fronteira do Sudoeste Piauiense e, em especial, do Sul do Maranhão, que poderão ter novas áreas incorporadas ao processo produtivo.

No Piauí (Tabela 7), a produção de feijão caupi concentra-se na mesorregião Sudoeste Piauiense com 39.158 t, em uma área colhida de 139.331 ha, o que corresponde a 45,30% e 43,58% da produção e área colhida, respectivamente, no Estado, conferindo-lhe a posição de primeiro lugar, quanto a essas duas variáveis. Nesta mesorregião, destaca-se a microrregião Alto Médio Canindé com 22,64% da produção e 19,99% da área colhida, sendo a maior produtora estadual de feijão caupi. Seguem-lhe, por ordem de área colhida, em segundo e terceiro lugares, as mesorregiões Centro Norte Piauiense com 27,89% de área colhida e 21,80% da produção e a mesorregião Sudoeste Piauiense com 15,93% da área colhida e 22,88% da produção, respectivamente, em relação ao Estado. Destaca-se naquela a microrregião de Campo Maior com 16,69% da área colhida e 11,40% da produção e nesta a microrregião de São Raimundo Nonato com 8,73% da área colhida e 13,77% da produção estadual. A exceção desta microrregião, tradicionalmente produtora, a mesorregião Sudoeste Piauiense enquadra-se como uma região de fronteira, com grande potencial de expansão da cultura, graças às suas características edafoclimáticas adequadas. Esta mesorregião detém o maior rendimento médio de feijão caupi no Estado (388 kg/ha), em termos agregados, em cultivos de primeira e segunda safras.

A mesorregião Norte Piauiense é a menor produtora de feijão caupi no Estado, com apenas 12,60% da área colhida e 10,02% da produção. Apresenta, no entanto, uma boa distribuição microrregional da produção com 4,25% na microrregião do Baixo Parnaíba

Piauiense e 5,77% na microrregião do Litoral Piauiense e uma importante utilização de várzeas úmidas no cultivo dessa leguminosa.

No Maranhão (Tabela 8), por ordem de tamanho de área colhida, as mesorregiões Centro Maranhense, Leste Maranhense e Oeste Maranhense, são as mais importantes produtoras de feijão caupi, concentrando juntas, 84,51% da produção em 86,03% da área colhida, no Estado. A mesorregião Centro Maranhense ocupa o primeiro lugar com 40.797 ha (35,20%) da área colhida e uma produção de 13.485 t ou 32,10% da produção estadual. Nesta, destacam-se as microrregiões Alto Mearim e Grajaú com 22,91% da área colhida e 22,86% da produção estadual. A mesorregião Norte Maranhense, com 13% da produção estadual, tem pequena representação no contexto produtivo, destacando-se as microrregiões Lençóis Maranhenses, Baixada Maranhense e Itapecuru Mirim, que juntas, representam 11,68% da produção e 10% da área colhida estadual. Por último, a mesorregião Sul Maranhense, com 2,49% da produção estadual de feijão caupi, tem atualmente posição inexpressiva no agronegócio desse produto, na qual predomina a cultura da soja. No entanto, tem potencial para o cultivo de extensas áreas de caupi, podendo transformar-se em um importante polo de produção desta leguminosa, tanto em monocultivo como em cultivos consorciados.

Os maiores rendimentos médios do feijão caupi no Maranhão foram alcançados nas mesorregiões Oeste Maranhense com 448 kg/ha e Norte Maranhense com 440 kg/ha. Destaca-se naquela a microrregião de Gurupi com 701 kg/ha e nesta as microrregiões Aglomerado Urbano de São Luis com 653 kg/ha, Baixada Maranhense com 527 kg/ha e Litoral Ocidental com 501 kg/ha.

Processo produtivo

▪ Época do plantio

A época do plantio do feijão caupi na região Meio-Norte está associada ao início da estação chuvosa em cultivo de primeira safra e às condições naturais favoráveis de umidade do solo em cultivo de segunda safra.

No Piauí, o plantio de primeira safra tem maior ocorrência no período de novembro a março, concentrando nos meses de dezembro e janeiro 78,90% das realizações. O período de agosto a outubro representa apenas 0,37% de ocorrência de plantio e o de

abril a julho, 0,38%. Observa-se, no entanto, que o mês de novembro já se destaca com 7,11% das ocorrências de plantio, principalmente nas regiões cujo período chuvoso inicia-se mais cedo. A ocorrência de plantio é pouco expressiva no mês de março, com 3,23% dos produtores plantando nessa época, especialmente, no semi – árido, quando a baixa pluviosidade ainda permite a realização do plantio. Daí em diante, o curso chuvoso, praticamente, inviabiliza o plantio dessa leguminosa em cultivo de primeira safra. O plantio de segunda safra tem maior ocorrência no período de abril a agosto, concentrando 54,82% nos meses de maio e junho. Porém, merecem destaque os meses de abril com 12,21%, julho com 12,90% e agosto com 10,99% de ocorrência de plantio. Essa distribuição permite um melhor aproveitamento da mão-de-obra familiar, proporcionando maiores oportunidades de ocupação.

No Estado do Maranhão, o período de ocorrência de plantio do caupi é mais extenso, indo de outubro a abril, concentrando-se, a exemplo do que ocorre no Piauí, nos meses de dezembro e janeiro, com 60,61% de realização. Os meses de outubro, novembro, fevereiro, março e abril, respectivamente, com 3,15%, 6,69%, 8,36%, 15,25% e 5,05% de ocorrência, são menos expressivos. Os demais não são significativos. O plantio de segunda safra tem maior ocorrência no período de março a junho, concentrando 78,18% das realizações de plantio. Desse percentual 52,30% ocorrem nos meses de abril e maio, distribuindo-se de forma dispersa, os 21,82% restantes nos demais meses (Tabela 9).

▪ Época da colheita

Na região Meio-Norte, tanto no Estado do Maranhão como no do Piauí, os períodos de concentração da colheita do feijão caupi se assemelham, quanto ao cultivo de primeira safra. Para ambos os estados, o período de maior importância é o de março a junho, com diferença nos meses de maior concentração. Enquanto no Piauí 58,39% da colheita se realiza nos meses de abril e maio, com destaque para este, no Maranhão a colheita tem melhor distribuição com 20,24% em março, 18,51% em abril, 21,34% em maio e 25,89% em junho, com destaque para este.

Em cultivos de segunda safra, no Piauí, a colheita do caupi, basicamente, vai de julho a outubro, concentrando nesse período 91,74% da produção colhida. Agosto e setembro são os meses mais importantes, somando juntos 54,38% de ocorrência de colheita. No

Estado do Maranhão, a época de colheita define-se melhor com 57% de realização no mês de março, 18,33% no mês de agosto e 12,14% no mês de setembro. Os 12,53% restantes, distribuem-se nos demais meses (Tabela 9).

▪ Tipos de cultivos

A Tabela 10 mostra os tipos de cultivos predominantes na cultura do feijão caupi na região Meio-Norte, as frequências absolutas e relativas dos produtores que os utilizam e suas respectivas produtividades da terra, em primeira e segunda safras.

Observa-se que, tanto no Estado do Piauí como no do Maranhão, o cultivo simples (monocultivo) ocorre em maior proporção nos plantios de segunda safra, reunindo 79,96% dos produtores contra, apenas, 19,60% no cultivo associado. Os cultivos intercalado e misto ocorrem em número insignificante. Na primeira safra verifica-se o inverso. O cultivo associado tem maior representatividade, envolvendo 65,50% dos produtores, enquanto os monocultivos representam 29,75%. Os de cultivo intercalado e misto têm pouca representatividade, correspondendo, respectivamente, a 2,79% e 2,36% do total de produtores.

No Maranhão a situação não é diferente. Dos 68.146 produtores de primeira safra, 58,71% adotam o cultivo associado, enquanto 39,74% praticam o cultivo simples. Os outros dois tipos, intercalado e misto, são insignificantes. Na segunda safra, 69,81% dos produtores adotam o cultivo simples e 28,17% o cultivo associado. Os tipos intercalado e misto são igualmente pouco significativos.

A produtividade média de feijão caupi no Piauí tem uma variação de 217,10 a 740,74 kg/ha, conforme a safra e o tipo de cultivo. A maior produtividade média é para o cultivo misto de segunda safra e a menor para o cultivo associado de primeira safra. No Maranhão, a menor produtividade média é também para o cultivo associado de primeira safra (210,17 kg/ha) e a maior para o tipo intercalado de segunda safra, com 666,66 kg/ha. Entretanto, quer no Piauí ou no Maranhão, para cada tipo de cultivo, a produtividade média de feijão caupi de segunda safra é sempre maior que a de primeira safra.

▪ Uso de tecnologia

A Tabela 8 mostra o número de produtores e a produtividade média da terra(kg/ha), conforme o uso de tecnologia na cultura do

feijão caupi. As tecnologias, objeto de análise, foram agrupadas pelo IBGE, no levantamento censitário da produção agropecuária do ano agrícola de 1995/96, nas seguintes categorias: Irrigação + agrotóxicos + adubação; Irrigação + agrotóxicos; Irrigação + adubação; Agrotóxicos + adubação; Irrigação; Agrotóxicos; Adubação; e a categoria de agricultores que não utilizam nenhuma das tecnologias mencionadas.

Os dados revelaram o baixo grau de adoção tecnológica na cultura do feijão caupi. No Piauí, em cultivo de primeira safra, dos 117.704 produtores abordados 84,66% não usam nenhum tipo das tecnologias indicadas. Esse percentual é mais elevado no Estado do Maranhão, atingindo a 96,01% dos 65.427 produtores de feijão deste Estado.

Em cultivos de segunda safra, o grau de não adoção tecnológica se configura com 62,86% dos 3.175 produtores no Piauí e com 91,38% dos 13.012 produtores de feijão caupi no Maranhão.

No Piauí, dos 15,34% dos produtores que usam algum tipo das tecnologias mencionadas, em cultivos de primeira safra, 14,60% fazem uso de agrotóxicos, a prática mais utilizada entre eles, ficando apenas 0,74% para o uso das práticas irrigação + agrotóxicos + adubação (0,07%), irrigação + agrotóxicos (0,10%), irrigação + adubação (0,02%), agrotóxicos + adubação (0,14%), irrigação (0,06%), e adubação (0,35%). Em cultivos de segunda safra o percentual de produtores que usam algum tipo das tecnologias indicadas eleva-se para 37,14%. Para esses, o uso de agrotóxicos, a exemplo do que ocorre na primeira safra atinge um percentual mais elevado, com 28,11%. Coloca-se em segundo lugar o uso de irrigação + agrotóxicos + adubação, por 5,37% dos produtores. O uso dos outros tipos de tecnologias distribui-se da seguinte forma: irrigação + agrotóxicos 1,96%, irrigação + adubação 0,42%, agrotóxicos + adubação 0,33%, irrigação 0,69% e adubação 0,26%.

No Estado do Maranhão o percentual de produtores de caupi que adotam algum tipo das tecnologias mencionadas é muito baixo, atingindo apenas 3,99% em plantios de primeira safra e 8,62% em plantios de segunda safra. A tecnologia mais usada são os agrotóxicos, reunindo 3,12% e 6,52% dos produtores, respectivamente, em cultivos de primeira e segunda safras. Os percentuais de uso dos demais tipos de tecnologia são insignificantes.

Utilizando-se dos mesmos dados censitários, procurou-se também identificar o efeito do uso das tecnologias mencionadas sobre a produtividade média obtida na cultura do caupi. No Piauí, em cultivos de primeira safra, como era esperado, o conjunto de práticas

irrigação + agrotóxicos + adubação proporcionou a maior produtividade média, com 653,84 kg/ha. Desempenhos menores, porém superiores à produtividade média dos produtores que não utilizaram nenhum tipo das tecnologias indicadas (260,73 kg/ha), foram obtidos, por ordem de importância, com o uso das tecnologias irrigação (451,08 kg/ha), irrigação + agrotóxicos (443,29 kg/ha), agrotóxicos + adubação (357,14 kg/ha), agrotóxicos (331,49 kg/ha) e adubação com apenas 299,67 kg/ha. Não foi observado incremento na produtividade média do feijão caupi entre os produtores que aplicaram a tecnologia irrigação + adubação, cujo resultado de 250 kg/ha foi inferior à produção dos que não utilizaram nenhum tipo das tecnologias mencionadas, o que pode ser explicado pela não inclusão de agrotóxicos os quais elevariam o efeito da interação. Em cultivos de segunda safra, todas as categorias de tecnologias agrupadas proporcionaram aos seus usuários resultados bem superiores às categorias de uma única tecnologia aplicada e a de nenhuma tecnologia aplicada. A categoria irrigação + adubação apresentou a maior produtividade média, com 800 kg/ha de caupi, sendo seqüenciada pelas categorias agrotóxicos + adubação (738,09 kg/ha), irrigação + agrotóxicos + adubação (735,37 kg/ha) e irrigação + agrotóxicos com 652,31 kg/ha. As tecnologias utilizadas isoladamente, como irrigação (411,76 kg/ha), agrotóxicos (556,45 kg/ha) e adubação (285,71 kg/ha) não apresentaram um bom desempenho, quando comparadas com o grupo de produtores que não aplicou nenhuma das tecnologias indicadas, cujo resultado foi de 429,20 kg/ha. Como se observa, a tecnologia adubação proporcionou uma produtividade média de caupi bem inferior ao resultado obtido no grupo de produtores que não utilizou nenhum tipo de tecnologia, fato esse não explicável pelos dados do presente trabalho.

No Estado do Maranhão, as tecnologias aplicadas em cultivos de primeira safra, a exceção da irrigação que apresentou um resultado (263,15 kg/ha) inferior ao obtido pelos produtores que não utilizaram nenhum tipo de tecnologia (284,19 kg/ha) foram superiores a esta categoria destacando-se as tecnologias irrigação + adubação com 571,42 kg/ha, adubação com 551,62 kg/ha, agrotóxicos + adubação com 454,54 kg/ha e as demais como uso de agrotóxicos (341,55 kg/ha), irrigação + agrotóxicos (385,71 kg/ha) e irrigação + agrotóxicos + adubação (333,33 kg/ha) proporcionaram incrementos pouco expressivos e pouco lógicos, face ao fraco poder interativo das práticas agrupadas. Nos cultivos de segunda safra as tecnologias aplicadas, conforme as categorias relacionadas na Tabela 11, não apresentaram destaques importantes, com pequenos incrementos sobre a produtividade média do feijão caupi no grupo de produtores

que não utilizaram nenhuma das tecnologias indicadas, a qual foi de 409,23 kg/ha, exceção para o uso de agrotóxicos + adubação que apresentou um resultado inferior (391,56 kg/ha).

Destino da produção

Analisando o destino da produção do feijão caupi, conforme os dados da Tabela 17, verificam-se altos percentuais de consumo na propriedade, com 40,88% no Piauí e 42,08% no Maranhão e de entrega a intermediários com 46,70% no Piauí e 45,07% no Maranhão. A comercialização via cooperativas é insignificante, representando 1,18% da produção obtida no Piauí e apenas 0,8% da produção obtida no Maranhão. Isso mostra que apesar do feijão caupi ser uma cultura típica de pequenos agricultores, estes não têm um nível de organização que lhes permita uma melhor barganha de preços no momento de vender a produção e nem articulam uma estratégia que dificulte a ação nefasta dos atravessadores, que muitas vezes impõem preços mais baixos aos produtores, apropriando-se das melhores oportunidades de lucro.

A produção estocada no estabelecimento é pequena, sendo 9,14% no Estado de Piauí e 6,74% no Estado do Maranhão, fato que contribui para a redução dos preços pagos ao produtor, uma vez que, por falta de armazenagem, os produtores tornam-se obrigados a antecipar a venda da produção.

A venda direta ao consumidor, o que proporcionaria maiores receitas, é inexpressiva, sendo 1,66% no Piauí e 5,09% no Maranhão. O volume da produção entregue nas indústrias é insignificante, atingindo, apenas, 0,03% em ambos os Estados, dado facilmente explicável pelo fato do feijão caupi ser ainda pouco industrializado no Brasil.

Os dados referentes ao destino da produção, agregados para a região Meio-Norte têm configuração percentual semelhante aos dois Estados, dispensando uma análise conjunta.

Distribuição dos produtores segundo a posse da terra e grupos de área

A Tabela 13 mostra a distribuição dos produtores de feijão caupi por tipo de safra e condição de posse da terra. Em cultivos de primeira safra, 49,97% dos que se dedicam à cultura no Piauí são proprietários. Esse percentual cai para 26,25% em cultivos de

segunda safra. No Maranhão, o percentual de proprietários em cultivos de primeira safra é de 32,73%, elevando-se para 37,68% em cultivos de segunda safra.

Em toda a região Meio-Norte, o grupo dos não proprietários (arrendatários, parceiros e ocupantes) concentra o maior número de produtores de caupi com 65,30% em cultivos de segunda safra e 56% em cultivos de primeira safra, com destaque para a categoria de ocupantes que, isoladamente, reúne 36,45% em segunda safra e 34,30% em cultivos de primeira safra. Esse comportamento é semelhante, tanto no Estado do Piauí como do Maranhão, nos respectivos tipos de safra.

Quanto à distribuição dos produtores por grupo de área, a Tabela 14 mostra que no Piauí, 61,90% dos produtores em cultivos de primeira safra, utilizam propriedades de menos de 10 ha. O grupo de área de propriedades de 10 a 100 ha é o segundo na ordem de preferência com 31,11% dos produtores que as utilizam. São pouco utilizadas as propriedades com áreas de 100 a 1.000ha, reunindo apenas 6,74% dos produtores de caupi. O uso das propriedades acima de 1.000 ha é insignificante, com um percentual de utilização inferior a 0,3%. Já nos cultivos de segunda safra, 99,33% dos produtores concentram a sua produção em propriedades de menos de 10 ha.

No Estado do Maranhão, em cultivos de primeira safra, a utilização das propriedades de menos de 10 ha tem a predominância de 75,02% dos produtores. Os 24,97% restantes distribuem-se nos outros grupos de área, da seguinte forma: 19,53% nas propriedades de 10 a 100 ha; 5,22% nas propriedades de 100 a 1.000 ha; e 0,22% nas propriedades acima de 1.000 ha. Em cultivos de segunda safra os percentuais de utilização dos grupos de áreas pelos produtores são semelhantes aos de primeira safra, guardando praticamente as mesmas proporções.

A utilização preferencial das pequenas propriedades pelos produtores de feijão caupi é também observada, em termos agregados, em toda a região Meio-Norte. Nesta, em cultivos de primeira safra, 93,57% dos produtores utilizam propriedades de menos de 100 ha, predominando as propriedades de menos de 10 ha com 66,70% dos produtores. Em cultivos de segunda safra o percentual de utilização das propriedades de menos de 10 ha, eleva-se para 79,64%. As propriedades de 10 a 100 ha são utilizadas por 16,43% dos produtores e as acima de 100 ha por apenas 3,93% dos produtores.

Área colhida segundo a condição de posse da terra

Na região Meio-Norte do Brasil, os proprietários de terra concentram a maior área colhida com feijão caupi, assim como detêm a maior área média colhida, tanto em cultivo de primeira como em cultivo de segunda safra (Tabela 7). Dos 231.470 ha colhidos no ano agrícola de 1995/96, em cultivo de primeira safra 139.947 ha (58,73%) e 7.530 ha (46,62%) dos 16.150 ha colhidos em cultivos de segunda safra são atribuídos aos proprietários. Das demais categorias a mais importante é a dos ocupantes a qual detém 71.810 ha (31,02%) de área colhida em cultivo de primeira safra e 5.454 ha (33,77%) em cultivo de segunda safra. As categorias de arrendatários e parceiros são de menor importância, em relação à área colhida, detendo, juntas, 32.783 ha (14,16%) em cultivo de primeira safra e 3.167 ha (19,60%) em cultivo de segunda safra.

A área média colhida de feijão caupi na região é pequena, com 1,24 ha por produtor em cultivo de primeira safra e de apenas 0,83 ha por produtor em cultivo de segunda safra. A categoria dos proprietários detém a maior média de área colhida por produtor, tanto em cultivo de primeira safra com 1,67 ha, como em cultivo de segunda safra com 1,12 ha. Seguem as demais por ordem de importância. Em primeira safra: ocupantes 1,12 ha por produtor; parceiros 0,91 ha por produtor; e arrendatários 0,69 ha por produtor. Em segunda safra: ocupantes 0,77 ha por produtor; arrendatários 0,60 ha por produtor; e parceiros 0,53 ha por produtor.

A análise, por Estado, mostra o mesmo comportamento na distribuição de área colhida com feijão caupi que a região, com destaque para o Estado do Piauí cujas médias de áreas colhidas são superiores às do Estado do Maranhão, em todas as categorias de posse da terra, a exceção dos arrendatários que detêm, em cultivo de segunda safra, uma área média colhida (0,60 ha por produtor), ligeiramente superior à média desta categoria, que é de 0,57 ha colhidos por produtor. Mas, dentro de cada Estado, a importância das categorias de posse da terra é diferenciada conforme os tipos de safra. No Piauí, a categoria de ocupantes com 1,19 ha colhidos por produtor, em cultivo de primeira safra, supera as categorias de parceiros (1,07 ha por produtor) e de arrendatários (0,77 ha por produtor). Já no cultivo de segunda safra, os arrendatários com 0,57 ha colhidos por produtor superam os parceiros (0,55 ha por produtor), mantendo-se as outras categorias nas mesmas relações de hierarquia. No Maranhão, em cultivo de primeira safra, a categoria dos arrendatários com 0,66 ha de área colhida por produtor supera

as categorias de ocupantes (0,66 ha por produtor) e dos parceiros (0,56 ha por produtor). Em cultivos de segunda safra, a categoria de ocupantes, com 0,73 ha de área colhida por produtor, supera as categorias de arrendatário (0,60 ha por produtor) e de parceiros (0,56 ha colhidos por produtor). Todavia, essas diferenças são pequenas o que destaca a categoria dos proprietários como a mais importante, em termos de área média cultivada.

Produção segundo a posse da terra e os grupos de área

Na região Meio-Norte a estrutura de posse da terra determina características diferenciadas quanto à produção e à concentração de uso da terra com a cultura do feijão caupi.

A Tabela 16 mostra que, em cultivos de primeira e segunda safras, em toda a região, 57,15% da produção de feijão caupi são provenientes dos proprietários, sendo os 42,85% restantes obtidos das categorias de arrendatários (5,35%), parceiros (9,04%) e ocupantes com uma representação expressiva de 28,46% da produção.

As análises, por Estado e por safra, revelam que para a produção de primeira safra, no Piauí, 61,87% da colheita provêm dos proprietários. No Maranhão, este percentual cai para 47,34%. Das outras categorias, a de ocupante é a mais expressiva, reunindo 27,05% da produção no Piauí e 29,87% no Maranhão. As de arrendatários e de parceiros são menos importantes em ambos os Estados.

Na segunda safra, os proprietários continuam sendo a categoria de posse da terra mais importante, detendo 39,17% da produção no Piauí e 48,06% no Maranhão. A produção de parceiros é expressiva no Piauí, com 21,34% do total e pouco expressiva no Maranhão, com apenas 6,07% da produção total. A exemplo do cultivo de primeira safra, a categoria de ocupante é bem representativa em ambos os Estados, reunindo 35,47% da produção no Piauí e 35,17% no Maranhão, o que demonstra a importância dessa categoria de produtores na produção de feijão caupi na região.

A produção por grupo de área indica o quanto o feijão caupi é importante para aqueles que cultivam em pequenas propriedades. A Tabela 17 mostra que 44,68% da produção piauiense, de primeira safra, provêm das propriedades com menos de 10 ha e 84,42% da colheita é retirada das propriedades com menos de 10 ha e 84,42% da colheita é retirada das propriedades

de até 10 ha. As propriedades de 100 a 1.000 ha produzem apenas 13,13% da produção e as acima de 1.000 ha têm produção insignificante. No Estado do Maranhão a situação não é diferente. Cerca de 86% da produção provêm de propriedades de até 100 ha, na primeira safra. Na segunda safra, no Piauí, o feijão caupi é todo cultivado em propriedades de até 100 ha. Cerca de 75% da produção provêm de propriedades de até 10 ha e o restante das propriedades de 10 a 100 ha.

É importante observar que, no Estado do Piauí, as propriedades com área acima de 100 ha não são utilizadas pelos produtores de feijão caupi em cultivo de segunda safra. Todavia, no Estado do Maranhão, observa-se o uso de propriedades de até 10.000 ha, neste cultivo, embora, de representação insignificante quanto ao percentual de produtores que as utilizam.

Considerações Finais

A caracterização da produção de feijão caupi na região Meio-Norte do Brasil, com base nos dados censitários de 1995/96, permite sintetizar as seguintes considerações finais.

- A distribuição do uso da terra para o cultivo do feijão caupi é favorável à expansão da cultura, uma vez que 56% dos produtores em cultivo de primeira safra e 65,30% em cultivo de segunda safra são não proprietários, utilizando-se das formas de arrendamento, parceria e ocupação.
- A disponibilidade de recursos naturais favoráveis ao cultivo de feijão caupi, indica um forte potencial de expansão em áreas de várzes, sendo, para isso, importante o apoio governamental, principalmente no que tange a produção e distribuição de sementes melhoradas.
- No que pese a disponibilidade de informações tecnológicas, os percentuais de uso de novas tecnologias são muito baixos, resultando em baixos níveis de produtividade da terra e de qualidade do produto no mercado.
- A comercialização da produção do feijão caupi na região é feita, predominantemente, via intermediário, induzindo o aviltamento de preço ao produtor.

- As estruturas de processamento e de armazenagem primárias são basicamente inexistentes, gerando perda de valor agregado, o que poderia ser solucionado através de organizações cooperativas;
- Posto que, o feijão caupi é mais consumido na zona rural e nos centros urbanos por faixas populacionais de renda mais baixa, é importante criar variedades mais atraentes e testar novas modalidades de consumo, visando ampliar as alternativas de mercado.

Referências

- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Agrianual 98**. FNP Consultoria & Comércio. São Paulo, 1998. 247 p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: **IBGE**, v.54, 1994, p.1-32.
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; RODRIGUES, B.H.N.; ANDRADE JÚNIOR, A . S.; ATAYDE SOBRINHO, C.; RIBEIRO, V. Q.; BASTOS, E. A . Doses de fósforo e densidade de plantas em caupi. I. Efeito sobre a produtividade de grãos e componentes de produção sob irrigação em solo de Tabuleiros Costeiros .In: **Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi**, 4, 1996, Teresina. **Resumos...** Teresina: EMBRAPA/CPAMN, p. 121-122. 1996 (EMBRAPA/CPAMN. Documento, 18)
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B. Efeitos da adubação fosfatada e da densidade de plantas na produtividade de grãos de feijão caupi em regime de sequeiro. In: **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, 23, 1998, Caxambu, MG. **Resumos...** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, p.167. 1998.
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B. Resposta do feijão caupi a adubação fosfatada e a densidade de plantas em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília :SBCS/Embrapa Cerrados/UNB, 1999 (CD ROM).
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUÍ. Plano estadual de irrigação. v 2, anexo 2-B-Pedologia. Teresina, 1987. 46 p.

FUNDAÇÃO IBGE. Censo Agropecuário do Maranhão. Rio de Janeiro. 1995-1996.205 p.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v.2, n.11, 1990, 71p.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v.5, n.12, 1993, 71p.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v.7, n.11, 1995, 70p.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v.8, n.12, 1996, 70p.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v.11, n.12, 1998, 77p.

SOARES, U.M. **BR 18-Pericermã**: nova alternativa de feijão caupi no Maranhão. São Luís: EMAPA, 1998. 4 p. (EMAPA. Comunicado Técnico, 23)

SOUSA, M.R.A.; SILVA, C.R.L da; MUNIZ, F.F.C.; BERNIZ, J.N.J. Agricultura: setor estratégico do desenvolvimento. São Luís, 1994. 8 p.

ANEXO

(Tabelas de 1 a 17)

TABELA 1. Distribuição geográfica por área colhida, produção e rendimento médio do feijão no Brasil e por Estado da região Nordeste, no ano de 1998.

Distribuição geográfica da produção	Área colhida		Produção		Rendimento médio (kg/ha)
	(ha)	(%)	(t)	(%)	
Brasil	3.329.029	100,00	2.183.767	100,00	656
Nordeste	1.298,030	39,00	414.902	19,00	320
- Maranhão	66.175	2,00	18.057	0,82	273
- Piauí	193.680	5,82	18.242	0,84	94
- Ceará	362.850	10,90	57.607	2,64	159
- R. G. do Norte	20.661	0,62	7.241	0,33	350
- Paraíba	19.828	0,59	5.392	0,25	272
- Pernambuco	58.925	1,77	19.102	0,87	324
- Alagoas	88.228	2,65	38.348	1,76	435
- Sergipe	45.084	1,35	29.432	1,35	653
- Bahia	442.599	13,30	221.481	10,14	500

FONTE: IBGE - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1998.
- Anuário Estatístico do Brasil, 1994.

TABELA 2. Área colhida de feijão *Phaseolus* versus feijão *Vigna* no Nordeste brasileiro, no ano de 1998.

Nordeste/Estados	<i>Phaseolus</i>		<i>Vigna</i>		Total	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	%
Nordeste	429.399	33,08	868.631	66,92	1.298.030	100
- Maranhão	0	0	66.175	5,10	66.175	5,10
- Piauí	0	0	193.680	14,92	193.680	14,92
- Ceará	12.946	1,00	349.904	26,95	362.850	27,95
- R. G. do Norte	0	0	20.661	1,59	20.661	1,59
- Paraíba	12.522	0,97	7.306	0,56	19.828	1,53
- Pernambuco	30.364	2,34	28.561	2,20	58.925	4,54
- Alagoas	0	0	88.228	6,80	88.228	6,80
- Sergipe	41.915	3,23	3.169	0,24	45.084	3,47
- Bahia	331.652	25,56	110.947	8,54	442.599	34,10

FONTE: IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1998

TABELA 3. Produção de feijão caupi, em cultivo de 1ª e 2ª safras, na região Meio-Norte do Brasil, no período de 1989 a 1998.

Ano	Produção (t)						Total
	Piauí		Maranhão		Meio-Norte		
	1º Safra	2º Safra	1º Safra	2º Safra	1º Safra	2º Safra	
1989	76.410	5.810	18.569	31.726	94.979	37.536	132.515
1990	39.804	7.267	12.909	27.183	52.713	34.450	87.163
1991	99.134	5.951	20.082	36.112	119.216	42.063	161.279
1992	28.441	4.225	14.224	12.825	42.665	17.050	59.715
1993	25.338	3.395	14.551	26.971	39.889	30.366	70.255
1994	110.765	5.502	16.032	30.538	126.792	36.040	162.837
1995	80.683	5.694	18.007	24.000	98.690	29.694	128.384
1996	78.395	6.482	17.999	29.703	96.394	36.185	132.579
1997	52.173	5.394	15.731	28.610	67.904	34.004	101.908
1998	14.686	3.556	6.814	11.243	21.500	14.799	36.299
Média	60.582	5.327	15.491	25.891	76.074	31.218	107.293

FONTE: IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1989/1998.

TABELA 4. Área colhida de feijão caupi, em cultivos de 1ª e 2ª safras, na região Meio-Norte do Brasil, no período de 1989 a 1998.

Ano	Produção (t)						Total
	Piauí		Maranhão		Meio-Norte		
	1ª Safra	2ª Safra	1ª Safra	2ª Safra	1ª Safra	2ª Safra	
1989	276.179	13.551	48.468	57.778	324.647	71.329	395.976
1990	270.034	14.664	45.277	60.030	315.311	74.694	390.005
1991	282.698	11.547	50.176	67.928	332.867	79.525	412.392
1992	275.187	8.379	48.681	49.223	323.868	57.602	381.470
1993	213.213	6.198	51.796	61.894	265.009	68.092	333.101
1994	316.104	9.634	52.141	69.375	368.245	79.009	447.254
1995	309.242	10.329	53.227	62.275	362.469	72.604	435.073
1996	294.439	10.843	50.173	60.271	345.112	71.114	416.226
1997	281.302	10.365	45.049	57.134	326.351	67.449	393.850
1998	187.569	6.111	39.465	26.710	227.034	32.821	259.855
Média	270.646	10.162	48.445	57.266	319.091	67.428	386.520

FONTE: IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1989/1998.

TABELA 5. Rendimento médio do feijão caupi, em cultivos de 1ª e 2ª safras, na região Meio-Norte do Brasil, no período de 1989 a 1998.

Ano	Rendimento médio (kg/ha)						Total
	Piauí		Maranhão		Meio-Norte		
	1ª Safra	2ª Safra	1ª Safra	2ª Safra	1ª Safra	2ª Safra	
1989	277	429	383	549	292	526	334
1990	147	496	285	453	167	461	223
1991	351	515	400	531	358	529	391
1992	103	504	292	261	132	296	156
1993	119	548	281	436	150	446	211
1994	350	571	307	440	344	456	364
1995	261	551	338	385	272	409	295
1996	266	598	359	493	279	509	318
1997	185	520	349	501	208	503	259
1998	78	582	173	421	94	451	139
Média	213	532	316	447	229	458	269

Fonte: IBGE, Levantamento sistemático da produção agrícola. 1989/1998.

TABELA 6. Área plantada, área colhida e área perdida de feijão caupi, na região Meio-Norte do Brasil, no período de 1989 a 1998.

Ano	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Área perdida
1989	410.140	395.976	14.164
1990	397.224	390.005	7.219
1991	414.729	412.392	2.337
1992	394.533	381.470	13.063
1993	387.746	333.110	54.645
1994	456.473	447.254	9.219
1995	448.213	435.073	13.140
1996	421.546	416.226	5.320
1997	394.445	393.850	595
1998	261.144	259.855	1.289
Média	398.619	386.520	12.099

Fonte: IBGE, Levantamento sistemático da produção agrícola. 1989/1998.

TABELA 7. Área colhida, produção e rendimento médio de feijão caupi por meso e microrregiões homogêneas, no Estado do Piauí, 1995/96.

Meso/microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento médio (kg/ha)
	(ha)	(%)	(t)	(%)	
Estado	319.716	100,00	86.451	100,00	270
Norte Piauiense	40.311	12,60	8.665	10,02	214
▪ Baixo Parnaíba Piauiense	19.116	5,98	3.678	4,25	192
▪ Litoral Piauiense	21.195	6,62	4.987	5,77	235
Centro Norte Piauiense	89.152	27,89	18.846	21,80	211
▪ Teresina	8.453	2,65	1.479	1,71	174
▪ Campo Maior	53.352	16,69	9.851	11,40	184
▪ Médio Parnaíba Piauiense	4.709	1,47	1.155	1,34	245
▪ Valença do Piauí	22.638	7,08	6.361	7,35	280
Sudoeste Piauiense	50.922	15,93	19.782	22,88	388
▪ Alto Parnaíba Piauiense	2.488	0,78	1.166	1,35	468
▪ Bertolínea	4.750	1,49	1.746	2,02	367
▪ Floriano	5.844	1,83	1.433	1,66	245
▪ Alto Médio Gurguéia	5.470	1,71	2.594	3,00	474
▪ São Raimundo Nonato	27.920	8,73	11.909	13,77	426
▪ Chapada do Extremo Sul Piauiense	4.450	1,39	935	1,08	210
Sudeste Piauiense	139.331	43,58	39.158	45,30	281
▪ Picos	38.791	12,13	7.913	9,15	203
▪ Pio IX	36.629	11,46	11.376	13,51	318
▪ Alto Médio Canindé	63.911	19,99	19.569	22,64	306

Fonte: Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão – 1995/1996

TABELA 8. Área colhida, produção e rendimento médio, de feijão caupi, por meso e microrregião homogêna no Estado do Maranhão. 1995/96.

Meso/microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento médio (kg/ha)
	(ha)	(%)	(t)	(%)	
Estado	115.902	100,00	42.007	100,00	363
Norte Maranhense	12.785	11,03	5.458	13,00	440
▪ Litoral Ocidental Maranhense	758	0,66	380	0,90	501
▪ Aglomeração Urbana de São Luís	26	0,02	17	0,04	653
▪ Rosário	415	0,36	157	0,37	378
▪ Lençóis Maranhenses	4.590	3,96	1.876	4,47	408
▪ Baixada Maranhense	3.775	3,26	1.780	4,24	527
▪ Itapemirim Mirim	3.221	2,78	1.241	2,97	387
Oeste Maranhense	25.851	22,30	11.594	27,60	448
▪ Gurupi	4.415	3,81	3.099	7,38	701
▪ Pindaré	18.558	16,01	7.142	17,00	384
▪ Imperatriz	2.878	2,48	1.353	3,22	470
Centro Maranhense	40.797	35,20	13.485	32,10	330
▪ Médio Mearim	9.222	7,96	2.557	6,09	277
▪ Alto Mearim e Grajaú	26.553	22,91	9.604	22,86	361
▪ Presidente Dutra	5.022	4,33	1.324	3,15	263
Leste Maranhense	33.064	28,53	10.422	24,81	315
▪ Baixo Parnaíba Piauiense	11.057	9,54	4.204	10,00	380
▪ Chapadinha	3.910	3,37	1.611	3,84	412
▪ Codó	8.862	7,65	1.607	3,83	181
▪ Coelho Neto	616	0,53	193	0,46	313
▪ Caxias	3.635	3,14	957	2,28	263
▪ Chapada do Alto Itapecuru	4.984	4,30	1.850	4,40	371
Sul Maranhense	3.405	2,94	1.048	2,49	307
▪ Porto Franco	635	0,55	224	0,53	352
▪ Gerais de Balsas	1.320	1,14	386	0,92	292
▪ Chapadas da Mangabeiras	1.450	1,25	438	1,04	302

Fonte: Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/1996.

TABELA 9. Número de produtores por ocorrência de plantio e de colheita, em primeira e segunda safras de feijão caupi, nos Estados do Piauí e Maranhão – 1995/96.

Meses de ocorrência do plantio e da colheita	Produtores							
	Piauí				Maranhão			
	1ª safra		2ª safra		1ª safra		2ª safra	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Plantio	117.704	100	5.051	100	68.146	100	14.240	100
Agosto	12	0,01	555	10,99	100	0,15	454	3,19
Setembro	37	0,03	117	2,32	148	0,22	222	1,56
Outubro	384	0,33	59	1,17	2.146	3,15	125	0,88
Novembro	8.372	7,11	12	0,24	4.559	6,69	41	0,29
Dezembro	26.163	22,23	13	0,26	17.750	26,05	259	1,82
Janeiro	66.704	56,67	30	0,60	23.550	34,56	780	5,48
Fevereiro	12.944	11,00	30	0,60	5.694	8,36	220	1,54
Março	2.361	2,23	195	3,86	10.397	15,25	2.080	14,60
Abril	334	0,29	617	12,21	3.443	5,05	3.656	25,68
Maiο	632	0,05	1639	32,45	263	0,38	3.791	26,62
Junho	28	0,02	1.130	22,37	47	0,07	1.607	11,28
Julho	18	0,02	652	12,90	34	0,05	999	7,02
Ignorado	15	0,01	2	0,03	15	0,02	6	0,04
Colheita	117.704	100	5.051	100	68.146	100	14.240	100
Agosto	13	0,01	1.366	27,04	-	-	2.611	18,33
Setembro	10	0,0	1.381	27,34	1	0	1.728	12,14
Outubro	3	0,0	728	14,41	-	-	823	5,79
Novembro	-	-	275	5,44	-	-	458	3,22
Dezembro	1	0,0	131	2,60	1	0	502	3,55
Janeiro	1.112	0,95	1	0,02	2.825	4,15	1	0
Fevereiro	6.406	5,45	-	-	6.729	9,87	-	-
Março	20.214	17,17	-	-	13.790	20,24	1	0
Abril	31.020	26,35	-	-	12.616	18,51	-	-
Maiο	37.712	32,04	2	0,04	14.539	21,34	-	-
Junho	21.004	17,85	7	0,14	17.643	25,89	-	-
Julho	208	0,18	1.159	22,95	2	0	8.115	57,00
Ignorado	1	0,0	1	0,02	-	-	-	0

Fonte: Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/1996.

TABELA 10. Número de produtores e rendimento médio de grãos por safra, conforme o tipo de cultivo, na cultura do feijão caupi, nos Estados do Piauí e Maranhão, 1995/96.

Tipo de cultivo	Piauí						Maranhão					
	Primeira safra			Segunda safra			Primeira safra			Segunda safra		
	Nº	%	kg/ha	Nº	%	kg/ha	Nº	%	kg/ha	Nº	%	kg/ha
Simple	34.549	29,35	313,97	4.039	79,96	579,00	27.081	39,74	439,04	9.941	69,81	468,88
Associado	77.100	65,50	247,10	990	19,60	408,57	40.012	58,71	210,17	4.011	28,17	307,15
Intercalado	3.283	2,79	360,66	2	0,04	500,00	41	0,06	275,00	9	0,06	666,66
Misto	2.770	2,36	329,65	20	0,40	740,00	1.012	1,49	293,16	279	1,96	435,21
Total	117.702	100,00	-	5.051	100,00	-	68.146	100,00	-	14.240	100,00	-

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96.

TABELA 11. Número de produtores e rendimento médio de grãos, por tipo de tecnologia aplicada e por safra, na cultura do feijão caupi, nos Estados do Piauí e Maranhão, 1995/96.

Tipo de cultivo	Piauí						Maranhão					
	Primeira safra			Segunda safra			Primeira safra			Segunda safra		
	Nº	%	kg/ha	Nº	%	kg/ha	Nº	%	kg/ha	Nº	%	kg/ha
Irrigação + agrotóxico + adubação	87	0,07	653,84	271	5,37	735,37	60	0,99	333,33	67	0,47	544,21
Irrigação + agrotóxico	115	0,10	443,29	99	1,96	652,31	53	0,08	385,71	21	0,15	409,09
Irrigação + adubação	26	0,02	250,00	21	0,42	800,00	15	0,02	571,42	4	0,03	641,53
Agrotóxico + adubação	169	0,14	357,14	17	0,33	738,09	220	0,32	454,54	65	0,46	391,56
Irrigação	72	0,06	451,08	35	0,69	411,76	56	0,08	263,15	92	0,64	515,62
Agrotóxico	17.185	14,60	331,49	1.420	28,11	556,45	2.125	3,12	341,55	929	6,52	443,42
Adubação	407	0,35	299,67	13	0,26	285,71	190	0,28	551,62	50	0,35	494,84
Não utiliza	99.643	84,66	260,73	3.175	62,86	429,20	65.427	96,01	284,19	13.012	91,38	409,23
Total	117.704	100,00	-	5.051	100,00	-	68.146	100,00	-	14.240	100,00	-

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96.

TABELA 12. Destino da produção de feijão caupi na região Meio-Norte do Brasil, no ano agrícola de 1995/1996.

Destino da produção	Piauí		Maranhão		Meio-Norte	
	Produção (t)	%	Produção (t)	%	Produção (t)	%
Consumo no estabelecimento	21.257	40,88	8.340	42,08	29.867	41,21
Estoque no estabelecimento	4.814	9,14	1.335	6,74	6.149	8,48
Entregue a cooperativas	619	1,18	24	0,12	643	0,89
Entregue a indústrias	13	0,03	7	0,04	20	0,03
Entregue a intermediários	24.590	46,70	8.932	45,07	33.522	46,25
Venda ao consumidor	874	1,66	1.009	5,09	1.883	2,60
Sem declaração	218	0,41	171	0,86	389	0,54
Total	52.655	100,00	19.818	100,00	72.473	100,00

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96.

TABELA 13. Distribuição dos produtores de feijão caupi segundo o tipo de safra e a condição de posse da terra, nos Estados do Piauí e Maranhão, 1995/96.

Tipo de cultivo	Piauí				Maranhão				Meio-Norte			
	1. ^a Safra		2. ^a Safra		1. ^a Safra		2. ^a Safra		1. ^a Safra		2. ^a Safra	
	Nº	%										
Proprietário	58.817	49,97	1.326	26,25	22.305	32,73	5.366	37,68	82.122	44,00	6.692	34,70
Arrendatário	5.201	4,42	405	8,02	14.745	21,64	2.482	17,43	19.745	10,58	2.887	14,96
Parceiro	14.298	12,15	1.603	31,73	6.457	9,47	1.077	7,56	20.755	11,12	2.680	13,89
Ocupante	39.388	33,46	1.717	34,00	24.639	36,16	5.315	37,33	64.027	34,30	7.032	36,45
Total	117.704	100,00	50.051	100,00	68.146	100,00	14.240	100,00	186.649	100,00	19.291	100,00

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96.

TABELA 14. Distribuição dos produtores de feijão caupi por safra e por grupo de área total, na região Meio-Norte do Brasil.

Grupo de área total	Piauí				Maranhão				Meio-Norte			
	1.ª Safra		2.ª Safra		1.ª Safra		2.ª Safra		1.ª Safra		2.ª Safra	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Menos de 10	72.856	61,90	5.017	99,33	51.121	75,02	10.340	72,65	123.977	66,70	15.357	79,64
10 a 100	36.615	31,11	34	0,67	13.313	19,53	3.314	22,01	49.927	26,87	3.168	16,43
100 a 1.000	7.931	6,74	-	-	3.554	5,22	737	5,18	11.485	6,18	737	3,82
1.000 a 10.000	285	0,24	-	-	148	0,22	21	0,16	433	0,24	21	0,11
10.000 e mais	15	0,01	-	-	3	-	-	-	18	0,01	-	-
Sem declaração	2	-	-	-	8	0,01	1	-	10	-	4	-
Total	117.704	100,00	5.051	100,00	68.146	100,00	14.233	100,00	185.850	100,00	19.284	100,00

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96.

TABELA 15. Número de produtores e área colhida de feijão caupi, por safra, segundo a condição de posse da terra, na região Meio-Norte do Brasil, 1995/1996.

Condição de posse da terra	Piauí						Maranhão					
	Primeira safra						Segunda safra					
	Produtores (Nº)	Área colhida (ha)	Área média (ha)	Produtores (Nº)	Área colhida (ha)	Área média (ha)	Produtores (Nº)	Área colhida (ha)	Área média (ha)	Produtores (Nº)	Área colhida (ha)	Área média (ha)
Proprietários	58.817	113.203	1,92	1.326	1.888	1,42	22.305	22.744	1,01	5.366	5.642	1,05
Arrendatários	5.201	4.023	0,77	405	232	0,57	14.745	9.757	0,66	2.482	1.506	0,60
Parceiros	14.298	15.354	1,07	1.603	887	0,55	6.457	3.649	0,56	1.077	542	0,50
Ocupantes	39.388	47.171	1,19	1.717	1.570	0,91	24.639	15.568	0,63	5.315	3.884	0,73
Total	117.704	179.751	1,52	5.051	4.577	0,90	68.146	51.718	0,75	14.240	11.573	0,81

Continuação Coluna Meio-Norte/Primeira safra

Condição de posse da terra	Meio-Norte					
	Primeira safra					
	Produtores (Nº)	Área colhida (ha)	Área média (ha)	Produtores (Nº)	Área colhida (ha)	Área média (ha)
Proprietários	81.122	135.947	1,67	6.692	7.530	1,12
Arrendatários	19.946	13.780	0,69	2.887	1.738	0,60
Parceiros	20.755	19.003	0,91	2.680	1.429	0,53
Ocupantes	64.027	62.739	0,97	7.032	5.454	0,77
Total	185.850	231.469	1,24	19.291	16.150	0,83

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96.

TABELA 16. Produção de feijão caupi, segundo o tipo de safra e condição de posse da terra, na região Meio-Norte do Brasil, 1995/1996

Condição de posse da terra do produtor	Piauí				Maranhão				Meio-Norte	
	1ª safra		2ª safra		1ª safra		2ª safra		1ª e 2ª safra	
	T	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Proprietário	31.011	61,87	993	39,17	7.112	47,34	2.305	48,06	41.421	57,15
Arrendatário	1.078	2,15	102	4,02	2.182	14,53	513	10,70	3.875	5,35
Parceiro	4.474	8,93	541	21,34	1.241	8,26	291	6,07	6.547	9,04
Ocupante	13.558	27,05	899	35,47	4.487	29,87	1.687	35,17	20.613	28,46
Total	50.121	100,00	2.535	100,00	15.022	100,00	4.796	100,00	72.474	100,00

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96

TABELA 16. Produção de feijão caupi, segundo o tipo de safra e condição de posse da terra, na região Meio-Norte do Brasil, 1995/1996

Condição de posse da terra do produtor	Piauí				Maranhão				Meio-Norte	
	1ª safra		2ª safra		1ª safra		2ª safra		1ª e 2ª safra	
	T	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Proprietário	31.011	61,87	993	39,17	7.112	47,34	2.305	48,06	41.421	57,15
Arrendatário	1.078	2,15	102	4,02	2.182	14,53	513	10,70	3.875	5,35
Parceiro	4.474	8,93	541	21,34	1.241	8,26	291	6,07	6.547	9,04
Ocupante	13.558	27,05	899	35,47	4.487	29,87	1.687	35,17	20.613	28,46
Total	50.121	100,00	2.535	100,00	15.022	100,00	4.796	100,00	72.474	100,00

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96

TABELA 17. Produção de feijão caupi na primeira e na segunda safra por grupo de área total, na região MeioNorte do Brasil, 1995/1996.

Grupos de área total (ha)	Piauí				Maranhão				Meio-Norte	
	1ª safra		2ª safra		1ª safra		2ª safra		1ª e 2ª safra	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Menos de 10	22.391	44,68	1.989	75,48	8.980	59,3	2.947	61,45	36.235	49,93
10 a 100	19.921	39,74	646	24,52	4.006	26,67	1.257	26,20	25.830	35,60
100 a 1.000	6.580	13,13	0	0	1.738	11,57	525	10,95	8.843	12,18
1.000 a 10.000	1.052	2,10	0	0	355	2,37	66	1,38	1.473	2,03
10.000 e mais	175	0,35	0	0	14	0,09	0	0	1.889	0,26
Sem declaração	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0
Total	50.119	100,00	2.635	100,00	15.022	100,00	4.796	100,00	72.572	100,00

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários do Piauí e do Maranhão, 1995/96

CAPÍTULO II

CLIMA E ASPECTOS DE PLANTIO

Milton José Cardoso¹
Francisco de Brito Melo²
Aderson Soares de Andrade Júnior³
Milcíades Gadelha de Lima⁴

Clima

O clima constitui-se em fator preponderante no desenvolvimento das plantas, visto que determina condições para a manutenção da dinâmica da vida.

Os fatores climáticos (massas de ar) associados aos fatores geográficos (latitude, relevo e natureza do solo) definem as condições que serão encontradas no estudo da precipitação, temperatura do ar e conseqüentemente no balanço hídrico (deficiência hídrica e excedente hídrico) na região Meio-Norte do Brasil, compreendida pelos Estados do Maranhão e Piauí (EMBRAPA, 1989).

O exame da precipitação fornece um indicativo da aptidão agrícola das terras no que se refere às áreas mais adequadas para o cultivo do feijão caupi.

A distribuição da precipitação anual média no Estado do Maranhão está compreendida entre as isoietas de 1.000 e 2.000mm, com totais que evoluem de SE para NW. Os menores totais são encontrados nas áreas onde as penetrações das massas continental e marítima se fazem sentir de maneira já enfraquecidas. O trimestre mais chuvoso, fevereiro/março/abril, é o que deve encontrar maiores valores em termos de totais acumulados. Corresponde ao predomínio da massa Equatorial marítima, que define o regime marítimo. Áreas como Pedreiras e Bacabal podem ser indicadas como pontos representativos das condições reinantes, caracterizadas por precipitações mais abundantes.

¹Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador na Área de Fitotecnia e Fitomelhoramento, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. E.mail: milton@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador na Área de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. E.mail: brito@cpamn.embrapa.br

³Eng. Agr., Embrapa Meio-Norte, Doutorando em Irrigação e Drenagem, DER/ERALQ/USP, Piracicaba, SP. E.mail: asandrad@carpa.ciaagri.usp.br

⁴Eng. Agr., D.Sc., Prof. Adj. do Departamento de Engenharia Agrícola do CCA/UFPI, Teresina. PI. E.mail: gadelha@mnnnet.com.br

A distribuição espacial das precipitações no Estado do Piauí se prende ao regime Equatorial Marítimo (Em) como também ao Equatorial Continental (Ec), conjugados ao relevo, com os maiores totais (regime Em) variando entre 1.600 e 1.000 mm, sendo o sistema continental que responde pelos totais compreendidos entre 1.200 mm, no extremo oeste dos Municípios de Bom Jesus e Uruçuí, declinando até os 550 mm encontrados em Picos e Pio IX.

Com relação aos trimestres mais chuvosos, o regime continental antecede ao marítimo, definindo para as partes central (janeiro/fevereiro/março) e extremo sul do Estado (dezembro/janeiro/fevereiro) como os mais chuvosos. Como o regime marítimo se localiza no Hemisfério Sul a partir de janeiro, o trimestre de fevereiro/março/abril se apresenta como o mais chuvoso na região norte do Estado.

A variação da temperatura do ar, em sua distribuição espacial, depende da latitude associada à altitude, da mesma forma que, com relação às estações do ano, depende da evolução da nebulosidade e do efeito regulador da oceanidade. No exame das temperaturas do ar para o Estado do Maranhão, verificam-se valores anuais que variam de 27,5 a 24,5° C, sendo que este último extremo passa a ser influenciado pela altitude. Na distribuição espacial das temperaturas do ar no Estado do Piauí, há predominância do relevo, fazendo com que os maiores valores compreendam as partes baixas com as isolinhas de 27° C. Os Municípios de Parnaíba, Luzilândia, Matias Olímpio, Porto, José de Freitas, Teresina e outras áreas com idênticas condições deverão apresentar-se com valores próximos. Nas cotas altimétricas entre 500 e 600 metros, as médias anuais chegam a atingir 26 °C.

Caracterização Térmica

Em modelagem envolvendo o crescimento de culturas, a determinação criteriosa das fases do desenvolvimento é de fundamental importância. Tradicionalmente, a caracterização das fases de desenvolvimento de uma cultura é realizada em função do tempo, geralmente, dias após plantio ou dias após a emergência. Entretanto, o desenvolvimento fenológico da cultura é, apenas, indiretamente uma função do tempo, uma vez que é muito mais afetado por outros fatores, tais como a temperatura do ar e a radiação solar. Sob condições normais de radiação solar, alguns trabalhos indicam que a temperatura do ar, expressa na for-

ma de unidades térmicas, é o principal fator que controla a taxa de crescimento fenológico da cultura (Slack et al., 1994; Yang et al., 1995).

A forma mais conveniente de expressar a acumulação de unidades térmicas é através de graus dias de desenvolvimento (Baskerville & Emin, 1968), que podem ser facilmente calculados a partir de valores diários de temperatura máxima e mínima (Snyder, 1985), utilizando-se um valor apropriado para a temperatura base. Desde que a temperatura base seja inferior à temperatura mínima observada, o cálculo dos graus dias de desenvolvimento (GDD) é efetuado através da seguinte expressão (Snyder, 1985):

$$\text{GDD} = \frac{(T_{\text{max}} + T_{\text{min}})}{2} - T_{\text{base}} \quad (1)$$

Em que:

T_{max} = temperatura diária máxima (°C)

T_{min} = temperatura diária mínima (°C)

T_{base} = temperatura base (°C)

Fisiologicamente, a temperatura base é definida como sendo aquela abaixo da qual o crescimento e desenvolvimento da cultura é paralisado. A sua determinação é extremamente dificultada devido a possibilidade de cada fase fisiológica apresentar uma temperatura base distinta, variando inclusive entre anos ou estações de cultivo (Yang et al., 1995). Para a cultura de feijão caupi, a temperatura base para todo o ciclo de desenvolvimento oscila em torno de 11 °C (Yang et al., 1995).

Para as condições climáticas da região Meio-Norte do Brasil, tem-se muito a estudar sobre a cultura do feijão caupi em relação às suas necessidades térmicas, especialmente quando se trata de adequar os modelos matemáticos existentes aos seus microclimas, com o intuito de planejar de forma mais adequada e racional a exploração econômica da cultura. Dessa forma, é apresentado uma caracterização térmica de diferentes cultivares de feijão caupi efetuada a partir da observação e identificação das fases fenológicas durante a execução de experimentos em regimes de sequeiro e irrigado nas condições edafoclimáticas de Teresina e Parnaíba (Tabela 1).

Utilizaram-se as variedades de feijão caupi de porte moita Vita 7) e enramador (BR 14 Mulato e BR 17 Gurguéia). As fases fenológicas foram definidas da seguinte forma: EM - 50% das plantas com cotilédones visíveis; IF - início da floração (uma planta com a flor aberta); FP - floração plena (50% das plantas com flores abertas); IFV - uma planta com vagem em formação; MF - maturidade fisiológica (70% das plantas com vagem com coloração amarelo-palha). Em Teresina, o plantio ocorreu em 10/02/1998 (sequeiro) e 24/08/1998 (irrigado). Em Parnaíba, as datas de plantio foram 18/02/1998 (sequeiro) e 20/08/1998 (irrigado). O cálculo dos graus dias de desenvolvimento foram efetuados pela equação (1), acumulando-os desde o plantio até a respectiva fase de desenvolvimento.

Em ambos os locais, as somas térmicas de todas as variedades durante o período de sequeiro foram inferiores ao período irrigado. Este comportamento é justificado pela variação na temperatura média entre os períodos de sequeiro e irrigado. Em Teresina, durante o período de sequeiro, os valores de temperatura média acumulados desde o plantio até cada fase de desenvolvimento foram inferiores (28,2 °C) em relação aos obtidos durante o período irrigado (30,4 °C). Em Parnaíba, esses valores de temperatura média variaram de 28,3 °C, no período de sequeiro a 29,5 °C, no período irrigado.

A variedade Vita 7 apresentou os menores valores de soma térmica em todas as suas fases de desenvolvimento, seguida das variedades BR 14 - Mulato e BR 17 - Gurguéia. Considerando-se desde o plantio até a fase de maturidade fisiológica, as variedades Vita 7, BR 14 - Mulato e BR 17 - Gurguéia totalizaram, em Teresina, 1.160,6 °C, 1.197,1 °C e 1.250,0 °C, em regime de sequeiro, e 1.452,5 °C, 1.492,7 °C e 1.532,9 °C, em regime irrigado, respectivamente. Em Parnaíba, essas mesmas somas térmicas foram de 1.199,8 °C, 1.252,0 °C e 1.269,9 °C, em regime de sequeiro, e 1.262,1 °C, 1.321,1 °C e 1.378,2 °C, em regime irrigado, respectivamente. Em regime de sequeiro, as variedades foram mais precoces em Teresina do que em Parnaíba. Em regime irrigado, ocorreu o contrário, sendo as variedades mais precoces em Parnaíba do que em Teresina.

Essas diferenças nas somas térmicas observadas entre variedades, locais e épocas do ano (sequeiro e irrigado) são perfeitamente explicadas pelos seguintes fatores: a) resposta diferenciada das plantas ao mesmo fator ambiental nos diferentes subperíodos fenológicos; b) adoção de um valor constante de tem-

peratura base durante todo o ciclo da cultura; c) a teoria de graus dias não considera outros fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento das plantas (Vieira et al., 1998). Entretanto, uma vez definida uma temperatura base variável para o feijão caupi em função da fase do ciclo, cultivar, local e época do ano, a caracterização térmica da cultura é de extrema importância para o adequado manejo da cultura e estudos visando o desenvolvimento de modelos de simulação.

TABELA 1. Caracterização térmica de variedades de feijão caupi em regimes de sequeiro (S) e irrigado (I). Teresina, Parnaíba, PI, 1998.

Variedades	Fases	Teresina		Parnaíba		GDD Teresina		GDD Parnaíba	
		Tmed S	Tmed I	Tmed S	Tmed I	S	I	S	I
Vita 7	EM	28,8	29,9	28,4	29,3	71,2	75,5	69,6	73,2
	F	28,1	30,4	28,3	29,5	700,1	835,1	728,2	778,6
	IFV	28,0	30,4	28,3	29,5	748,7	893,6	777,5	815,7
	FP	28,0	30,4	28,3	29,6	833,4	1.011,2	865,7	930,8
	MF	28,1	30,6	28,4	29,6	1.160,6	1.452,5	1.199,8	1.262,1
BR 14	EM	28,8	29,9	28,4	29,3	71,2	75,5	69,6	73,2
	F	28,0	30,4	28,3	29,5	732,4	854,3	777,5	797,4
	IFV	28,0	30,5	28,3	29,6	782,7	934,0	847,3	854,6
	FP	28,0	30,4	28,3	29,6	883,8	1.011,2	919,4	912,0
	MF	28,1	30,6	28,4	29,6	1.197,1	1.492,7	1.252,0	1.321,1
BR 17	EM	28,8	29,9	28,4	29,3	71,2	75,5	69,6	73,2
	F	28,0	30,4	28,3	29,5	765,3	893,6	811,8	834,7
	IFV	28,0	30,5	28,3	29,6	816,1	972,3	865,7	893,1
	FP	28,0	30,5	28,3	29,6	916,6	1.071,6	919,4	985,3
	MF	28,1	30,7	28,4	29,6	1.250,0	1.532,9	1.269,9	1.378,2
Média		28,2	30,4	28,3	29,5				

Tmed - temperatura média (°C); GDD - graus dias de desenvolvimento (°C)

Influência do ambiente no desempenho do feijão caupi

Dos componentes do ambiente de uma cultura, o solo tem sido mais profundamente estudado, sendo desta feita melhor compreendido do que o clima. Por esse motivo, os agricultores utilizam mais freqüentemente fundamentos de manejo do solo em detrimento de uma exploração racional dos recursos climáticos. Assim, embora o homem não seja, ainda, capaz de mudar o tempo e o clima, exceto em escala muito reduzida, encontra-se plenamente apto a ajustar as exigências ecológicas da cultura e as práticas agrícolas às potencialidades climáticas de uma região., assegurando de forma satisfatória a evolução do processo produtivo (Fancelli, 1987).

Dentre os elementos de clima conhecidos, a temperatura do ar e a precipitação têm sido as mais utilizadas para se avaliar a viabilidade e a estação para a implantação da cultura do feijão caupi.

A água é definida como um dos mais importantes elementos de seleção do tipo de vegetação que é observada numa região. Desta feita, a necessidade de adequado suprimento hídrico para o pleno desenvolvimento dos vegetais decorre das múltiplas funções que ela desempenha na fisiologia das plantas, uma vez que praticamente todos os processos metabólicos são influenciados pelo conteúdo de água na planta. Assim, as deficiências hídricas iniciais podem afetar sensivelmente o processo germinativo, comprometendo dessa forma o estabelecimento da cultura; deficiências posteriores poderão paralisar o crescimento, bem como retardar o desenvolvimento reprodutivo das plantas.

A cultura do feijão caupi exige um mínimo de 300 mm de precipitação para que produza a contento, sem a necessidade de utilização da prática de irrigação. Assim, as regiões cujas precipitações oscilem entre 250 e 500 mm anuais são consideradas aptas para a implantação da mencionada espécie, embora tal limitação encontre-se mais diretamente condicionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas ocorridas no período (Fancelli & Dourado Neto, 1997).

A ocorrência de ligeiros “déficits” hídricos no início do desenvolvimento da cultura pode concorrer para estimular um maior desenvolvimento radicular das plantas, porém, estresse hídrico próximo e anterior ao florescimento pode ocasionar severa retração do crescimento vegetativo, limitando a produção (Ellis et al., 1994; Fancelli & Dourado Neto, 1997) .

O consumo de água da cultura do feijão caupi raramente excede 3,0 mm.dia¹, enquanto a planta estiver nas fases iniciais de

desenvolvimento. Para as condições edafoclimáticas de Teresina, Lima (1989) encontrou para a variedade BR 10-Piauí valores da ordem de $2,1 \text{ mm.dia}^{-1}$. Durante o período compreendido entre o pleno crescimento, florescimento e enchimento de vagens seu consumo pode se elevar para 5,0 a 5,5 mm diários, conforme valores relatados por Bezerra & Freire Filho (1984). Na região de Tabuleiros Costeiros (Parnaíba, PI), Andrade et al. (1993) obtiveram uma evapotranspiração para a cultura de caupi de 5 mm.dia^{-1} no início do ciclo até atingir um pico de 9 mm/dia aos 32 dias após o plantio (DAP), quando a cultura alcançou pleno desenvolvimento vegetativo. Observaram que o maior valor de coeficiente de cultivo ($K_c = 1,16$) ocorreu em torno dos 42 DAP, coincidindo com o período de florescimento. O consumo de água em todo o ciclo foi 380 mm, correspondendo a um consumo médio de $6,3 \text{ mm/dia}$. Cardoso et al. (1998a), nas mesmas condições, com uma lâmina de 338,84mm durante todo o ciclo da cultivar BR 17-Gurguéia, obtiveram um consumo médio de $6,8 \text{ mm.dia}^{-1}$.

A incidência do vento constante em lavouras de feijão pode aumentar a demanda de água por parte da planta, tornando-a mais suscetível a períodos curtos de estiagem, afetando o desempenho da cultura.

Com relação ao crescimento e a luminosidade o feijão caupi é uma planta do tipo C3, portanto, segue o mecanismo de carboxilação sendo chamado de processo redutivo da pentose fosfato (ciclo de Calvin ou ciclo de Benson-Calvin). Através desse mecanismo a planta de feijão caupi fixa o CO_2 atmosférico metabolizando-o em compostos orgânicos que vão formar a estrutura da planta que é formada em mais de 90 % por compostos de carbono e em menos de 10 % por elementos minerais.

Sendo uma planta C3 o feijão caupi satura-se fotossinteticamente a intensidades de luz relativamente baixas, isto é, em torno de 10.000 e 40.000 lux, enquanto as plantas do tipo C4 como milho e sorgo só se saturam em níveis de luminosidade três vezes superiores aos relatados. Monteith (1978) enfatiza que em condições ótimas de luminosidade e de temperatura para a fotossíntese as folhas da maioria das plantas do grupo C4 assimilam o CO_2 mais rapidamente que as folhas do grupo C3. Para as espécies do grupo C4 os valores médios da taxa de crescimento máximo são $22,0 \pm 3,6 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, e a eficiência fotossintética média de 2,0 % da radiação solar total, enquanto para as C3 a taxa é de $13,0 \pm 1,6 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, e a taxa fotossintética de 1,4 % (Ferri, 1979).

Aspectos do plantio

O feijão caupi é cultivado numa ampla faixa ambiental desde a latitude 40°N até 30°S tanto em terras altas como baixas, no Oeste da África, na Ásia, América Latina e América do Norte (Rachie, 1985). O bom desenvolvimento da cultura ocorre na faixa de temperatura de 18 a 34 °C. A temperatura base abaixo da qual cessa o crescimento varia com estágio fenológico. Para a germinação varia de 8 a 11 °C (Craufurd et al., 1996a), enquanto para o estágio de floração inicial de 8 a 10 °C (Craufurd et al., 1996b).

Altas temperaturas prejudicam o crescimento e o desenvolvimento da planta de feijão caupi, exercem influência sobre o abortamento de flores, o vingamento e a retenção final de vagens, afetando também o componente número de sementes por vagem (Ellis et al., 1994; Craufurd et al., 1996b). Além disso, podem contribuir para a ocorrência de várias fitoenfermidades, principalmente aquelas associadas a altas umidade relativa do ar, condições essas que freqüentemente ocorrem quando o cultivo é feito em condições de sequeiro (Bennett et al., 1977; Jallow et al., 1985; Cardoso et al., 1997b).

Na região Meio-Norte do Brasil, não existem limitações térmicas para o crescimento e o desenvolvimento do feijão caupi. Em condições de sequeiro, a principal causa da variação da produtividade de grãos está associada à disponibilidade hídrica no solo que pode ser representada pelo número de dias de chuva e tem efeito diferenciado, mormente, em função do tipo de solo, do número de plantas por área e da radiação solar.

Época de plantio

A melhor época de plantio para as variedades de feijão caupi de ciclo médio (70 a 80 dias) é na metade do período chuvoso de cada região. Para as variedades de ciclo precoce (55 a 60 dias), o ideal é plantar uns dois meses antes de terminar o período chuvoso. Com isso evita-se que a colheita seja feita em períodos com maior probabilidade de ocorrência de chuvas.

No Nordeste brasileiro, 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 através da utilização do plantio escalonado e do sistema policultivar.

A semeadura escalonada consiste em distribuir variedades com

diferentes características de ciclo de desenvolvimento, em diferentes épocas, dentro do intervalo de tempo mais indicado para o plantio da cultura em cada região. Essa prática apresenta algumas vantagens, tais como: a) diminui os riscos por adversidades climáticas, pois o período crítico das variedades vai ocorrer em épocas diferentes; b) melhor distribuição das práticas de implantação e condução da lavoura, desde o preparo do solo até a colheita; c) maior proteção do solo contra erosão, pela cobertura do solo com plantas em diferentes estádios de crescimento; d) possibilidade de beneficiamento do produto num maior intervalo de tempo, já que a colheita será escalonada; e) oportunidade de colocação do produto no mercado em épocas mais adequadas e por um maior período de tempo, aproveitando-se os períodos de maior elevação de preços pagos pelo produto.

¶ No sistema policultivar, a única diferença do anterior é que as variedades de ciclos diferentes são plantadas no mesmo dia (Freire Filho et al., 1982; Cardoso et al., 1992).

No caso da agricultura irrigada, 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.

Métodos de plantio

O feijão caupi é plantado em todo o Nordeste do Brasil, onde se encontra os mais variados métodos de plantio, desde o mais rudimentar até a motomecanização com plantadeiras adubadeiras.

▪ Plantio manual

É o mais usado em pequenas propriedades, utilizando-se enxada ou matraca. Esta última, também conhecida como “tico-tico”, permite um maior rendimento de trabalho que a enxada.

▪ Plantio à tração animal

São utilizadas plantadeiras simples, que contêm apenas os depósitos de sementes e de fertilizantes. Essas possuem dispositi-

vos que permitem colocar o fertilizante em faixa, ao lado e abaixo da semente. Na regulagem da plantadeira, levar em conta o tamanho, número de furos e a espessura da chapa ou do disco, facilitando a obtenção da quantidade de sementes desejada.

▪ **Plantio motomecanizado**

A regulagem pode ser feita de modo semelhante às plantadeiras de tração animal. Algumas possuem mecanismo para facilitar a obtenção da quantidade de sementes desejada.

Densidade de plantio

Uma das causas da baixa produtividade de grãos do feijão caupi, na região do Nordeste brasileiro, é a escassez ou excesso do número de plantas por área. A escassez pode ser ocasionada por falhas que ocorrem na linha de plantio, podendo ser consequência da má regulagem da plantadeira, utilização de sementes de baixo vigor, danos causados por insetos ou doenças que matam as plantas ou devido ao plantio efetuado com pouca umidade no solo.

A densidade ótima de plantio é definida como o número de plantas capazes de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área do solo.

Para determinadas condições de solo, clima, variedade e traços culturais, há um número ideal de plantas por unidade de área para se alcançar a mais alta produção.

Após alcançada a densidade ótima, os aumentos contínuos do número de plantas por unidade de área reduzem a produtividade de grãos. Este comportamento ocorre sob qualquer condição de manejo a que a cultura estiver submetida. A maior produção de grãos, normalmente, é obtida com uma densidade de plantio em torno de 50 a 60 mil plantas por hectare para variedades de porte ramador e de 70 a 90 mil plantas para as variedades de porte moita (Cardoso et al., 1997a; Cardoso et al., 1997b).

Algumas pesquisas têm demonstrado que, tanto para regime irrigado como de sequeiro, não foram observados efeitos ($P > 0,05$) para a interação variedade x densidade de plantas em relação aos componentes de produção e a produtividade de grãos (Tabela 2), mostrando que o desempenho das variedades independe das densidades (Cardoso et al., 1997a; Cardoso et al., 1997b). As maiores produtividades de grãos foram obtidas em regime irrigado (Cardoso et al., 1997a).

TABELA 2. Médias de produtividade de grãos e componentes de produção de feijão caupi ramador e moita, em diferentes densidades de plantas, sob regimes de sequeiro e irrigado. Teresina, 1997.

Porte	Var.	Sequeiro					Irrigado				
		NVP	CV	NGV	PCG	PG	NVP	CV	NGV	PCG	PG
	BR 7	10,1	16,8	14,0	11,5	1184	195	18,0	16,0	13,5	2175
Rama	BR 10	8,6	20,2	13,6	15,7	1160	148	21,1	14,6	18,5	1966
	BR 14	9,6	17,8	12,2	12,9	994	183	19,3	16,5	15,8	2304
Média		9,4	18,3	13,3	13,4	1113	175	19,5	15,7	15,9	2149
	BR 12	14,8	11,9	11,9	10,4	1305	163	13,8	13,3	12,4	2172
Moita	Vita 7	8,8	14,2	11,3	11,8	1051	172	15,8	13,7	13,9	2576
	IT82D	8,7	17,5	12,7	13,6	1089	149	18,3	14,4	16,0	2450
Média		10,8	14,5	12,0	11,9	1148	161	16,0	13,8	14,1	2389

NVP = número de vagem por planta, CV = comprimento de vagem (cm), NGV = número de grãos por vagem, PCG = peso de cem grãos (g) e PG = Produtividade de grãos (kg.ha⁻¹).

O número de vagens por planta e o peso de cem grãos são os componentes que mais contribuem para diferenciar variedades em relação a produtividade de grãos (Herbet & Baggerman, 1983; Cardoso et al., 1997b; Cardoso et al., 1998b). O número de vagens por planta e a produção por planta diminuem com o aumento da densidade (Fig. 1, 2 e 3).

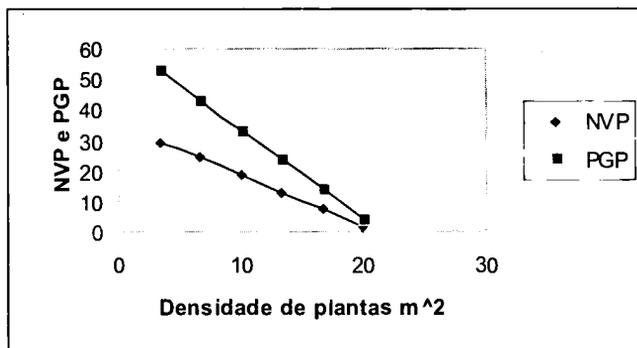


FIG. 1. Número de vagens por planta (NVP) e produção de grãos por planta (PGP) de feijão caupi (BR 17-Gurguéia), sob irrigação, em função da densidade de plantas.

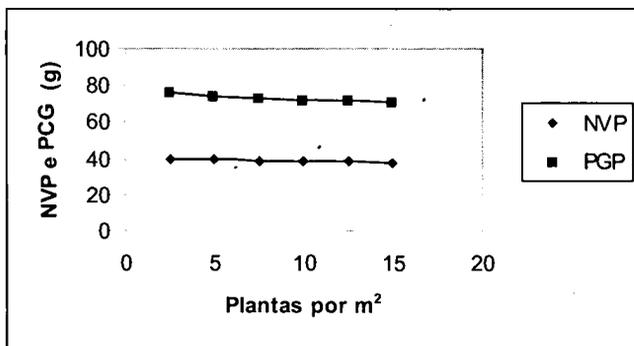


FIG. 2. Número de vagens por planta (NVP) e produção de grãos por planta (PGP) de feijão caupi (Vita 7), sob irrigação, em função da densidade de plantas.

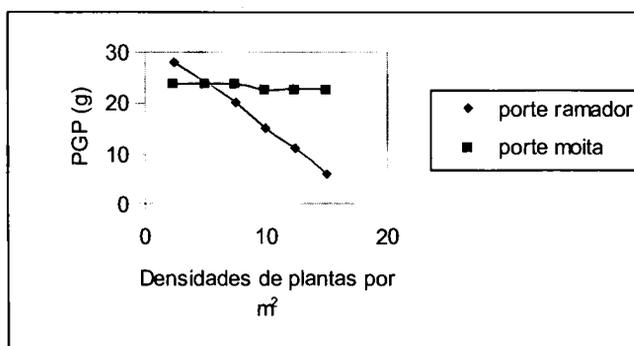


FIG. 3. Produção de grãos por planta (PGP) de feijão caupi de portes moita e ramador, sob irrigação em diferentes densidades de plantas.

Espaçamento entre fileiras

O número de plantas por área é definido pela função do espaçamento entre linhas de plantio e densidade de plantas na linha. O espaçamento de 0,80 a 1,00 m entre linhas em variedades de porte ramador é bastante utilizado. Para as variedades de porte moita o espaçamento mais indicado é 0,60 m. A densidade de sementes na linha de plantio é seis a oito sementes por metro. Esses espaçamentos podem ser ajustados em função da textura do solo.

Plantando-se desta maneira haverá um melhor aproveitamento da energia solar interceptada pelas plantas, principalmente, nas regiões que apresentam grande intensidade luminosa como é o caso da região do Nordeste do Brasil.

Referências

- ANDRADE, C.L.T.; SILVA, A.A.G.; SOUZA, I.R.P.; CONCEIÇÃO, M.A.F. **Coefficientes de cultivo e de irrigação para o caupi**. Teresina:EMBRAPA- CNPAI, 1993, 6p. (EMBRAPA/CNPAI. Comunicado Técnico, 9).
- BASKERVILLE, G.L.; EMIN, P. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. **Ecology**, v. 50, p. 514 - 517, 1968.
- BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W.; BURG, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by plant density. **Crop Science**, Madison, v.17, p.73-75, 1977.
- BEZERRA, J. R. C., FREIRE FILHO, F. R. Evapotranspiração da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp) no município de Teresina – Piauí. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 3,. 1982. Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1984. p. 304-324.
- CARDOSO, M.J.; FROTA, A. B.; MELO, F. de B. Avaliação técnico-econômica do efeito residual da adubação verde em sistemas de cultivo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.23, n.1/2, p.67-74, 1992.
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B. Efeitos da adubação fosfatada e da densidade de plantas na produtividade de grãos de feijão caupi em regime de sequeiro. IN: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, 1998, Caxambu. **Resumos Expandidos...** Caxambu:UFLA/SBCS/SBM, 1998b. p. 167
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; ATHAYDE SOBRINHO, A. ; RODRIGUES, B. H.N. Níveis de Fósforo, Densidades de Planta e Eficiência de Utilização da Água em Caupi de Portes Ramador e Moita em Areia Quartzosa. IN: **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA**, 12., 1998, Fortaleza. **Resumos Expandidos...** Fortaleza:UFCE/Dept. Solos, 1998a. p.146
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.399-405, 1997a.

- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; FREIRE FILHO, F.R.; FROTA, A .B. Densidade de plantas de caupi (*Vigna unguiculata*) de portes enramador e moita em regime de sequeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.21, p.224-227, 1997b.
- CRAUFURD, P.Q.; ELLIS, R.H.; SUMMERFIELD, R.J.; MENIN, L. Development in cowpea (*Vigna unguiculata*) I. The influence of temperature on seed germination and seedling emergence. **Experimental Agriculture**, v.32, p.1-12, 1996a.
- CRAUFURD, P.Q.; SUMMERFIELD, R.J.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Development in cowpea (*Vigna unguiculata*). III. Effect of temperature and photoperiod on time to flowering in photoperiod-sensitive genotypes and screening for photothermal responses. **Experimental Agriculture**, v.32, p.29-40, 1996b.
- ELLIS, R.H.; LAWER, R.J.; SUMMERFIELD, R.J.; ROBERTS, E.H.; CHAY, P.M.; BROUWER, J.B.; ROSE, J.L.; YEATES, S.J. Towards the reliable prediction on time to flowering in six annual crops. III. Cowpea (*Vigna unguiculata*). **Experimental Agriculture**, v.30, p.17-29, 1994.
- EMBRAPA (Brasília, DF). Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada. Região Nordeste. Brasília, 1989. 526 p. – (EMBRAPA – DLP. Documentos, 9).
- FANCELLI, A. L., DOURADO NETO, D. Tecnologia da produção do feijão irrigado / editado por A. L. Fancelli e Durval Dourado Neto. 2. Ed. Ver. / aum. – Piracicaba : Publique, 1997. 182 p. : il.
- FANCELLI, A. L. Cultura do feijão. Piracicaba, FEALQ/ESALQ/USP, 1987. 138 p.
- FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, v.1, EPU, de. USP, p.1\55-163. 1979
- FREIRE FILHO, F.R.; ARAÚJO, A .G. de; CARDOSO, M.J.; FROTA, A .B. Sistema policultivar em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: **REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI**, 2, Goiânia, 1982. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1982, p.251-253 (EMBRAPA-CNPAF. Documento, 4)
- HERBET, S.J.; BAGGERMAN, F.D. Cowpea response to row with density and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, p.982-86, 1983

- JALLOW, A .T.; FERGUSON, T.U. Effects of planting density and cultivar on seed yield at cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Trinidad. **Tropical Agriculture**, Cambridge, v.16, p.201-204, 1985.
- LIMA, M.G. Evapotranspiração máxima da cultura do feijão macáassar (*Vigna unguiculata* (L) WALP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6. 1989. Maceió. **Anais...** Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989, p.275-282.
- MONTEITH, J.C. Assessment of maximum growth rates of C3 and C4 crops. **Experimental Agriculture**, London, v.14, p.1-5, 1978
- RACHIE, K.O.; Introduction. In: SINGH, S.H.; RACHE, K.O. Cowpea, research, production and utilization. ed. John Wiley , Chichester, U.K. p.21-28. 1985.
- SLACK, D.C.; FOX JR., F.A.; MARTIN, E.C.; CLARCK, L.J. Growing-degree-day based crop coefficient for irrigation management. In: CONGRESSO NACIONAL ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA AGRICOLA, 4., 1994. Cuautitlán Izcalli, México. **Anais . . .** Cuautitlán Izcalli, 1994, p. 7 - 13.
- SNYDER, R.L. Hand calculating degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 35, p. 353 - 358, 1985.
- VIEIRA, A.R.R.; SCHNEIDER, L.; MARQUES JÚNIOR, S.; JUSTINO, R.G.B.; ZUCCALMAGLIO, G.V.; SILVA, J.G. Caracterização térmica e hídrica da cultura do feijão-de-vagem na região da Grande Florianópolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 929 - 936, 1998.
- YANG, S.; LOGAN, J.; COFFEY, D.L. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 74, p. 61 - 74, 1995.

CAPÍTULO III

CULTIVARES DE CAUPI PARA A REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL

Francisco Rodrigues Freire Filho¹
Valdenir Queiroz Ribeiro²
Antônio Apoliano dos Santos³

Introdução

O sucesso de uma lavoura depende de vários fatores, alguns controláveis outros não. Entre os controláveis está a cultivar a ser utilizada. A escolha correta da cultivar para determinado ambiente e sistema de produção é de grande importância para a obtenção de uma boa produtividade. Contudo, isso por si só não é suficiente para o sucesso da exploração, é necessário também que a cultivar tenha características de grão e de vagem, no caso de feijão verde, que atendam as exigências de comerciantes e consumidores.

É importante observar que os sistemas de produção são dinâmicos assim como as preferências de produtores e consumidores. Desse modo, uma cultivar que vem tendo uma boa aceitação pode perder essa aceitação nos anos subseqüentes devido a uma simples mudança no sistema de produção, a ocorrência de uma nova doença ou praga, ou a constatação de um pequeno problema de qualidade de grão. Isso significa que os produtores devem ter um bom conhecimento das cultivares disponíveis para que possam identificar aquelas que são mais adequadas aos seus sistemas de produções e que atendam as preferências de mercado, para que além da obtenção de uma boa produtividade possam também ter maiores facilidades para comercializar e aumentar a chance de obter maiores lucros.

¹Eng. Agr. Dr., Embapa Meio-Norte Caixa Postal 01, CEP 64.006.220 Teresina, Piauí.

²Eng. Agr. MSc., Embapa Meio-Norte.

³Eng. Agr. MSc., Embrapa Agroindustria Tropical.

Aspectos importantes na escolha de uma cultivar

▪ Ciclo da planta

O conhecimento do ciclo das cultivares que vão ser utilizadas é indispensável para o planejamento da lavoura. Paiva (1972) utilizou a seguinte classificação para o ciclo do caupi: precoce - até 60 dias; médio - de 60 a 90 dias; e tardio - acima de 90 dias. Essa classificação representa bem o comportamento do caupi em condições tropicais, entretanto, para um maior detalhamento dos ciclos precoce e médio foram feitas as seguintes modificações:

- **Ciclo superprecoce** - a maturidade é alcançada até 60 dias após a semeadura;
- **Ciclo precoce** - a maturidade é alcançada entre 61 e 70 dias após a semeadura;
- **Ciclo médio** - a maturidade é alcançada entre 71 e 90 dias após a semeadura;
- **ciclo médio-precoce** - a maturidade é alcançada entre 71 e 80 dias após a semeadura;
- **ciclo médio-tardio** - a maturidade é alcançada entre 81 e 90 dias após a semeadura;
- **Ciclo tardio** - a maturidade é alcançada a partir de 91 dias após a semeadura.

Para o cultivo de pequenas áreas, onde o produtor tem condições de fazer duas ou mais colheitas manuais, as cultivares mais indicadas são aquelas de ciclo médio. Para o cultivo de grandes áreas é importante que sejam utilizadas duas ou mais cultivares de ciclos diferentes. Isso reduz o risco de perda por veranico ou algum outro fator adverso, e faz com que a maturidade seja alcançada de forma escalonada, facilitando a colheita. Para o cultivo de safrinha, quando o caupi é semeado do meio para o fim da estação das chuvas, as cultivares mais indicadas são as de ciclo super-precoce, precoce e médio-precoce. No cultivo de vazante e no irrigado com alta tecnologia, exceção feita nos casos em que o objetivo é a produção de sementes de cultivares para plantio de sequeiro, devem ser usadas cultivares de ciclo superprecoce, precoce e médio-precoce. No caso do cultivo irrigado, isso é importante porque a cultura ocupa a área por menos tempo e proporciona um menor consumo de água e energia.

▪ Arquitetura de planta

A arquitetura da planta de caupi é o resultado da interação dos caracteres; hábito de crescimento, comprimento do hipocótilo dos entre-nós, dos ramos principais e secundários e do pedúnculo da vagem, da disposição dos ramos laterais em relação ao ramo principal e da consistência dos ramos. Esse último caráter tem grande influência sobre o grau de ornamento das plantas. A combinação desses caracteres produz um grande número de tipos de portes em caupi; Rachie e Rawal (1976) apresentaram uma classificação com sete tipos. Entretanto, o que se observa é que ocorrem quatro tipos básicos, havendo uma ampla variação dentro de cada tipo. Esses tipos são os seguintes:

Tipo 1. Ereto - ramos principal e secundários curtos, com os ramos secundários formando um ângulo que pode variar de agudo a reto com o ramo principal em ambos os casos a partir do terço médio os ramos secundários são paralelos ao principal.

Tipo 2. Semi-ereto – ramos principal e secundários de tamanhos curto a médio com os ramos secundários formando um ângulo reto com o ramo principal, geralmente sem tocar o solo;

Tipo 3. Semi-enramador – ramos principal e secundários de tamanho médio, com os ramos secundários inferiores tocando o solo a partir de seu terço médio e apresentando tendência para se apoiarem em suportes verticais; e

Tipo 4. Enramador – ramos principais e secundários longos, com os ramos secundários inferiores tocando o solo e apresentando tendência para se apoiarem em suportes verticais.

Para os cultivos tradicionais, geralmente em pequenas áreas e em consórcio, a arquitetura não é tão importante, mas deve ser dada preferência por cultivares enramadoras. Para cultivos de sequeiro mais tecnificados e cultivos irrigados, a arquitetura passa a ter maior importância, devendo ser dada preferência por cultivares de porte mais compacto e mais ereto, que permitam, inclusive, a colheita mecânica.

▪ Reação a doenças e pragas

Na região Meio-Norte, as doenças mais importantes são as viroses causadas pelos vírus CSMV, CABMV, CMV e CGMV. Entre essas viroses a de maior ocorrência é a causada pelo CABMV,

transmitida pelo pulgão (*Aphis cracivora*). Desse modo, é importante que o produtor procure utilizar cultivares resistentes a esse vírus ou, de preferência, cultivares com resistência a esse e a outros vírus. Vale salientar que na região dos cerrados do Meio-Norte, a virose que está assumindo maior importância é a causada pelo CSMV, transmitida pela vaquinha (*Cerotoma arcuata*). Esse inseto ocorre na cultura da soja sem causar danos econômicos, transferindo-se para a cultura do caupi quando este é cultivado em safrinha, causando danos diretos pela redução de área foliar e indiretos pela transmissão do vírus. Portanto, recomenda-se que na safrinha de caupi sejam utilizadas cultivares resistentes ao CSMV e, de preferência, áreas anteriormente cultivadas com arroz. É importante também, guardar uma certa distância da lavoura de soja.

Com relação a pragas, praticamente não se dispõe de resistência varietal. Desse modo, é muito importante que seja feito um bom acompanhamento da lavoura e adotadas as práticas rotacionais que quebrem o ciclo de vida das mesmas.

▪ Tipos de grãos e produção de grãos secos

Na região Meio-Norte são comercializados vários tipos de grãos de caupi, entretanto, os predominantes são os dos grupos mulato, canapu, sempre-verde, branco e brancão. Desses, os feijões dos grupos brancão e sempre-verde, em toda a cadeia comercial, são mais valorizados e obtêm os melhores preços, tanto no atacado como no varejo. Em relação a tamanho e forma, há uma preferência por grãos com peso de 100 grãos em torno de 18 g de formatos reniforme e arredondado. Dessas características, entretanto, a cor parece ser o fator mais importante na formação do preço do produto. Portanto, é importante que o produtor procure usar cultivares que tenham grãos bem aceitos pelos comerciantes e consumidores.

Nas áreas semi-áridas, mais sujeitas à distribuição irregular das chuvas e veranicos longos, devem ser usadas cultivares rústicas, mais tolerantes a estresses hídricos e com maior capacidade de recuperação após uma estiagem. Para áreas mais favorecidas e sistemas de produção em que são feitas correção de acidez de solo, aplicação de fertilizantes, controle de ervas e controle de pragas e de doenças, como no caso dos cerrados da região, devem ser usadas cultivares mais responsivas à melhoria do ambiente.

▪ **Produção de feijão verde**

Para produção de feijão verde (vagem verde ou grãos debulhados) em pequenas áreas, deve ser dada preferência por cultivares enramadoras com longo período de floração e de frutificação, que possibilitem várias colheitas. Essas cultivares devem ter vagens atrativas para o comprador, ser uniformes, bem granadas, murchar mais lentamente e ter a relação de peso grão verde/peso vagem verde superior a 60%. Também devem ter a capacidade de preservar um bom aspecto pós-colheita e serem de fácil debulha manual. Os grãos devem ser claros para manter um bom aspecto pós-debulha. Grãos que escurecem com rapidez perdem o valor comercial. Para esse tipo de produção, há uma preferência por cultivares de vagens roxas e de grãos brancos.

Em ambos os tipos de produção, grãos secos e vagens verdes, é muito importante que as cultivares sejam bem adaptadas, tenham uma boa capacidade produtiva, um bom nível de resistência a doenças e pragas e um bom aspecto no campo

▪ **Cultivares locais**

O caupi é uma planta nativa do continente africano (Ng e Maréchal, 1985). Entretanto, são chamados de cultivares locais aqueles materiais que foram introduzidos no Brasil durante o período da colonização (Freire Filho et al. 1981) e estão sendo cultivados no país há alguns séculos. Trata-se portanto de materiais que sofreram seleção natural para adaptabilidade e foram selecionados pelos produtores para diversas outras características agronômicas e culinárias.

Na região Meio-Norte, há um grande número de cultivares locais, as quais ainda são muito cultivadas, principalmente por pequenos e médios produtores, que produzem suas próprias sementes. Esse germoplasma possui uma variabilidade genética imensurável, a qual pode ser observada a partir dos diferentes tipos de grãos que são encontrados nas feiras livres e nos mercados das médias e grandes cidades.

Há algumas características que são predominantes nas cultivares locais:

- a) em sua maioria são misturas varietais com cinco ou mais componentes (Freire Filho et al., 1985);
- b) crescimento indeterminado e porte enramador;
- c) ciclo médio a tardio;
- d) folhas globosas;
- e) vagens no nível ou acima da folhagem;
- f) comprimento médio de vagem em torno de 18,0 cm;
- g) número médio de grãos por vagem em torno de 14,0;
- h) peso médio de 100 grãos em torno de 19,0 g (Freire Filho et al., 1981).

Os nomes das cultivares locais geralmente são dados em função de alguma característica que se destaca na cultivar, em sua maioria relacionadas a cor ou forma dos grãos, assim cultivares diferentes que têm uma mesma característica marcante, geralmente recebem o mesmo nome. Desse modo para fins de classificação das cultivares locais, reunindo-as segundo suas semelhanças mais importantes, podem ser estabelecidos os seguintes grupos:

- a) **Grupo Mulato** - cultivares com grãos de tegumento de cor marrom com a tonalidade variando de claro a escuro e com uma ampla variação de tamanhos e formas;
- b) **Grupo Canapum** - cultivares com grãos com tegumento de cor marrom claro, relativamente grandes, bem cheios, levemente comprimidos nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais;
- c) **Grupo Sempre-Verde** – cultivares com grãos de tegumento de cor esverdeada;
- d) **Grupo Branco** - cultivares com grãos com tegumento branco, liso sem halo ou com halo pequeno com ampla variação de tamanhos e formas;
- e) **Grupo Brancão** - cultivares com grão de tegumento branco, rugoso, reniformes sem halo e relativamente grandes. As plantas desse grupo têm entre-nós curtos e porte prostrado, as vagens geralmente tocam o solo, exigindo um maior esforço do apanhador, por isso também é chamado de Quebra-Cadeira.
- f) **Grupo Vagem Roxa** – cultivares com vagem madura de cor roxa, geralmente têm grãos brancos, e são usadas predominantemente para produção de feijão verde.

- g) Grupo Vinagre** – cultivares com grãos de tegumento de cor vermelha;
- h) Grupo Corujinha** - cultivares com grãos de tegumento mosqueado cinza ou azulado;
- i) Grupo Azulão** – cultivares com grãos de tegumento azulado;
- j) Grupo Manteiga** – cultivares com grãos de cor creme-amarelada, muito uniforme e que praticamente não se altera com o envelhecimento do grão. Este é um grupo importante na região Norte, principalmente no Estado do Pará, que, devido ao comércio interregional, vem sendo introduzido na região Meio-Norte, atualmente ainda tem pouca expressão em relação aos demais grupos, mas tem boas perspectiva de mercado.

Na Tabela 1, são apresentadas algumas características dos seis primeiros grupos, considerados mais importantes do ponto de vista comercial. Desses grupos os mais numerosos e com maior variação de tipos de grãos são o Mulato e o Branco, contudo, em valor comercial, os mais importantes são o Brancão e o Sempre-Verde. Os outros quatro grupos têm pouca expressão e embora ainda sejam cultivados por pequenos produtores raramente são encontrados no comércio. Vale salientar entretanto que os grupos Sempre-Verde, Azulão e Corujinha, em menor escala que o grupo Vagem-Roxa, também são cultivados para produção de feijão verde.

Além dos grupos citados, há ainda outros cinco grupos que não são cultivados na região Meio-Norte mas é importante que sejam citados: a) grupo Fradinho, cultivares com grãos brancos e com um grande halo preto, é cultivado principalmente no Estado do Rio de Janeiro, e atualmente está se expandindo na região Sudeste. Esse grupo é idêntico ao tipo “Blackeye”, o mais cultivado e comercializado nos Estados Unidos, tanto como grãos seco como enlatado (Fery, 1990). Segundo Ehlers e Hall (1997) é o padrão de grão mais adequado para o comércio internacional. Geralmente é o tipo importado pelas companhias cerealistas brasileiras quando há frustração de safra na região Nordeste; b) grupo Verde, cultivares que têm o tegumento ou cotilédones verdes. Não há ainda cultivares comerciais com ambos caracteres verdes (Ehlers e Hall, 1997). É usado nos Estados Unidos no comércio de feijão verde e para congelamento; c) grupo Preto, cultivares com grãos pretos, é

cultivado na Tailândia e no Miamar, o Brasil inclusive já importou caupi preto da Tailândia; d) grupo Carioca, são materiais que têm o tegumento de cor marrom com estrias longitudinais com tonalidade mais escura, semelhantes às do grupo carioca do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Não há informação de que haja cultivares comerciais desse grupo em nenhum país; e) grupo Feijão de Metro – cultivares com vagens com polpa espessa, tenras, longas, que são consumidas em forma de salada. É muito cultivado na região Norte. Com relação a esses cinco grupos, vale salientar que a Embrapa Meio-Norte tem em sua coleção linhagens bastante produtivas do grupo preto, e está desenvolvendo cultivares dos grupos fradinho, verde e carioca.

As cultivares locais, tanto da região Meio-Norte, como de outras partes da região Nordeste, pertencentes aos diferentes grupos, em sua maioria, apresentam de moderada a alta suscetibilidade às doenças que ocorrem na região Meio-Norte (Rios e Neves, 1982; Santos e Freire Filho, 1986; Lima et al. 1986; Santos et al. 1991). Com relação às pragas, pela observação que se tem feito a campo, também o predomínio é de reação de suscetibilidade.

TABELA 1. Características predominantes de alguns grupos de cultivares locais de caupi da região Meio-Norte.

Nome do grupo	Hábito de crescimento	Tipo de porte	Ciclo	Tipo de folha	Cor do tegumento	Tipo de tegumento	Peso de 100 grãos (g)
Mulato	Indeterminado	Semi-ereto e enramador	Médio a tardio	Globosa	Marrom claro a escuro	Liso	15 a 23
Sempre-Verde	Indeterminado	Semi-enramador e enramador	Médio a tardio	Globosa	Esverdeada	Liso	14 a 22
Canapu	Indeterminado	Enramador	Médio a tardio	Globosa	Marrom claro	Liso	20 a 24
Branco	Indeterminado	Semi-enramador a enramador	Médio a tardio	Globosa	Branca	Liso	12 a 23
Branção	Indeterminado	Semi-enramador a enramador prostrado	Médio a tardio	Semi-lanceolada	Branca	Rugoso	17 a 25
Vagem-Roxa	Indeterminado	Semi-enramador a enramador	Médio a tardio	Globosa	Branca	Liso	10 a 18

Cultivares melhoradas

Se há um número relativamente grande de cultivares locais por que então criar novas cultivares? A resposta é bastante simples, as diversas características desejadas em uma cultivar ideal geralmente estão presentes em diferentes cultivares, havendo portanto a necessidade de serem reunidas em uma mesma cultivar. Outro aspecto relacionado a essa questão é que os fatores bióticos e abióticos que formam o ambiente como também as exigências dos produtores, comerciantes e consumidores são dinâmicas. Além disso, a busca do aperfeiçoamento da exploração e da melhoria da produtividade e da qualidade exigem um trabalho permanente de criação e seleção de novas cultivares.

É importante mencionar que as pesquisas para seleção de cultivares para a região Nordeste, na qual está incluída a região Meio-Norte, foram iniciadas há aproximadamente 30 anos (Krutmam et al., 1968; Paiva et al., 1970). Trata-se portanto de um início relativamente recente. Considerando-se que são gastos de sete a dez anos desde a realização de um cruzamento até o lançamento de uma nova cultivar e uma superposição de ciclos de seleção de 50%, pode-se admitir que foram realizados entre seis e dez ciclos completos de seleção nesse período. No início, o melhoramento foi voltado principalmente para o aumento da produtividade, posteriormente para a resistência à doenças, principalmente às viroses, e atualmente além dessas duas características está sendo dada uma grade ênfase à qualidade de grão e à arquitetura da planta.

No Estado do Piauí, de 1981 a 1998, foram recomendadas 15 cultivares (Tabela 2). As cultivares Pitiuba, procedente da Universidade Federal do Ceará, Sempre-Verde, Pendanga e Quarenta Dias foram obtidas de populações locais. Vita-3, Vita-7, BR 9 - Longá e CE-315, (TVu 2331), esta também procedente da Universidade Federal do Ceará, foram selecionadas entre introduções feitas do International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria. Dessas cultivares, as que mais se destacaram foram a Pitiuba Vita-7, BR 9-Longá e CE-315. A CE-315 é cultivada até hoje, tanto em cultivo de sequeiro como em áreas irrigadas. Atualmente, vem sendo chamada também de Serrinha e de CR. Suas principais limitações são a alta suscetibilidade ao CpSMV (Cowpea Severe Mosaic Virus) e o tamanho do grão. Suas principais qualidades são a cor dos grãos, verde-oliva claro (grupo sempre-verde) que lhe confere grande aceitação comercial, a alta produtividade e a resistência ao CpAMV (Cowpea Aphid Borne Mosaic Virus) Lima, Santos e Paiva,

TABELA 2. Cultivares de caupi recomendadas para o Estado do Piauí.

Nome da cultivar	Ano de recomendação	Instituição	Grupo	Porte	Hábito de crescimento	Ciclo (dia)	Cor da semente	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg/ha)	Referência
Pitiuba	1981	CPAMN	Mulato	Enramador	Indeterminado	80-90	Marrom	22	745 ¹ 649 ²	Freire Filho et al. 1981
Sempre-Verde	1981	CPAMN	Sempre-Verde	Enramador	Indeterminado	80-90	Sempre-Verde	19	649 ¹ 628 ²	Freire Filho et al. 1981
Pendanga	1981	CPAMN	Mulato	Semi-enramador	Indeterminado	70-80	Marrom	14	854 ¹ 711 ²	Freire Filho et al. 1981
Quarenta Dias	1981	CPAMN	Mulato	Semi-ereto	Indeterminado	60-70	Marrom	15	862 ¹ 861 ²	Freire Filho et al. 1981
Vita-3	1983	CPAMN	Vinagre	Semi-enramador	Indeterminado	70-80	Vermelho	21	593 ¹ 388 ² 1.470 ³	Freire Filho et al. 1983
Vita-7	1983	CPAMN	Sempre-Verde	Semi-ereto	Indeterminado	60-70	Sempre-Verde	15	843 ¹ 538 ² 1.214 ³	Freire Filho et al. 1983
BR 1-Poti	1985	CPAMN	Mulato	Semi-enramador	Indeterminado	70-80	Marrom	15	629 ¹ 363 ² 1.169 ³	Freire Filho et al. 1985
BR 7-Parnaíba	1986	CPAMN	Mulato	Enramador	Indeterminado	70-80	Marrom	15	429 ¹ 381 ²	Freire Filho et al. 1986

TABELA 2. Continuação ...

Nome da cultivar	Ano de recomendação	Instituição	Grupo	Porte	Hábito de crescimento	Ciclo (dia)	Cor da semente	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg/ha)	Referência
BR 9 - Longá	1987	CPAMN ⁴	Mulato	Ereto	Deterterminado	55-65	Marrom	19	675 ¹ 1.200 ³	Cardoso et al. 1987
BR 10 – Piauí	1987	CPAMN	Mulato	Enramador	Indeterminado	65-70	Marrom	19	607 ¹	Cardoso et al. 1987
CE 315	1987	CPAMN	Sempre-Verde	Enramador	Indeterminado	64-74	Sempre-Verde	13	700 ¹ 1.225 ³	Cardoso et al. 1987
BR 12-Canidé	1988	CPAMN	Mulato	Ereto	Deterterminado	55-65	Marrom	12	699 ¹ 607 ²	Cardoso et al. 1988
BR 14-Mulato	1990	CPAMN	Mulato	Enramador	Indeterminado	65-75	Marrom	16	883 ¹ 1.967 ³	Cardoso et al. 1990
BR17-Gurguéia	1994	CPAMN	Sempre-Verde	Enramador	Indeterminado	70-80	Sempre-Verde	12	976 ¹ 1.694 ³	Freire Filho et al. 1994
Monteiro	1998	CPAMN	Branção	Semi-enramador prostrado	Indeterminado	70-75	Branco rugoso	28,4	476 ¹ 2.071 ³	Freire Filho et al. 1998

¹ Produtividade em cultivo de sequeiro.

² Produtividade em cultivo consorciado com milho na proporção de duas fileiras de feijão caupi para uma de milho.

³ Produtividade em cultivo irrigado.

⁴Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte - Embrapa Meio-Norte

1979) e ao CpGMV (Cowpea Golden Mosaic Virus) (Santos et al., 1980). Essas cultivares a princípio proporcionaram ganhos consideráveis de produtividade. Contudo, devido a suscetibilidade, principalmente ao CpSMV, muito importante na época em que foram recomendadas, e também devido a algumas características dos grãos como cor e tempo de cocção, com exceção da CE-315, não tiveram grande aceitação comercial.

Com a identificação de fontes de resistência ao CpSMV como a cultivar Macaibo (Lima e Nelson, 1977) e a CNC 0434 (Rios et al. 1982), ao CpAMV como a CE-315 (Lima, Santos e Paiva, 1979). TVu 410 (Santos et al., 1978) e TVu 612 (Rios, 1980) e ao CpGMV como a CE-315, TVu 612 e CNC 0434 (Santos et al., 1980), foi iniciado o trabalho para obtenção de cultivares com resistência simples e múltiplas a esses vírus. A cultivar BR 1-Poti, obtida do cruzamento entre CNCx 27 (Pitiuba X TVu 410), possivelmente foi a primeira cultivar comercial altamente resistente ao CpAMV. Posteriormente foi recomendada a BR 7-Parnaíba (Freire Filho et al, 1986; Guazzelli, 1988) a qual tem um excelente padrão de resistência a doenças mas não foi divulgada satisfatoriamente. Em seguida, foram recomendadas as cultivares BR 10- Piauí (Santos et al., 1987) e BR 12-Canindé (Santos et al., 1989) apresentavam resistência múltipla ao CpSMV, CpAMV e também ao CpGMV. Essas cultivares entretanto foram cultivadas por pouco tempo, apesar de serem produtivas e terem um excelente padrão de resistência a vírus não tiveram uma boa aceitação comercial. Em 1990, foi lançada a cultivar BR 14-Mulato (Cardoso et al., 1990), obtida do cruzamento CNCx 249 (CNC 0434 X BR 1-Poti). É uma cultivar com grãos muito produtiva, com excelente arquitetura de planta, que inclusive possibilita a colheita mecanizada da lavoura, é imune ao CpSMV, altamente resistente ao CpGMV e resistente a CpAMV e a sarna (*Sphaceloma* sp.). Foi relativamente bem aceita no Piauí mas, com o lançamento da cultivar BR 17-Gurguéia (Freire Filho et al., 1994), passou a ser substituída, é entretanto muito cultivada no Estado da Bahia (EBDA, 1999). A cultivar BR 17-Gurguéia foi obtida do cruzamento TE 86-75 (BR 10-Piauí X CE-315). É uma cultivar com grãos tipo sempre-verde, muito produtiva e com boa arquitetura de planta, a qual a exemplo da BR 14-Mulato pode ser colhida mecanicamente. É imune ao CpSMV, altamente resistente ao CpGMV e moderadamente resistente ao CpAMV. Atualmente, entre as cultivares melhoradas, é a mais cultivada no Estado do Piauí, já estando também bastante difundida no Maranhão. Essas cultivares apesar de bastante difundidas ainda deixam a desejar no que se refere a

qualidade de grãos. A BR 14-Mulato tem grãos de cor marrom (grupo Mulato) considerados de tonalidade escura para o mercado da região Meio-Norte e a BR 17-Gurguéia apesar de ter grãos esverdeados (grupo Sempre-Verde), bem aceitos no mercado piauiense, é considerada de grãos pequenos para o mercado da região Meio-Norte. Apesar desses aspectos essas duas cultivares representam um grande avanço em relação às cultivares de caupi tradicionalmente usadas, principalmente em termos de resistência às viroses, arquitetura de planta e potencial produtivo.

Em 1988, foi recomendada a cultivar Monteiro, a qual foi obtida de uma população local. É um material que tem grãos brancos (grupo Brancão), com tegumento rugoso e é altamente produtiva em cultivo irrigado, sua principal limitação é o porte, tem entre-nós curtos e ramos prostrados o que dificulta a colheita, sua grande vantagem é a qualidade de grão que faz com que seja cotada 10 a 20% mais cara que outras cultivares.

Para o Estado do Maranhão foram recomendadas quatro cultivares (Tabela 3): EMAPA 821 (grupo mulato), EMAPA 822 (grupo vinagre), que é a mesma cultivar Vita-3, recomendada para o Piauí em 1983, CNC 0434 (grupo branco), imune ao CpSMV, e a cultivar BR 18-Pericumã (grupo mulato). As três primeiras foram selecionadas entre introduções do International Institute of Tropical Agriculture – IITA, Ibadan, Nigéria e a última obtida do cruzamento CNCx 249 (CNC 0434 X BR 1-Poty), sendo portanto uma linhagem irmã da BR 14-Mulato. Os três primeiros materiais não tiveram grande expansão no Estado, principalmente devido à falta de uma estrutura de produção e comercialização de sementes e também pela própria limitação das cultivares, as quais não tinham uma ampla aceitação comercial. A cultivar Br 18-Pericumã, entretanto, é um material com um bom padrão de produtividade, tem um tipo de grão dentro dos padrões de preferência do mercado maranhense e se houver uma oferta satisfatória de sementes poderá vir a ter uma ampla área cultivada no Maranhão.

TABELA 3. Cultivares de caupi recomendadas para o Estado do Maranhão.

Nome da cultivar	Âno de recomendação	Instituição	Grupo	Porte	Hábito de crescimento	Ciclo (dia)	Cor da semente	Peso de 100 sementes (g)	Produtividade de grãos (kg/ha)	Referência
EMAPA 821	1982	EMAPA*	Mulato	Semi-ereto	Indeterminado	60-70	Marrom	13	1.101 ¹	Soares & Gomes (1982)
EMAPA 822	1982	EMAPA	Vinagre	Semi-enramador	Indeterminado	70-80	Vermelho	20	1.183 ¹	Soares & Gomes (1982)
CNC 0434	1986	EMAPA	Branco	Semi-ereto	Indeterminado	60-70	Branco	15,5	1.049 ¹	EMBRAPA (1986)
BR 18-Pericumã	1998	EMAPA	Mulato	Semi-enramador	Indeterminado	70-80	Marrom	17	615 ¹ 1.013 ²	Soares (1998)

¹ Produtividade em cultivo de sequeiro.

² Fim das águas.

*Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária

Aspectos importantes na escolha de uma cultivar

▪ Produção de grãos secos

Para as áreas semi-áridas, mais sujeitas a distribuição irregular das chuvas e veranicos longos, as cultivares devem ser rústicas mais tolerantes a estresse hídricos e com maior capacidade de recuperação após uma estiagem. Para áreas mais favorecidas e para sistemas de produção em que são feitas correção de acidez de solo, aplicação de fertilizantes, controle de ervas e controle de pragas e de doenças devem ser usadas cultivares mais responsivas à melhoria do ambiente. Para cultivo irrigado, quando o caupi é cultivado geralmente após uma cultura de sequeiro e seguido de outra cultura irrigada, tendo portanto um espaço de tempo limitado para seu cultivo, é importante que sejam usadas cultivares de ciclo precoce ou médio e de alta capacidade produtiva.

▪ Tipo de porte e arquitetura de planta

Para os cultivos tradicionais, geralmente em pequenas áreas e em consórcio, o porte não é tão importante, mas deve ser dada preferência por cultivares enramadoras. Para cultivos de sequeiro mais tecnificados e cultivos irrigados, o porte passa a ter mais importância, devendo ser dada preferência por cultivares de porte mais compacto e mais ereto, que permitam inclusive que a colheita seja feita mecanicamente.

▪ Tipos de grãos

Na região Meio-Norte são comercializados vários tipos de grãos de caupi, entretanto os predominantes são os dos grupos mulato (marrom claro a escuro), sempre-verde, branco, brancão e canapu. Desses tipos, os feijões dos grupos brancão e sempre-verde, em toda a cadeia comercial, são mais valorizados e obtêm os melhores preços, tanto no atacado como no varejo. Com relação a tamanho há uma preferência por grãos com peso de 100 grãos em torno de 18g e quanto a forma, há uma preferência por grãos riniformes e arredondados. Dessas características, entretanto, a cor parece ser o fator mais importante na formação do preço do produto.

▪ Produção de feijão verde

Para produção de feijão verde (vagem verde ou grãos debulhados) em pequenas áreas, deve ser dada preferência por cultivares enramadoras com longo período de floração e frutificação, que possibilitem várias colheitas. Essas cultivares devem ter vagens atrativas para o comprador, devem ser uniformes, bem granadas, ter a relação de peso grão verde/vagem verde superior a 60%, secar mais lentamente. Também ter a capacidade de preservar um bom aspecto pós-colheita e ser de fácil debulha manual. Os grãos devem ser claros para manter um bom aspecto pós-debulha. Grãos que escurecem com rapidez perdem o valor comercial. Para esse tipo de produção, há uma preferência por cultivares de vagem roxa e de grãos brancos.

Em ambos os tipos de produção, grãos secos e vagens verdes, é muito importante que as cultivares sejam bem adaptadas, tenham uma boa capacidade produtiva, um bom nível de resistência a doenças e pragas e um bom aspeto no campo.

Considerações

O caupi além de ser cultivado por pequenos e médios produtores tradicionais está sendo cultivado também por grandes produtores, com alta tecnologia. Com isso, a produção está mais padronizada, o produto está despertando o interesse de grandes companhias cerealistas e alcançando grandes centros consumidores. Desse modo é muito importante que os produtores tenham um bom conhecimento do mercado local, regional e até internacional e dos tipos comerciais mais importantes. A qualidade do produto passou a ter muita importância e com isso a escolha da cultivar é decisiva para a obtenção de bons resultados na lavoura e para o sucesso da comercialização

Referências

- CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **BR 14-MULATO**: nova cultivar de feijão macassar para o Estado do Piauí. Teresina: Embrapa - UEPAE de Teresina, 1990. 4p. (Embrapa-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 48).
- CARDOSO, M.J; FREIRE FILHO F. R.; SANTOS, A. A. dos.; SANTOS, M.L. B. dos.; MARTINS, O. F. G. “**BR 9-LONGÁ**” e “**CE - 315**”: genótipo de feijão macassar para o Piauí, Teresina: Embrapa - UEPAE de Teresina, 1987a. 3p. (Embrapa-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 37).
- CARDOSO, M.J.; SANTOS, A.A. dos; FREIRE FILHO, F.R. “**BR 10 - PIAUÍ**”: nova cultivar de feijão macassar para o Piauí. Teresina: Embrapa-UEPAE de Teresina, 1987b. 3p. (Embrapa-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 33).
- CARDOSO, M. J.; SANTOS, AS. A. dos; FREIRE FILHO, F. R. ; FROTA, AB. “**Br 12-Canindé**”: cultivar de feijão macassar precoce com resistência múltipla a vírus. Teresina: Embrapa - UEPAE de Teresina, 1988. 3p (Embrapa-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 39).
- GUAZZELLI, R. J. História das pesquisas com caupi no Brasil In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. Org. **O caupi no Brasil**, Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/IITA/Ibadan, 1988. p. 49-59.
- EHLERS, J. D.; HALL, A. E. **Cowpea** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) *Field Crops research* v. 53: 187-204, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Cultivares de arroz, feijão caupi lançadas em cooperação com o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão**. Goiânia, 1986. p. 43-68 (Embrapa-CNPAF. Documentos, 15).
- EBDA – Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A Caupi “BR 14-Mulato”- Extensão de Indicação para a Bahia. EBDA-Gerência Regional de Itaberaba, Unidade de Execução de Pesquisa de Paraquaçú; Itaberaba: EBDA, 1999. Folder.

FERY, R. L. **The cowpea**: production, utilization, and research in the United States. Horticultural Reviews v. 12: 197-223, 1990.

FREIRE FILHO, F. R. Origem , evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E.E. Org. **O Caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP/Ibadan: IITA, 1988. p.25-46.

FREIRE FILHO, F. R.; BEVINDO, R. N. & COSTA, E. F. da. Coleta e caracterização de feijão macáassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na microrregião de Campo Maior. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, II. Teresina, 1982. **Anais**. Teresina, EMBRAPA-UEPAE . Teresina, 1985. p.29-36.

FREIRE FILHO, F. R.; BEVINDO, R. N.; NÓBREGA, E. M. da & RIBEIRO, V. Q. Comportamento de cultivares introduzidas e seleções locais de feijão macáassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na microrregião homogênea de Campo Maior. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 4. Teresina, 1986. Teresina, EMBRAPA-UEPAE. Teresina, 1986. p.161-170 (Resumo). **Ciências e Cultura** 18(7): 843-844, 1986 (Resumo).

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de; SANTOS, A. A. dos & SILVA, P. H. S. da. **Características botânicas e agrônômicas de cultivares de feijão macáassar** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Teresina, (EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1981. 40p. (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Boletim de Pesquisa, 4.)

FREIRE FILHO, F. R.; SANTOS, A. A. dos; ARAÚJO, A. G. de; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. & GOMES, S. M. F. Melhoramento do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Piauí – período 1980-1983. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 4. Teresina, 1986. Teresina, EMBRAPA-UEPAE. Teresina, 1986. p. 204-229.

FREIRE FILHO, F.R; SANTOS, A.A. dos; ARAUJO, A.G. de; RIBEIRO, V.Q.; GOMES, S.M. F; SANTOS, M.L.B. dos. **Caupi BR-1 Poty**: nova cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) para o Piauí. Teresina: Embrapa-UEPAE de Teresina, 1985. 4p. (Embrapa. UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 28).

- FREIRE FILHO, F.R.; SANTOS, A.A. dos; CARDOSO, M. J.; SILVA, P.H.S. da.; RIBEIRO, V.Q. **BR 17 Gurguéia**: nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí. Teresina: Embrapa-CPAMN, 1994. 6p. (Embrapa-CPAMN. Comunicado Técnico, 61).
- KRUTMAN, S.; VITAL A. F.; BASTOS, E. G. Variedades de feijão macassar "*Vigna sinensis*": características e reconhecimento. Recife: IPEANE, 1968. 46p.
- LIMA, J. A. A. & LIMA, M. G. A. Ocorrência de um potyvirus em feijão-de-corda no Estado do R. G. do Norte. **Fitopatologia Brasileira**, 5 (3): 415, 1980.
- LIMA, J.A.A; LIMA, M. G. A. & OLIVEIRA, ÇF. M. E. S. Comportamento de feijão-de-corda em relação a um isolado de "Cowpea Mosaic Vírus" e um Potyvirus obtido no Estado do Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, 5(3): 415-516, 1980.
- LIMA, J. A. A.; OLIVEIRA, L. F. S. Comportamento de genótipos de caupi em relação aos dois principais vírus que ocorrem no Ceará. **Fitopatol. Bras.**, 11:151-61, 1986b.
- LIMA J. A. A.; SANTOS, J. H. R. dos; & PAIVA, J. B. Fontes de resistência em cultivares de feijão-de-corda ao fungo *cercospora cruenta* e a um potyvirus isolado no Estado do Ceará. **Ciênc. Agron.** 9 (1-2): 95-98, 1979.
- LIMA, J. A. de A.; SANTOS, C. D. G.; SILVEIRA, L. F. S. Comportamento de genótipos de caupi em relação aos dois principais vírus que ocorrem no Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, n.11, p.151-161, 1986.
- PAIVA, J. B.; CARMO, C. M.; TAVORA, F.J. A.; ALMEIDA, F.G.; SAMPAIO, S.; MOURA, W.P. de; SALES, J.C.; PALHANO, J.G.; OLIVEIRA, F. I.; SAMPAIO, A.; SANTOS, J. A. R. Melhoramento, experimentação e fitossanidade com feijão (*Vigna sinensis*), realizadas no Estado do Ceará (1967/68). **Pesquisa Agropecuária do Nordeste**, v.2, n.2, p.99-113, 1970.
- RACHIE, K.O. & RAWAL, K.M. **Integrated approaches to improving cowpeas *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** Ibadan, IITA, 1976. 36 p. (IITA, Technical Bulletin, 5).

- RIOS, G. P. Pathology, in: WATT, E. E. **Third anual report on the EMBRAPA/IITA/IICA cowpea program in Brazil**, 1980. Goiânia, 1980, s.n.t.p. 20-21.
- RIOS, G. P. Reação de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata*) à *Sphaceloma sp.* **Fitopatologia Brasileira**, v.8, p.251-258, 1983.
- RIOS, G. P.; NEVES, B. P. das. Resistência de linhagens e cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) ao vírus do mosaico severo (VMSC). **Fitopatologia Brasileira**, v.7, p.175-184, 1982.
- RIOS, G. P.; WATT, E. E.; ARAÚJO, J. P. P., de; NEVES, B. P. das. Cultivar CNC 0434 imune ao mosaico severo do caupi. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI.; 1., Goiânia, GO, 1982. **Resumos**. Brasília, EMBRAPA-CNPAP 1982. p. 113-5 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 4)
- SANTOS, A. A. dos. Doenças do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Estado do Piauí, In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 1., 1982 Goiânia. **Resumos...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.99-100. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 4).
- SANTOS, A. A. dos; BATISTA, A. A. de; SANTOS, A. B. dos. Reação de genótipos de feijão-de-corda à podridão das raízes causada pelo *Furasium solami*. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 3., 1991, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Imprensa Univesitária-UFC, 1991. p.56.
- SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R. Genótipos de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) com resistência de campo ao vírus do mosaico dourado do caupi. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 4., 1986. Teresina, **Anais...** Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1986. p.191-203.
- SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J. Br 10-Piauí: cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) com resistência múltipla de vírus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 12 n.4: 400-402, 1987.
- SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; FROTA, A. B. nova cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) com resistência múltipla a vírus. **Fitopatologia Brasileira**. v. 15 n.1, 1990.

SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R.; MESQUITA, R. C. M. & SILVA, P. H. S. da. **Controle de mosaico do caupi (*Vigna sinensis* (L.) Savi) por resistência varietal**. Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1978, 10p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico nº 10).

SOARES, U. M. **BR 18-Pericumá**-Nova cultivar de feijão caupi no Maranhão. São Luís: EMAPA, 1998. 4p (EMAPA. Comunicado Técnico, 23)

SOARES, U.M.: GOMES, E.R. EMAPA-821 e EMAPA-822: novas cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) indicadas para o Estado do Maranhão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 1, 1982, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1982. p. 142-145. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 4).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Centro de Ciências Agrárias (Fortaleza, CE). Relatório Técnico: Convênio SUDENE/UFC/SUDEDEC e UFC/BNDE - FUNDEPRO para melhoramento e experimentação com culturas alimentares Fortaleza, 1972. p. 1-18.

CAPÍTULO IV

FERTILIDADE, CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DO SOLO

Francisco de Brito Melo¹
Milton José Cardoso²

Introdução

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido nas populações rurais como feijão-de-corda e feijão macassar, é cultivado na região Meio-Norte do Brasil em caráter predominante de subsistência pelas populações rural e, em menor escala, pela urbana, tornando-se, assim, produto de grande expressão sócio-econômica para essa região.

Os solos dessa região possuem limitações de fertilidade, além de apresentarem elevados níveis de salinidade e de alumínio trocável. O fósforo é o principal fator limitante na fertilidade dos solos da região, enquanto que o nitrogênio pode ser suprido simbioticamente pela cultura, que nodula eficientemente com numerosas estirpes de rizóbio presentes no solo. Podem ocorrer outras deficiências nutricionais, principalmente ligadas ao potássio e a alguns micronutrientes, tais como o zinco, o cobre e o molibidênio em áreas de cerrado e tabuleiros costeiros.

Neste capítulo são apresentadas informações sobre fertilidade, correção de solo e recomendação de adubação, visando corrigir eventuais distúrbios nutricionais para o feijão caupi, como contribuição para reduzir os efeitos dos problemas de deficiências nutricionais dessa leguminosa, em condições de campo.

Solos

O feijão caupi pode ser cultivado em quase todos os tipos de solo merecendo destaque para os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutrófico, Aluviões e Areias Quartzosas (Oliveira & Carvalho, 1987; Melo et al.,

¹Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Embrapa Meio-Norte na Área de Solos e Nutrição de plantas. E-mail: brito@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Embrapa Meio-Norte na Área de Fitotecnia e Fitomelhoramento. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br

1988; Cardoso et al., 1998). De um modo geral, desenvolve-se em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e dotados de uma média a alta fertilidade. Entretanto, outros solos como Latossolos e Areias Quartzosas de baixa fertilidade podem ser utilizados, mediante aplicações de fertilizantes químicos ou orgânicos.

Fertilidade do solo

Além do carbono, hidrogênio e oxigênio, que estão presentes na atmosfera, são essenciais à planta os macro e os micronutrientes que estão presentes no solo. Os macronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são necessários às plantas em maiores quantidades. Os micronutrientes como, cobre, zinco, boro, molibdênio e ferro, são necessários em menores quantidades. Os nutrientes são igualmente essenciais e a falta de um deles causa deficiência desse elemento à planta, provocando distúrbios no seu metabolismo.

Geralmente, essas perturbações metabólicas manifestam-se por sintomas visíveis, como crescimento atrofiado, amarelecimento das folhas ou outras anormalidades, que podem ser corrigidas mediante o uso de fertilizantes e corretivos em quantidades adequadas e, em conseqüência, elevar a produtividade da cultura.

Amostragem do solo

A análise química é o método mais utilizado para avaliar a fertilidade do solo e determinar as necessidades de corretivos e fertilizantes.

A amostragem deve seguir critérios que assegurem confiança de representatividade em número ideal de amostras. Para colher uma boa amostra, recomenda-se:

- Subdividir as áreas em unidades homogêneas, nessa subdivisão considerar os tipos de solo, a topografia, a vegetação e o histórico utilizado (uso de corretivos ou adubações);
- Retirar uma amostra composta de áreas aparentemente uniformes. O número de amostras simples (subamostras), que deverá formar uma amostra composta, depende do tamanho da área (Tabela 1);
- Fazer uma amostragem ao acaso em zigue-zague, verificando o grupo de homogeneidade da área. As diversas subamostras devem ser colocadas em um recipiente limpo e misturadas, sepa-

rando-se então, cerca de 500 g para serem enviadas ao laboratório. Para culturas anuais, como o feijão caupi, a profundidade de coleta é a da camada arável, ou seja, de 0-20 cm.

- A amostra de solo deve ser colocada em um saco de plástico bem limpo. Cada amostra deve ter uma etiqueta de identificação, contendo o nome do município, do proprietário, da propriedade, da cultura a ser plantada e o número da amostra.

TABELA 1. Número de amostras em relação ao tamanho da área

Tamanho da área homogênea	Nº de amostras simples/amostra composta
Até 2 ha	10 a 15
De 3 a 10 ha	20
Acima de 10 ha	25 a 30

Fonte: Miranda (1979)

Níveis de fertilidade do solo

Os níveis de fertilidade para a cultura são baseados em faixas de concentração das principais características químicas dos solos. São considerados para as recomendações de correção e adubação o pH, teores de Ca, Mg, P, K e Al, que estão assim classificados:

pH em água (2,5:1,0)

- < 5,0 – fortemente ácido
- 5,0 - 5,5 – moderadamente ácido
- 5,6 - 6,9 – fracamente ácido
- = 7,0 - neutro
- 7,1 - 7,8 – fracamente alcalino
- > 7,8 – fortemente alcalino

Ca²⁺ + Mg²⁺ trocável em mmol_c.dm⁻³

- 0,0 - 20 - baixo
- 21 - 50 - médio
- > 50 alto

P disponível em mg.dm⁻³ (extração pelo método de Mehlich)

- 0,0 - 5,0 - baixo
- 6 - 10 - médio
- > 10 - alto

K^+ trocável em $mg.dm^{-3}$

0,0 - 25,0 - baixo

26,0 - 50,0 - médio

> 50,0 - alto

Al^{3+} tracável em $mmol_c.dm^{-3}$

0,0 – 3,0 - baixo

3,1 – 10,0 - médio

> 10,0 - alto

Saturação de alumínio em %

15,0 - 20,0 – toxidez baixa

20,0 - 25,0 – toxidez média

> 25,0 – toxidez alta

Acidez do solo

A acidez do solo tem grande importância na produção agrícola e nas práticas de manejo. Os principais problemas de acidez estão relacionados com a toxidez de alumínio e deficiência de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Diversas pesquisas têm mostrado que o feijão caupi é uma planta que possui determinada tolerância a meios ácidos. Solos com pH em torno de 5,5 são considerados aptos para a cultura.

O nível de saturação de alumínio não deve ultrapassar a 20 % da capacidade de troca catiônica dos solos. A partir desse ponto o crescimento da planta fica prejudicado, principalmente, pela não disponibilidade do fósforo (Araújo et al., 1984).

Correção de acidez do solo

As recomendações para correção de acidez devem ser feitas com base em resultados de análise química do solo. A tendência atual na recomendação de calagem é dar mais ênfase a percentagem de saturação de alumínio no solo do que no seu teor isoladamente.

Recomenda-se calagem para a cultura de feijão caupi, quando esta percentagem de saturação de alumínio for igual ou maior do que 20%.

A quantidade de corretivo, com base no teor de alumínio e cálcio + magnésio trocáveis, pode ser calculada utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$\text{Dose de calcário (t/ha)} = (0,2 \times \text{Al}^{3+}) + 20 - [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \text{ quando } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ for } < \text{que } 20 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3} \text{ de TFSA.} \quad (1)$$

$$\text{Dose de calcário (t/ha)} = 0,2 \times \text{Al}^{3+} \text{ quando o } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} \text{ for } > \text{que } 20 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3} \text{ de TFSA.} \quad (2)$$

Outro critério para o cálculo da necessidade de calagem é através da elevação da saturação de bases a um nível desejado. No caso do feijão caupi, a elevação da saturação de base em 50% é feita utilizando-se a fórmula descrita por Raij (1983):

$$\text{Dose de calcário (t/ha)} = (V2 - V1)T/\text{PRNT} \times f \times 10^{-1} \text{ onde:}$$

$$T = \text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3} \text{ de } \text{H}^+ + \text{Al}^{3+} + \text{k}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+$$

$$V1 = S/T \times 100 \text{ sendo } S = \text{mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3} \text{ de } \text{k}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+$$

$$V2 = 50\%$$

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário

f = fator de profundidade, 1 para calagem até 20 cm e 1,5 para calagem até 30 cm.

Na calagem são empregados, geralmente, calcários que podem ser calcíticos ou dolomíticos, o último, pelo teor de magnésio que contém, deve ser usado sempre que possível.

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 a umidade do solo e às características do corretivo. Caso o calcário possua um PRNT diferente de 100%, é

necessário corrigir a quantidade recomendada nas fórmulas 1 e 2, citadas anteriormente, utilizando-se a seguinte fórmula:

Dose a aplicar (t/ha) = Dose recomendada (t/ha) / PRNT (%) do calcário x 100

Recomendação de adubação de manutenção

Uma recomendação correta de fertilizante depende de como são interpretados os teores dos nutrientes da análise do solo e, também, da correlação com os dados de calibração e níveis críticos dos elementos. Considera-se como nível crítico o teor de nutriente abaixo do qual se espera significativas respostas à aplicação desse elemento químico. Acima desse valor, a probabilidade de resposta é pequena, e os aumentos não são significativos. Mas a aplicação de pequenas quantidades de adubos em solos de alta fertilidade é importante para a sua conservação.

Não é recomendável a aplicação de nitrogênio na cultura do feijão caupi, pois além de onerar o custo de produção, não se tem constatado resposta na produção de grãos à aplicação desse nutriente, com excessão de áreas recém-desmatadas e solos com textura arenosa e de baixo teor de matéria orgânica. Por outro lado, a resposta é positiva na produção de massa verde, a qual se correlaciona negativamente com a produção de grãos. Além disso, o feijão caupi apresenta uma relação simbiótica eficiente com a população de rizóbio, capaz de atender a sua demanda para nitrogênio, dispensando a suplementação com fertilizantes químicos.

Diversos trabalhos demonstram que o fósforo é o principal nutriente limitante da produção da cultura na região Meio-Norte do Brasil (Cardoso et al. 1998a; Cardoso et al., 1998b), apesar desse elemento ser extraído pela cultura em quantidade bem menores que outros macronutrientes (Tabela 2), têm sido constatadas respostas à adubação fosfatada nos mais diversos tipos de solos onde o feijão caupi é cultivado, principalmente nos solos do tipo Latossolos e Areias Quartzosas (Fig. 1 e 2).

TABELA 2: Teores foliares de macro e micronutrientes adequados e deficientes para o feijão caupi e quantidade necessária de nutrientes para a produção de uma tonelada de grãos.

Elemento	Adequado	Deficiente	Quantidade
Macro	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	kg
N	19,7 ± 1,6	12,8 ± 1,3	68
P	1,4 ± 0,3	0,2 ± 0,1	10
K	32,0 ± 3,6	6,4 ± 1,0	82
Ca	53,8 ± 4,1	17,9 ± 2,4	45
Mg	6,6 ± 1,4	1,4 ± 0,5	15
S	1,5 ± 0,4	0,5 ± 0,1	8
Micro	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	g
B	202 ± 31	44 ± 25	30
Cu	6 ± 0,9	5 ± 1,2	3
Fe	817 ± 103	337 ± 31	1855
Mn	418 ± 21	24 ± 6	15
Mo	0,24 ± 0,05	0,20 ± 0,08	7
Zn	43 ± 9	24 ± 5	10

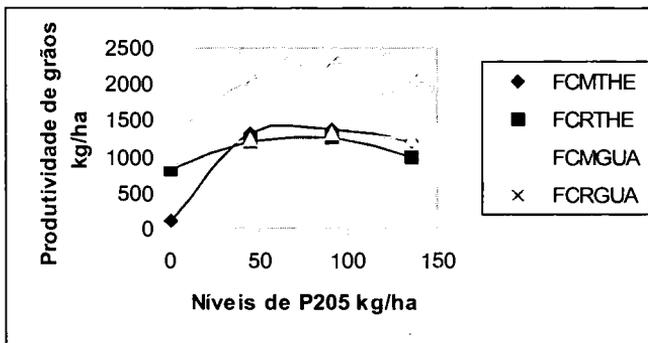


FIG. 1: Produtividade de grãos de feijão caupi(FC) de porte moita (M) e ramador (R), em Latossolo Vermelho-Amarelo, em função de níveis de fósforo nos Municípios de Teresina (THE) e Guadalupe (GUA), PI.

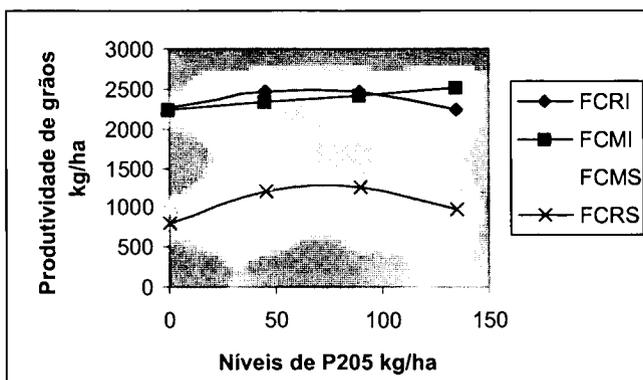


FIG 2. Produtividade de grãos feijão caupi (FC) de porte ramador (R) e moita (M) em regimes de sequeiro (S) e Irrigado (I) em Areia Quartzosa. Parnaíba, PI.

A maioria dos solos da região Meio-Norte apresenta baixos teores de fósforo disponível, fato comprovado por análise e experimentação de adubação com diferentes variedades de feijão caupi (Melo et al. 1988,; Melo et al., 1997). Por essa razão, grande parte dos trabalhos de pesquisa vêm sendo dirigidos no sentido de se definir as necessidades de adubação fosfatada para o caupi nas diferentes condições edafoclimáticas da região, procurando-se estabelecer as doses ótimas do nutriente para os diferentes solos.

O potássio é o nutriente extraído e exportado em maior quantidade pelo feijão caupi (Tabela 2). Apesar disso, a cultura raramente responde à adubação potássica. Quando ocorrem respostas, os aumentos de produção por causa dos nutrientes são pouco expressivos (Paiva et al. 1971; Melo et al., 1996).

Os micronutrientes são exigidos em pequenas quantidades pela planta do feijão caupi (Tabela 2). Normalmente, as reservas dos solos são capazes de atender às necessidades das plantas. Deficiências podem ocorrer em solos cujo material de origem é pobre em nutrientes ou que apresentam condições adversas à sua mobilização/absorção pela planta, tais como valores extremos de pH e excesso de matéria orgânica.

Não existem informações sobre as necessidades de micronutrientes pelo caupi em solos da região Meio-Norte sabe-se que alguns micronutrientes (Molibidênio e Zinco) exercem grande influência na nodulação e na fixação simbiótica do nitrogênio pelas leguminosas.

Adubação orgânica

O uso de adubo orgânico na cultura do caupi é uma prática exercida entre os pequenos produtores da região, especialmente entre os que fazem agricultura de vazantes.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos, na região, visando definir doses adequadas de esterco para a cultura (Salviano & Jericó, 1988; Salviano & Nascimento Filho, 1988; Reis & Salviano, 1997).

De modo geral, os resultados apresentados revelam que o feijão caupi responde à adubação com adubo orgânico. As doses ótimas devem variar com o tipo de solo, seu nível de fertilidade e com a disponibilidade de água, entre outros aspectos, mas oscilam entre 10 e 40 t.ha⁻¹ segundo as indicações experimentais.

Outra alternativa é o uso da adubação verde, imprescindível não só para a recuperação das características químicas, físicas e biológicas do solo, mas também como forma de racionalização do uso de fertilizantes minerais, principalmente nitrogenados.

Os resultados de pesquisa têm mostrado o efeito benéfico da adubação verde no rendimento de grãos do feijão caupi, tanto com variedades cultivadas em condições de sequeiro como irrigado (Cardoso et al., 1997).

No Estado do Piauí, a mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) e o feijão bravo (*Canavalia obtusilolia*) são espécies que vêm apresentando um bom comportamento, com rusticidade, tolerância à seca, as altas temperaturas, além de se estabelecer rapidamente no solo, competindo com as plantas invasoras (Melo et al., 1990; Melo et al., 1997). Cardoso et al. (1992), utilizando feijão bravo como adubo verde, no consórcio milho x feijão caupi, observaram uma taxa de retorno marginal (TRMa) líquida de 3,74. Destaca-se o efeito residual da incorporação do adubo verde neste sistema, que proporcionou um aumento, respectivamente, de 39 e 23 % na produtividade de grãos de milho e feijão caupi em relação ao tratamento sem adubo verde.

Recomendações de adubação química

A recomendação de adubação química leva em consideração os resultados da análise química do solo. Para uma melhor utilização dessa recomendação, foram acrescentadas algumas informações técnicas que são de grande interesse para o sucesso dos programas de adubação (Tabela 3).

TABELA 3. Recomendações de adubação química (kg.ha⁻¹) para a cultura do feijão caupi com base nos resultados de análise do solo.

Época	N	P ₂ O ₅			K ₂ O		
		P no solo mg.dm ⁻¹			K no solo mg.dm ⁻¹		
Plantio	-	0-5	6-10	>10	0-25	26-50	>50
				60	40	20	40
Cobertura	20						

Observações técnicas adicionais

1. Em áreas recém-desmatadas ou em solos de textura arenosa e com baixos níveis de matéria orgânica (menos de 10 g.kg⁻¹) recomenda-se utilizar uma adubação de cobertura, com nitrogênio na dosagem de 20 kg de N.ha⁻¹, aos 20-30 dias após o plantio.

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

3. Em solos com deficiência de micronutrientes, detectada através da análise do solo ou ensaios biológicos, recomenda-se aplicar no sulco de plantio, 10 kg.ha⁻¹ de FTE BR 12.

4. Repetir a análise química do solo após o terceiro cultivo consecutivo, para ajustar a recomendação de adubação.

Referências

ARAÚJO, J.P. de; RIOS, G.P.; WATT, E.E.; NEVES, B.P. das; FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; GUIMARÃES, C.M.; SILVEIRA FILHO, A. Cultura do caupi; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 82p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 18)

- CARDOSO, M.J.; FROTA, A .B.; MELO F. de B.; Avaliação técnico-econômica do efeito residual da adubação verde em sistemas de cultivo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.23, n.1/2, p.67-74, 1992.
- CARDOSO, M.J.; FROTA, A .B.; MELO F. de B.; Avaliação técnico-econômica do efeito residual da adubação verde em sistemas de cultivo. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 8, Teresina, 1992. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/CPAMN, 1997. p.87-93 (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 12).
- CARDOSO, M.J.; MELO F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A . S. de; ATHAYDE SOBRINHO, C.; RODRIGUES, B.H.N. Níveis de fósforo, densidade de plantas e eficiência de utilização da água em caupi de portes ramador e moita em Areia Quartzosa. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, 12, Fortaleza, 1998. **Resumos expandidos...** Fortaleza: UFC/Dep. de Solos, 1998. p.146
- CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.. Efeito da adubação fosfatada e da densidade de plantio na produtividade de grãos de feijão caupi em regime de sequeiro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Caxambú,, 1998. **Resumos expandidos...** Caxambú: UFLA/SBCS/SBM,1998. p.187.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; ATHAYDE SOBRINHO, C. Efeitos de níveis de potássio na produção de matéria seca de feijão caupi. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 22, 1996, MANAUS. **Resumos expandidos...** Manaus: SBCS – Universidade Federal do Amazonas, 1996. p.312-313.
- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J.; ITALIANO, E.C.; RIBEIRO, V.Q. Comportamento produtivo de leguminosas para adubação verde em sistema intercalar na cultura do milho. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 8, Teresina, 1994. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/CPAMN, 1997. p.51-55 (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 16)

- MELO, F. de B.; CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Influência da calagem e da adubação fosfatada na produção de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 7, 1992, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/CPAMN, 1997. p.144-149 (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 12)
- MELO, F. de B.; ITALIANO, E.C.; CARDOSO, M. J.; Utilização de leguminosas como cobertura verde no cultivo do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18, Vitória. **Resumos...** Vitória: EMCAPA, 1990. p.92
- MELO, F. de B.; ITALIANO, E.C.; CARDOSO, M.J. Influência da saturação de alumínio e níveis de fósforo na produção de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 5, Teresina, 1988. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/UEPAE de Teresina, 1988. p.61-65 (EMBRAPA-UEPAE DE Teresina. Documentos, 9)
- MIRANDA, L.N. **Amostragem de solo para análise química.** Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1979. 7p. (EMBRAPA-CPAC.Comunicado Técnico, 7)
- OLIVEIRA, I.P.; CARVALHO, A. M. A cultura do caupi nas condições dos trópicos úmidos e semi-árido no Brasil. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1987, 18p.
- OLIVEIRA, I.P.; DANTAS, J. P. Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1984. 23p. (EMBRAPA-CNPA F. Documento, 8)
- PAIVA, J.B.; ALBUQUERQUE, J.J.L.; BEZERRA, F.F. Adubação mineral em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará-Brasil. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.1, n.2, p.75-78, 1971.
- RAIJ, B. Van. Avaliação da fertilidade do solo. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1983, 142 p.

REIS, E.K.N; SALVIANO, A . A .C. Efeito residual da adubação orgânica sobre a nodulação e produção de matéria seca pela cultura do caupi: In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 8, Teresina, 1992. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/CPAMN, 1997. p.127-132 (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 12)

SALVIANO, A . A .C.; JERICÓ, J.P. Efeito residual da matéria orgânica (esterco bovino) na produção de matéria seca de feijão e na retenção de umidade de um Aluvial Eutrófico. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 5, Teresina, 1988. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/UEPAE de Teresina, 1988. p.80-85 (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 9)

SALVIANO, A . A .C.; NASCIMENTO FILHO, do A . Rendimento de matéria seca de feijão e alterações na retenção de umidade no solo pela incorporação de esterco de curral em casa de vegetação. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 5, Teresina, 1988. **Anais...** Teresina: EMBRAPA/UEPAE de Teresina, 1988. p.86-89 (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 9).

CAPÍTULO V

CULTIVOS CONSORCIADOS

Milton José Cardoso¹
Valdenir Queiroz Ribeiro²
Francisco de Brito Melo³

Introdução

O feijão caupi no Meio-Norte do Brasil é cultivado, em grande parte, em associação com outras culturas, sendo a mais comum o milho. Essa prática possibilita a subsistência do produtor, a utilização permanente de mão-de-obra, a alimentação variada e o melhor controle da erosão do solo e do balanço energético do sistema. Apesar do baixo nível tecnológico empregado pela maioria dos produtores que utilizam o consórcio de culturas, essa prática é considerada uma opção para o aproveitamento extensivo da terra, além de proporcionar renda familiar relativamente estável ao longo dos anos.

Os sistemas de consórcios são os mais variados. Nos sistemas mistos, não ocorre organização de nenhuma das culturas em fileiras distintas, já nos sistemas intercalares pelo menos uma delas é plantada em fileiras. Nos sistemas em faixas, as culturas são plantadas em faixas suficientemente espaçadas para permitir o manejo independente de cada uma, mas bastante estreitas para possibilitar a interação interespecífica. Um outro sistema utilizado é o de substituição, onde uma cultura é semeada depois que a anterior atingiu a fase reprodutiva do crescimento, porém sem ter atingido o ponto de maturidade fisiológica.

Avaliação dos sistemas de culturas consorciadas

Os sistemas de plantio consorciados não podem ser avaliados, aleatoriamente, somente pelo consórcio de produção ou valor econômico. Devem ser utilizadas maneiras alternativas, dependendo da combinação de culturas e dos objetivos para os quais os sis-

¹Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Área de Fitotecnia e Fitomelhoramento, Embrapa Meio-Norte. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Área de Estatística Experimental, Embrapa Meio-Norte. E-mail: valdenir@cpamn.embrapa.br

³Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Área de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Meio-Norte. E-mail: brito@cpamn.embrapa.br

temas são utilizados.

Um dos métodos mais usados e talvez de maior interesse para os pequenos produtores é o quantidade de alimentos produzidos por unidade de área. Outro é o lucro proporcionado pelo sistema. Um método bastante utilizado por técnicos é o uso eficiente da terra (UET), que permite comparar a eficiência do consórcio em relação aos monocultivos (Morgado & Rao, 1986; Cardoso & Ribeiro, 1987; Balasubramanian & Sekayange, 1990). Esse método quantifica o número de hectares necessários para que as produções dos monocultivos se igualem a de um hectare das mesmas culturas quando consorciadas e pode ser calculada da seguinte forma:

$$UET = AC/AM + BC/BM = IA + IB$$

Em que AC e BC são as produtividades das culturas A e B no consórcio AM e BM suas respectivas produtividades nos sistemas exclusivos e IA e IB, os índices individuais dessas culturas. O sistema será eficiente quando o UET for maior que 1,00 e ineficiente a produção quando menor que 1,00.

Suponhamos que as culturas A e B produziram, respectivamente, nos sistemas exclusivos, 6.000 e 1.800 kg.ha⁻¹, e em consórcio 5.000 kg.ha⁻¹ (A) e 1.100 kg.ha⁻¹ (B), tem-se que:

$$UET = 5.000/6.000 + 1100/1.800 = 0,83 + 0,61 = 1,44$$

Significa que para os sistemas exclusivos produzirem o mesmo que 1,0 ha de consórcio, seria necessário plantar 0,83 ha da cultura A mais 0,61 ha da cultura B, num total de 1,42 ha. Dessa maneira, os sistemas exclusivos exigiriam 44 % mais terra que o consórcio.

Para a validade do método UET é necessário que as produtividades dos sistemas exclusivos sejam obtidas com as populações recomendadas para esse sistema cultural. O manejo adotado deve ser o mesmo para os sistemas de cultivo.

Vantagens dos consórcios

A prática do consórcio de culturas é utilizada, principalmente, pelos pequenos produtores, pelos produtores de subsistência, que dispõem de pouca terra, pouco capital e mão-de-obra farta. As principais vantagens do sistema são:

- Maior produção de alimentos por área. Ao se plantar duas ou mais culturas pode-se elevar a produção de alimentos, por área cultivada, sem a necessidade do aumento de insumos.

- Estabilidade de produtividade. É uma maneira de diminuir o risco de insucesso cultural, se uma das culturas falha ou produz pouco, por causa de problemas climáticos ou ataques de pragas, a cultura consorte pode compensá-la.

- Controle da erosão. Aumenta a proteção vegetativa do solo contra a erosão.

- Controle de plantas daninhas. Permite melhor controle que o cultivo exclusivo, pois proporciona uma alta densidade de plantas, que produz uma cobertura vegetal mais rápida do solo, além do sombreamento.

- Melhor aproveitamento da mão-de-obra. Possibilita o uso mais eficiente da mão-de-obra. De um modo geral, a pequena propriedade emprega o trabalho manual, com pouca ou nenhuma mecanização. Nesse caso, a associação de culturas é recomendada.

- Controle de pragas e doenças. Favorece a redução da incidência tanto na cultura principal como na consorte.

- Proporciona maiores receitas. Possibilita, no geral, maiores lucros, ao pequeno produtor, que os cultivos exclusivos, além de diversificar as fontes de renda.

- Exploração de maior número de cultura. Permite a exploração de maior número de culturas na mesma área, proporcionando maior diversidade de alimentos para o pequeno produtor.

Desvantagem do consórcio

A principal desvantagem é o impedimento do emprego, em nível maior, de práticas culturais mais eficientes e capazes de levar a altas produtividades culturais. A utilização de tecnologias mais evoluídas são difíceis de serem manejadas em sistemas consorciados, principalmente, quando a mecanização é introduzida.

Consórcio milho x feijão caupi

Na região Meio-Norte, a associação de milho com feijão caupi pode ser explorada de diversas maneiras. As duas culturas podem ser plantadas simultaneamente na mesma fileira, ou em fileiras in-

tercaladas. Nesse caso, os sistemas mais utilizados são o de uma fileira da gramínea para uma da leguminosa ou de uma da gramínea para duas da leguminosa. Um outro sistema utilizado é o de faixas alternadas sendo o de duas fileiras de milho para três de feijão caupi, o mais adotado (Cardoso et al., 1987).

Cultivares de feijão caupi para consórcio com milho

Apesar de não ter havido muita preocupação dos programas de melhoramento em desenvolver materiais mais adaptados aos sistemas consorciados, resultados mostram, no geral, estreita relação dos melhores materiais em monocultivo sobressaírem em sistemas consorciados (Freire Filho et al., 1982a; Freire Filho et al., 1982b; Cardoso & Ribeiro, 1987; Mead & Willey, 1980; Balasubramanian & Sekayange, 1990).

Consortes para o feijão caupi

Dados referentes a razão de área equivalente enfatizam que os melhores consortes para o feijão caupi em solos de chapada, em áreas marginais para o cultivo do milho, e em anos com precipitações irregulares foram sorgo granífero, milheto e amendoim (Freire Filho et al., 1982). Enquanto, em solos de média a alta fertilidade o milho foi um excelente consorte (Cardoso et al. 1981a).

Densidade de semeadura no consórcio milho x feijão caupi, sob regimes de sequeiro e irrigado

Sob regime de irrigação, por aspersão, observou-se em solo Aluvial Eutrófico a combinação de 2, 4, 6 e 8 plantas.m² de milho (variedade BR 5006 - Fidalgo) com 3, 6, 9 e 12 plantas.m² de caupi (variedade BR 12-Canindé) de porte moita e ciclo entre 50 a 55 dias. A produtividade de grãos de milho aumentou linearmente com o aumento do número de plantas por área e demonstrou a viabilidade de dois cultivos de caupi sem prejudicar a produtividade de milho (Tabela 1). A produtividade de grãos de caupi cresceu linearmente com a diminuição do número de plantas de milho por área (Cardoso et al., 1993). Comportamento semelhante foi observado em regime de sequeiro sob condição de boa distribuição de chuvas (Cardoso et al., 1994), Fig 1.

TABELA 1. Resultados médios obtidos no consórcio milho x caupi, em diferentes densidades, sob irrigação por aspersão. Teresina, PI. 1988.

Densidades mil plantas.ha ⁻¹ Milho	Número de va- gens por planta de caupi	Produtividade de grãos no 1º cultivo (kg.ha ⁻¹)	Produtividade de grãos no 2º cul- tivo (kg.ha ⁻¹)	Produtividade de grãos total de caupi (kg.ha ⁻¹)
20	8,7	710,3	298,4	1008,8 (3875)
40	6,4	534,7	269,1	803,8 (5314)
80	4,8	349,1	255,3	604,4 (5891)

Obs. Os números entre parênteses dizem respeito a produtividade de grãos de milho em kg.ha⁻¹.

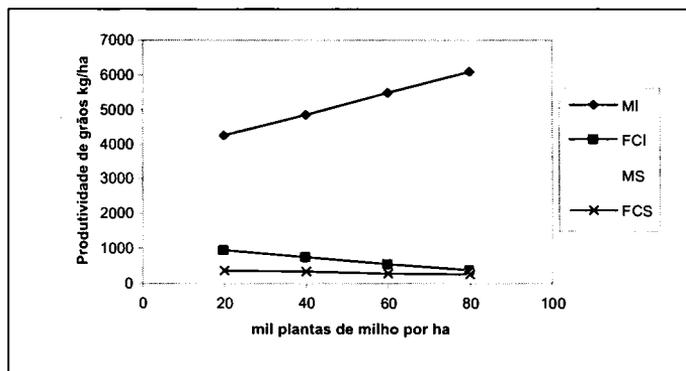


Fig. 1. Produtividade de grãos, no consórcio, de feijão caupi (FC) e milho (M) irrigado (I) e de sequeiro (S) em diferentes densidades de plantas.

Semeadura relativa milho x feijão caupi

Experimentos executados em solos arenosos de baixa fertilidade e em solos de média a alta fertilidade mostraram que o milho teve a produtividade de grãos diminuída quando semeado a partir de quinze dias após a semeadura do feijão caupi. As mais altas produtividades foram observadas em solos de média fertilidade, sendo os melhores resultados obtidos com a semeadura das duas culturas, Fig. 2 e 3, (Cardoso et al., 1981c).

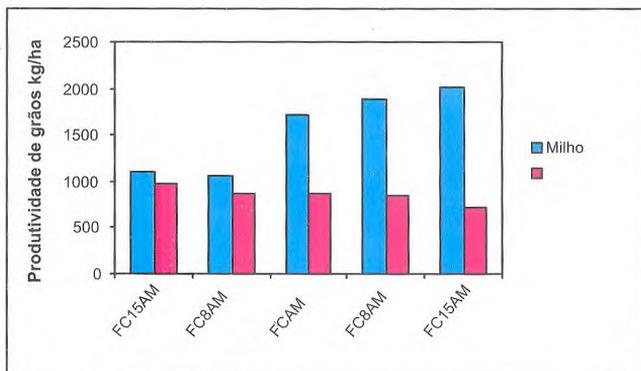


FIG. 2. Produtividade de grãos de milho (M) e feijão caupi (FC) em diferentes épocas de semeadura relativa, em solo arenoso. Francisco Santos, PI.

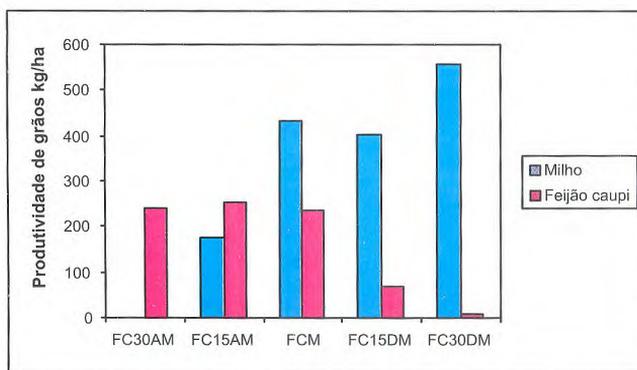


FIG. 3. Produtividade de grãos de milho (M) e feijão caupi (FC) em diferentes épocas de semeadura relativa, em solo de textura média. Picos, PI.

Referências

- BALASUBRAMANIAN, V.; SEKAYANGE, L. Area harverts equivalent ration for measuring efficiency in multipeasen intercropping. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.519-522, 1990.
- CARDOSO, M.J.; ARAÚJO, A .G. de; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V.Q.; **Culturas alternativas para o consórcio com o milho em solos de baixões no Piauí**. Teresina: UEPAE de Teresina, 1981, 3p. (EMBRAPA-EUEPAE de Teresina. Pesquisa Andamento, 9).

- CARDOSO, M.J.; FROTA, A .B.; MELO, F. de B. Avaliação técnico-econômico de efeito residual da adubação verde (AV) em sistema de cultivo (SC). IN: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, Ponta Grossa, 1993. Ponta Grossa: IAPAR/SAA/FBPDP. **Anais...**, 1993. p. 131-140.
- CARDOSO, M.J.; FROTA, A .B.; MELO, F. de B. Avaliação técnico-econômico de efeito residual da adubação verde em sistema de cultivo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.23, n.1/2, p.67-74, 1992.
- CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Comportamento de sistemas de associação milho com feijão macassar. **Ciência Agrônômicas**, Fortaleza, v.18, n.2, p.57-62. 1987.
- FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M.J.; ARAÚJO, A .G. de; SANTOS, A . A . dos; RIBEIRO, V. Q.. Comportamento de cultivares de linhagens de caupi (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) de porte ramador em monocultivo e em consórcio com o milho, no Piauí,. IN: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 1, 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1982, p.167-169 (EMBRAPA-CNPAF.Documento, 4).
- FREIRE FILHO, F.R.; ARAÚJO, A . G. de; CARDOSO, M.J.; Avaliação de consortes para o caupi em solos de chapadas. IN: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 1, GOIÂNIA, 1982. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982, p.246-247. (EMBRAPA-CNPAF. Documento, 4).
- FREIRE FILHO, F.R.; ARAÚJO, A . G. de; CARDOSO, M.J.; FROTA, A . B. Avaliação de consortes para o caupi em solos de chapadas. IN: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 1, GOIÂNIA, 1982. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982, p.251-253. (EMBRAPA-CNPAF. Documento, 4).
- MEAD, R.; WILLEY, R.W. The concept of "land equivalent ration" and advantages in yield from intercropping. **Experimental Agriculture**, v.16, p.217-228, 1980.
- MORADO, L.B; RAO, M. R.. **Conceitos e métodos experimentais em pesquisas com consorciação de culturas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986, 79 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 43)
- OFORI, F.; STERN, W.R. Relative sowing time and density of component crop in maize/cowpea intercrop system. **Experimental Agriculture**, v.23, p.41-52, 1987.

CAPÍTULO VI

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

Milton José Cardoso¹
Cândido Athayde Sobrinho²
João Maria Jafar Berniz³

Introdução

Plantas daninhas podem ser definidas como qualquer espécie vegetal crescendo em local não desejado, e que de alguma forma interfere com as atividades produtivas ensejadas pelo homem.

A eliminação total das plantas daninhas sempre é uma prática desejável, contudo, deve-se avaliar caso a caso a relação custo de controle/benefício obtido. Utilizando-se diversas formas de manejo do ambiente e da lavoura, é possível reduzir a incidência com a obtenção de controle eficiente.

O período crítico de competição das plantas daninhas com o feijão caupi, ou seja, o período durante o qual as perdas econômicas são maiores, ocorre aproximadamente até aos 35 dias após a emergência (Araújo et al. 1984). Se for mantido a lavoura no limpo durante esse período, as espécies que se desenvolvem posteriormente não interferem diretamente na produção do feijão caupi. Entretanto, a presença de plantas daninhas em agricultura de sequeiro, quando submetida a períodos de verânicos pode prejudicar a produção do feijão caupi, principalmente, na fase de formação do grão, em virtude da competição pela já deficiente disponibilidade de água no solo. Além disso, altas taxas de infestação, sobretudo no final do ciclo da cultura, torna a colheita manual dificultada, principalmente, quando as plantas daninhas são de porte alto ou de espécies providas de espinhos ou acúleos (Rodrigues et al., 1989).

¹Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Embrapa Meio-Norte na Área de Fitotecnia e Fitomelhamento.
E-mail: milton@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Embrapa Meio-Norte na Área de Fitossanidade.
E-mail: candido@cpamn.embrapa.br

³Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Embrapa/Sub-Gerência de Ciência e Tecnologia, São Luiz, MA.

Quando da necessidade de eliminação das plantas daninhas de uma determinada área, deve-se, sempre que possível, utilizar o controle integrado, que representa a combinação de dois ou mais métodos, potencializando os efeitos individuais e aumentando a eficiência dessa prática cultural.

O planejamento de controle deve estar bem ajustado às condições locais, especialmente no tocante a disponibilidade de mão-de-obra e de implementos agrícolas, bem como da conveniência econômica obtida através da análise financeira (Gelmini & Roston, 1983).

Existem vários métodos de controle de plantas daninhas, os principais são:

Controle preventivo

O objetivo principal desse método é prevenir a introdução, o estabelecimento e ou, a disseminação de determinadas espécies de plantas daninhas em áreas não infestadas.

Tem importância extrema quando o campo é destinado a produção de sementes. A legislação brasileira de sementes enfoca as espécies proibidas, sendo suficiente a presença de um único propágulo para condenar um lote de semente. Para tanto, foram estabelecidos limites de tolerância para as espécies daninhas toleradas e nocivas (Tabela 1).

Para evitar a contaminação de uma área, certos cuidados são necessários. Entre eles destacam-se: utilizar sementes e adubos de natureza orgânica (estrume, restos de cultura ou composto) livres de propágulos de plantas daninhas proibidas; realizar limpeza completa de máquinas e implementos antes de iniciar as práticas agrícolas; promover permanentemente o controle dessas plantas daninhas próximo a canais de irrigação e margens de carreadores.

TABELA 1. Algumas sementes nocivas, toleradas e proibidas no comércio de sementes de grandes culturas.

Nome científico	Nome vulgar	Limite máximo por amostra
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	Zero
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leitiero, amendoim-bravo	Zero
<i>Oryza sativa</i>	Arroz-preto	Zero
<i>Sorghum halepense</i>	Capim-massambará	Zero
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapacho-de-carneiro	10
<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru, bredo	15
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	10
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada, papuã	10
<i>Senna obtusifolia</i>	Fedegoso	10
<i>Senna occidentalis</i>	Fedegoso	10
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim carrapicho	10
<i>Cyperus esculentum</i>	Tiririca-do-brejo, tiririca amarela	5
<i>Echinochloa crusgalli</i>	Capim-arroz, capituba	10
<i>Echinochloa colonum</i>	Capim-arroz	10
<i>Oryza sativa</i>	Arroz-vermelho	8
<i>Pennisetum setosum</i>	Capim-oferecido	15
<i>Polygonum convolvulus</i>	Cipó-de-veado	10
<i>Rumex crispus</i>	Língua-de-vaca	10
<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua-de-vaca	10
<i>Solanum</i> spp.	Maria-preta, joá, fumo-bravo	15
<i>Xanthium americanum</i>	Carrapichão	15

Fonte: Portaria do Ministério da Agricultura e do Abastecimento Nº 443, de 11.11.1986, citado por Ferreira et. (1998).

Controle cultural

Consiste no aproveitamento das características agrônômicas da cultura comercial com objetivo de levar vantagem sobre as plantas daninhas (Ferreira et al., 1994).

O monocultivo de uma dada espécie por vários anos, como também a utilização contínua de um mesmo princípio ativo (herbicida), numa mesma área facilitam o estabelecimento de certas plantas daninhas tolerantes aos herbicidas, promovendo um efeito negativo adicional sobre a cultura.

Uma prática para amenizar os efeitos da monocultura é a rotação cultural, pois previne o surgimento de altas populações de espécies de plantas daninhas mais adaptáveis às culturas.

A variação do espaçamento entre linhas ou da densidade de plantas na linha pode contribuir para a diminuição da competição das plantas daninhas sobre a cultura (Cardoso et al., 1997a; Cardoso et al., 1997b; Lorenzi, 1994). A combinação espaçamento x variedade visa, principalmente, proporcionar adequada cobertura do solo para diminuir a competição de plantas daninhas com a cultura.

Atrasar o plantio após o preparo do solo favorece o desenvolvimento das plantas daninhas. O ideal é que a última gradagem seja feita imediatamente antes do plantio, pois facilita o controle das plantas daninhas já germinadas, o que favorece o estabelecimento mais rápido da cultura (Melhorança, 1990).

Controle mecânico

Consiste na utilização de práticas de controle de plantas daninhas através do efeito físico-mecânico, como a capina manual e o cultivo mecânico.

A utilização de enxadas e, principalmente, os cultivadores a tração animal são os métodos mais comuns de controle de plantas daninhas em feijão caupi. Esses são, ainda, comuns em muitas lavouras, mormente, no caso dos pequenos produtores que não possuem meios mais eficientes. Entretanto, ressalta-se que a tração animal não controla as plantas daninhas na linha do plantio comercial, e só pode ser utilizada, com eficiência em sistemas de plantio em linha ou em covas bem alinhadas.

Controle químico

É recomendado para grandes áreas, quando justificado, ou em áreas com mão-de-obra escassa. Nesse método são utilizados

herbicidas que podem ser classificados em pré-plantio incorporado (PPI), pré-emergente (PE) e pós-emergente (POS). O produtor deve levar em conta que esse método de controle de plantas daninhas é um complemento de outras práticas de manejo e deve ser utilizado mais com o intuito de reduzir do que para eliminar as necessidades dos métodos de controle manual ou mecânico das plantas daninhas. O importante para uma boa produtividade de grãos de feijão caupi é que o controle das plantas daninhas seja feito na época certa, pois quanto mais tempo a lavoura ficar infestada mais perdas poderá ocorrer por ocasião da colheita.

As condições climáticas apropriadas para uma boa eficiência de herbicida estão na Tabela 2, e na Tabela 3 nomes de alguns produtos recomendados para a cultura do feijão caupi.

TABELA 2. Condições climáticas apropriadas para aplicação de herbicidas.

Tipo de Aplic.	Temperatura °C			Umidade relativa do ar % *		
	Mínima	Ideal	Máxima	Mínima	Ideal	Máxima
PPI	10	20-30	35	50	60-90	95
PRE	10	20-30	35	50	60-90	95
POS	10	20-30	35	50	70-90	95

Fonte: Ferreira et al. (1998)

Obs.: Não aplicar herbicida em pós-emergência em caso de chuva iminente (alguns dos herbicidas de contato ou sistêmico, aplicados em pós-emergência necessitam de até seis horas para serem absorvidos pelas folhas das plantas).

*Em presença de orvalho, não aplicar produtos de contatos. Para herbicidas sistêmico reduzir o volume da calda para 100-150 l.ha⁻¹.

TABELA 3. Principais herbicidas recomendados para o controle de plantas daninhas no feijão caupi.

Nome técnico	Época de aplica.	Plantas daninhas controlada	Dose p.c./ha	Observação
Mertolachlor	PRÉ	Gramíneas anuais	1,5 – 2,5	Usar a dosagem menor em solos arenosos e a maior em solos pesados
Pendimenthalin	PRÉ	Gramíneas anuais	1,5-2,5	
Trifluralin	PPI	Ervas anuais em geral	1,0-1,5	Deve ser incorporado imediatamente após a aplicação. Não é muito eficiente no controle de folha larga
Pendimenthalin + Metobromuron	PRÉ	Ervas anuais em geral	2,0 + 2,0	Devem ser misturados por ocasião da aplicação

Fonte: Araújo et al. (1984).

Pré-plantio incorporado (PPI)

É recomendado para solos infestados com plantas daninhas, principalmente, das famílias das ciperáceas e gramíneas perenes. A profundidade de incorporação bem como o período deve seguir as orientações contidas no rótulo de cada produto.

Pré-emergente (PRÉ)

Inicia-se com o plantio do feijão caupi e termina com o início da fase de emergência dos cotilédones.

Os produtos podem ser aplicados na área total ou na faixa de 30 a 50 cm sobre a linha de plantio.

O poder residual do herbicida deve ser suficiente para manter a lavoura no limpo até o início do florescimento, período considerado crítico, sendo que a aplicação em solo seco sem a garantia de uma chuva ou irrigação, logo após, afeta a eficiência do produto.

Pós-emergente (POS)

Para uma maior eficiência, as plantas daninhas devem estar, preferencialmente, nos estádios iniciais de desenvolvimento pois são mais suscetíveis nessa fase. No rótulo dos produtos, as doses maiores são para dicotiledôneas no estádio de duas a quatro folhas e gramíneas até a emissão do primeiro perfilho e as doses menores, para as dicotiledôneas no estádio de quatro a oito folhas e gramíneas até quatro perfilhos (Lorenzi, 1994). De um modo geral, devem-se observar as recomendações do rótulo. Os pós-emergentes devem ser utilizados quando as plantas de feijão caupi apresentarem bom estado e vigor vegetativo, evitando período de estiagem, hora de calor, excesso de chuvas ou com a cultura em condições vegetativas e fitossanitárias precárias por reduzir a tolerância da cultura ao produto (Rodrigues & Almeida, 1998). Na hora da aplicação, o ar deve estar com umidade relativa de preferência nas condições ideais conforme a Tabela 2.

Referências

ARAÚJO, J.P.P. de; RIOS, G.P.; WATT, E.E.; NEVES, B. P. de; FAGERIA, N.K.; OLIVIERA, I. P. de; GUIMARÃES, C.M.; SILVIERA FILHO, A. **A cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.: descrição e recomendações técnicas de cultivo.** Goiânia:

EMBRAPA-CNPAP, 1984. 82 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 18).

CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.399-405. 1997b.

CARDOSO, M.J.; MELO, F. de B.; FREIRE FILHO, F.R.; FROTA, A.B. Densidades de plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) de portes enramador e moita em regime de sequeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.21, n.2, p.224-227, 1997a.

FERREIRA, F. A. ; SILVA, A. A. da ; COBUCCI, T.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998. p.325-355.

FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F. A.; SILVA, J.,F. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do feijão de outono-inverno. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.353-8, 1994.

GELMINI, G.A. ; ROSTON, A. J. **Controle de plantas na cultura do feijão**. Campinas, CATI, 1983, 22p. (Boletim técnico, 161).

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 336p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.C.S; SIQUEIRA, R.; FIGUEIRADO, P.R.A. Plantio direto e seu controle. In: IAPAR (Londrina, PR). **O feijão no Paraná**. Londrina, 1989. p.167-188 (IAPAR. Circular, 63).

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicida**. 4 ed. Londrina: IAPAR 1998. 648p.

CAPÍTULO VII

IRRIGAÇÃO

Aderson Soares de Andrade Júnior¹
Braz Henrique Nunes Rodrigues²
Edson Alves Bastos³

Introdução

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa rica em proteína, com capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e de se adaptar a diferentes tipos de solos. É um alimento básico para as populações rural e urbana, sendo seu cultivo amplamente distribuído no Piauí e em outros estados do Norte e Nordeste do Brasil (Cardoso et al., 1991). É tradicionalmente cultivado pelos pequenos produtores, em sequeiro, verificando-se, ultimamente, uma expansão de área com a cultura em cultivos comerciais sob condição de irrigação.

Alguns estudos envolvendo irrigação de feijão caupi foram desenvolvidos na região Nordeste (Lima, 1996; Silva & Aragão Júnior, 1996; Gondim et al., 1998; Gomes Filho & Tahin, 1998; Santos et al., 1998; Cordeiro et al., 1998). Entretanto, os resultados obtidos ainda não são conclusivos, pois, em estudos sobre manejo de irrigação, os parâmetros analisados podem ser influenciados pelas cultivares e condições edafoclimáticas. No Estado do Piauí, a Embrapa Meio-Norte tem coordenado um subprojeto visando analisar a influência de níveis de irrigação sobre o crescimento e a produtividade de grãos verdes e secos de feijão caupi.

Nesse capítulo, serão abordados aspectos técnicos relativos aos sistemas de irrigação por aspersão convencional e os fundamentos básicos do manejo da irrigação com o feijão caupi. Também serão enfocados os efeitos da irrigação sobre a produção e seus componentes e à viabilidade econômica da irrigação da cultura.

Sistemas de irrigação

Nas áreas irrigadas de feijão caupi, no Nordeste, o suprimento hídrico necessário para um adequado desenvolvimento e produção dessa leguminosa é, na sua maioria, efetuado por sistemas de aspersão convencional. Aspectos técnicos deste sistema como: a dis-

¹Eng. Agr., Doutorando ESALQ/USP. Embrapa Meio-Norte
E-mail: asandrad@carpa.ciagri.usp.br

²Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Área de Irrigação e Drenagem. Embrapa Meio-Norte

³Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Área de Irrigação e Drenagem/Fitotecnia. Embrapa Meio-Norte

posição das linhas laterais e dos aspersores no campo e a uniformidade de aplicação de água, serão abordados a seguir.

▪ Características gerais dos sistemas de irrigação por aspersão convencional

A irrigação por aspersão é um método de aplicação de água às plantas em forma de uma chuva artificial, a qual é proporcionada pela passagem da água, sob pressão, em dispositivos especiais denominados aspersores.

Os sistemas de aspersão convencionais são constituídos, em geral, por aspersores de baixa e média pressão (20 a 40 m.c.a), com espaçamentos compreendidos entre 6 e 36 metros, instalados sobre tubos dotados de uniões e engates rápidos. São os mais empregados, e os mais adequados para diferentes culturas, solos e topografias. Além disso, quando portáteis ou semiportáteis, exigem os menores custos de implantação e permitem maior flexibilidade de manejo. São classificados, segundo a forma de instalação e manejo das tubulações e aspersores, em *portáteis*, *semiportáteis* e *fixos* (Gomes, 1994):

- **Sistemas Portáteis:** São aqueles cujas tubulações de distribuição (linhas principais secundárias) e linhas laterais com seus aspersores são instaladas sobre o terreno, sendo transportadas para as várias posições dentro da área (Fig. 1). O tempo para deslocamento das linhas laterais, de uma posição para outra, pode variar dependendo dos comprimentos das linhas. As mudanças das linhas laterais tornam-se mais difíceis quando a cultura possui porte elevado e o terreno é argiloso.

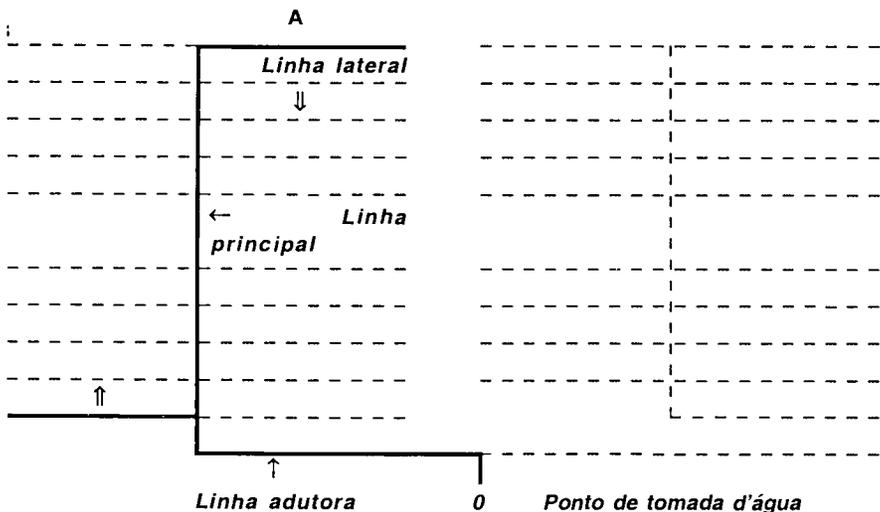


FIG. 1. Sistema de aspersão convencional portátil.

• **Sistemas Semiportáteis** : São considerados uma variação dos sistemas portáteis. Nesses, as tubulações de distribuição são fixas e as linhas laterais, com seus aspersores, são transportáveis (Fig. 2). Geralmente, as tubulações de distribuição (linhas principais e secundárias) são enterradas no solo. Os sistemas portáteis e os semiportáteis requerem menor custo de investimento. No entanto, necessitam de maior quantidade de mão-de-obra para serem manejados. Para contornar essa limitação, é aconselhável o uso de linhas laterais de espera.

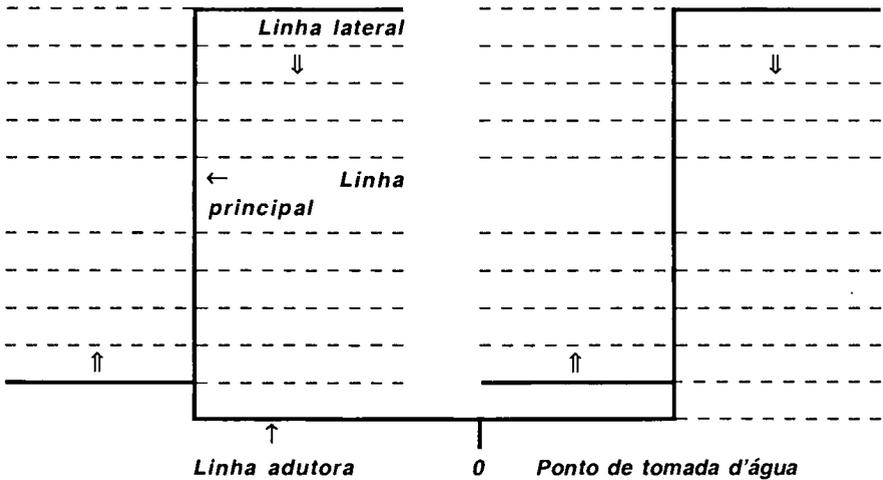


FIG. 2. Sistema de aspersão semiportátil.

• **Sistemas Fixos ou Permanentes**: São aqueles cujas tubulações de distribuição e as linhas laterais cobrem toda a superfície da parcela a ser irrigada (Fig. 3). As tubulações de distribuição e as linhas laterais podem ser enterradas, no caso de uma irrigação permanente, ou dispostas sobre a superfície do solo, no caso de uma irrigação temporária. Apresentam vantagens quando os deslocamentos manuais das linhas laterais podem prejudicar o desenvolvimento de algumas culturas, ou quando o custo do sistema portátil (ou semiportátil) adicionado ao custo da mão-de-obra necessária para o manejo da irrigação for superior ao custo de aquisição do sistema fixo. Além disso, os sistemas fixos com as tubulações enterradas possuem uma vida útil maior do que os sistemas com as tubulações portáteis.

Como alternativa para amenizar o elevado custo em sistemas fixos, pode-se utilizar uma variação desse sistema, onde os tubos de subida com os aspersores são acoplados às linhas laterais por meio de válvulas automáticas, sem ocorrer a necessidade de interromper a circulação de água no sistema. Nesse caso, a área é irrigada por faixas paralelas à linha de distribuição do sistema (linha principal ou linha de derivação). Essa opção é mais racional pois as linhas laterais são dimensionadas com diâmetros pequenos e/ou com maiores comprimentos, já que transportam vazões menores do que as que seriam necessárias para o abastecimento de diversos aspersores por linha.

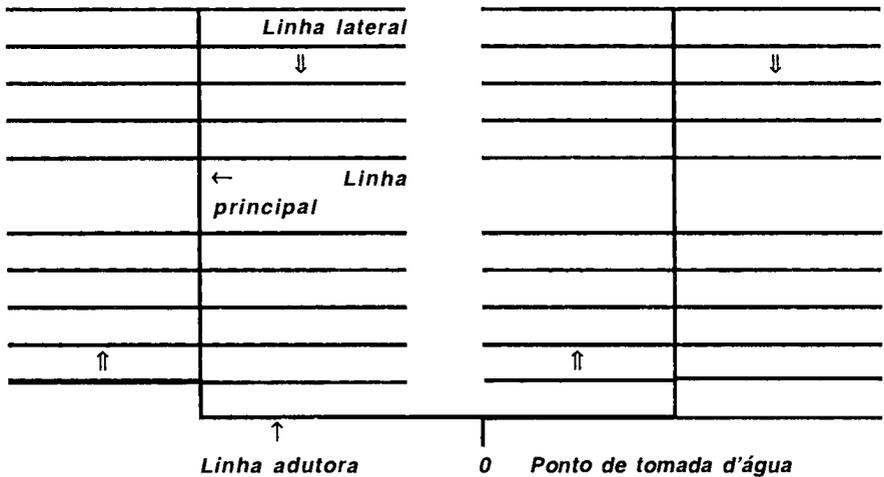


FIG. 3. Sistema de aspersão convencional fixo.

▪ **Distribuição dos aspersores nos sistemas convencionais**

Os aspersores operando individualmente, com uma pressão adequada e sem interferência de ventos, apresentam um perfil de distribuição de água onde a precipitação é decrescente no sentido do eixo do aspersor em relação à periferia da área molhada. Por isso, para se conseguir uma boa uniformidade de irrigação é de fundamental importância que ocorra uma adequada superposição das áreas molhadas pelos aspersores (Fig. 4).

Segundo Gomes (1994), os aspersores são dispostos de três formas distintas sobre as linhas laterais (Fig. 5):

- **Disposição quadrada:** os aspersores ocupam os vértices de um quadrado, sendo iguais as distâncias entre as linhas laterais e entre os aspersores ao longo da linha lateral.

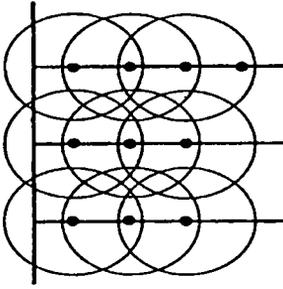


FIG. 4. Superposição de áreas por aspersores espaçados $S_1 \times S_2$.

Fonte: Gomes (1994)

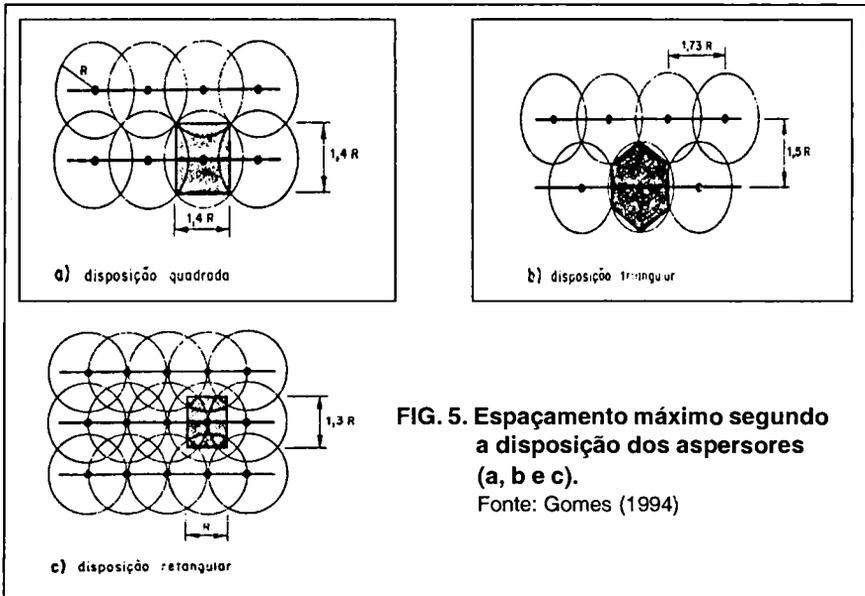


FIG. 5. Espaçamento máximo segundo a disposição dos aspersores (a, b e c).

Fonte: Gomes (1994)

• **Disposição triangular:** os aspersores ocupam os vértices de triângulos equiláteros. Não é muito utilizada nos sistemas portáteis devido às dificuldades para os deslocamentos das linhas laterais.

• **Disposição retangular:** os aspersores ocupam os vértices de um retângulo, sendo que a distância maior corresponde ao espaçamento entre as linhas laterais e a menor ao espaçamento entre os aspersores ao longo da linha lateral. Nos sistemas fixos, essa disposição visa reduzir o número ou a quantidade de tubulações dentro da área, enquanto que nos sistemas portáteis, objetiva reduzir o número de posições das linhas laterais.

Levando-se em consideração apenas o aspecto econômico, seria mais conveniente que os espaçamentos entre as linhas laterais e os aspersores fossem os maiores possíveis, de forma a reduzir o número de tubulações, de aspersores e de peças de conexão no sistema de irrigação. Entretanto, a utilização de espaçamentos maiores reduzem a uniformidade de distribuição de água sobre o solo. Na Tabela 1, são apresentados valores das distâncias máximas recomendadas entre aspersores e entre as linhas laterais para melhorar a uniformidade de distribuição de água nos aspersores.

TABELA 1. Distâncias máximas recomendadas entre aspersores e linhas laterais conforme sua disposição no campo.

Disposição dos Aspersores	Distância entre aspersores (m)	Distância entre linhas laterais (m)
<i>Quadrada</i>	$\sqrt{2} R$	$\sqrt{2} R$
<i>Triangular</i>	$\sqrt{3} R$	1,5 R
<i>Retangular</i>	R	1,3 R

Fonte: Lozano* citado por Gomes (1994); R = raio de alcance do aspersor.

Qual seria a melhor disposição dos aspersores no campo ? Com base na comparação entre a superfície unitária teórica, que expressa a razão entre a superfície molhada em função da disposição dos aspersores (S_t) e a superfície molhada por cada aspersor individualmente ($S_m = \pi R^2$), tem-se que:

a) *Disposição quadrada*: $\frac{S_t}{S_m} = \frac{2R^2}{\pi R^2} \cong 64 \%$

b) *Disposição triangular*: $\frac{S_t}{S_m} = \frac{1,5R^2\sqrt{3}}{\pi R^2} \cong 83 \%$

c) *Disposição retangular*: $\frac{S_t}{S_m} = \frac{1,3R^2}{\pi R^2} \cong 41 \%$

*LOZANO, F.G. Normas y instrucciones sobre el riego por aspersión. INIA, 1965.

Verifica-se que, a disposição triangular é melhor do que a disposição em quadrado, e esta por sua vez é melhor do que a disposição em retângulo. Além disso, devido às suas simetrias geométricas as disposições em triângulo e em quadrado são mais favoráveis em termos de uniformidade de irrigação do que a disposição em retângulo.

Em áreas com ventos moderados a fortes, para se manter uma uniformidade de irrigação adequada, recomenda-se:

- reduzir o espaçamento entre aspersores e entre linhas laterais, conforme sugerido na Tabela 2;
- evitar o uso de aspersores com alto grau de pulverização e que lancem o jato de água a grandes alturas;
- posicionar as linhas laterais na direção perpendicular à direção dominante do vento;
- irrigar à noite quando, em geral, a velocidade do vento é menor.

TABELA 2. Distâncias máximas recomendadas entre aspersores e linhas laterais segundo a velocidade do vento.

Velocidade do vento (km/h)	Distância entre aspersores (m)	Distância entre linhas laterais (m)
8 – 11	0,8 R	1,3 R
11 – 16	0,8 R	1,2 R
> 16	0,6 R	R

Fonte: Garcia⁵ citado por Gomes (1994)

Sempre que possível, devem-se utilizar sistemas de irrigação com aspersores de baixa (20 m.c.a) e média (20 a 40 m.c.a) pressão, associados a espaçamentos pequenos entre aspersores e entre as linhas laterais (12 m x 12 m, 12 m x 18 m e 18 m x 18 m). Isso proporciona uma boa uniformidade de distribuição de água, com pequenas pressões de operação para os aspersores, o que reduz o requerimento de energia para o sistema. Entretanto, essa recomendação origina um maior custo de investimento com o equipamento e exige maior quantidade de mão-de-obra para o manejo das linhas laterais. Apesar disso, esta opção pode ser compensatória já que a melhoria da qualidade da irrigação proporciona a obtenção de maiores produtividades.

⁵GARCIA, J. L. Riego por aspersion. Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX/MOPU. 1989.

▪ Uniformidade da irrigação por aspersão

A uniformidade da irrigação por aspersão expressa um índice que define a qualidade da irrigação com interferência direta no rendimento das culturas. Refere-se à igualdade de distribuição da precipitação dos aspersores sobre o solo. Se a uniformidade da irrigação é baixa significa que algumas áreas recebem menos água e outras mais água que a quantidade necessária, causando prejuízos para o desenvolvimento normal das plantas e acarretando encharcamentos, erosão, perdas de água por percolação e lavagem de nutrientes.

As principais variáveis que influenciam na determinação do grau de uniformidade da precipitação são a pressão de operação, os diâmetros dos bocais dos aspersores, o espaçamento entre os aspersores e a velocidade do vento (Gomes, 1994). Na Fig. 6, pode ser observado o efeito do espaçamento entre aspersores e da velocidade do vento sobre a uniformidade da distribuição de água dos aspersores.

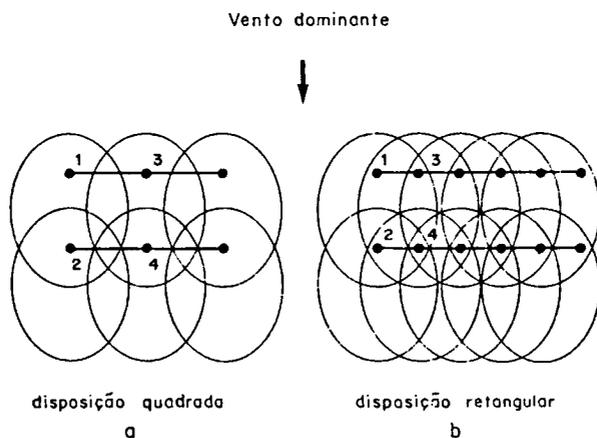


FIG. 6. Formas das áreas molhadas pelos aspersores em disposição quadrada e retangular sujeitas a ventos dominantes.

Fonte: Gomes (1994)

O grau da uniformidade da distribuição de água é avaliado por diversos métodos. Dentre eles, o mais conhecido e utilizado é o método proposto por Christiansen (1942). Por esse método, o coeficiente de uniformidade (CUC) é obtido em ensaios de campo, distribuindo-se pluviômetros em espaçamentos iguais dentro da área atendida pelos aspersores (Fig. 7). Recomenda-se que cada ensaio

tenha a duração de pelo menos metade do tempo previsto para a aplicação da lâmina de irrigação no campo.

O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) é obtido pela seguinte expressão:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right) \quad (1)$$

Em que:

X_i = precipitação coletada no i-ésimo pluviômetro

\bar{X} = precipitação média dos pluviômetros

n = número de pluviômetros

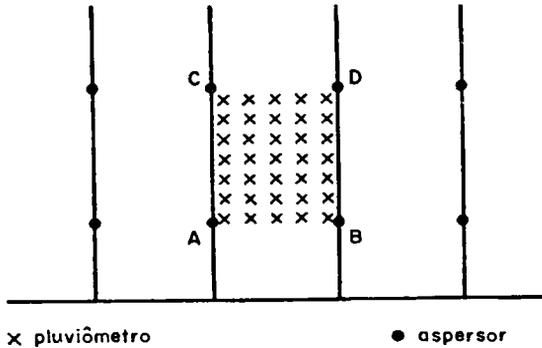


FIG. 7. Disposição dos coletores para a obtenção do grau de uniformidade da irrigação por aspersão convencional.

Fonte: Gomes (1994)

Segundo Frizzone (1992), de uma maneira geral, em sistemas de irrigação por aspersão convencional é aceitável, no mínimo, um valor de CUC de 80%. Admite-se valores menores do que 80% se a precipitação pluvial apresentar um valor significativo durante a estação de cultivo (Frizzone, 1992; Gomes, 1994).

Por outro lado, existem estudos de determinação do CUC abaixo da superfície do solo. Rezende & Freitas (1996), analisando a influência do espaçamento entre aspersores sobre a distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo em um sistema de irrigação por aspersão convencional, verificaram que os valores de CUC determinados abaixo da superfície do solo (95,44% e 92,5%) foram

superiores aos determinados acima da superfície do solo (88,23% e 74,83%) para os espaçamentos de 12 x 12 e 18 x 18 m, respectivamente. Verifica-se, portanto, que a exigência de um CUC mínimo de 80 %, obtido nos ensaios de campo convencionais, é questionável em função da redistribuição da água no solo.

Coelho et al. (1992) trabalhando em condições climáticas dos tabuleiros litorâneos do Nordeste, concluíram que o espaçamento 12 x 12 m para os bocais 4,5 x 5,5 mm e 5,0 x 6,5 mm foi o que apresentou maiores valores de uniformidade (acima de 75%), associado aos valores mais adequados de intensidade de precipitação para valores de velocidade do vento de até 21,6 km/h. O espaçamento 18 x 18 m para os bocais 6,0 x 8,5 mm foi o mais adequado para as mesmas condições de velocidades do vento.

Manejo da irrigação

É de fundamental importância efetuar-se um manejo racional da irrigação, com a finalidade de obter-se a máxima produção por unidade de água aplicada. Um manejo eficiente da água de irrigação pressupõe controlar a variação do teor de água no solo durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, de tal forma a determinar o momento da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada.

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. O primeiro é pouco criterioso e os dois últimos são mais eficientes e racionais, além de relativamente práticos (Marouelli et al., 1994).

▪ Método do balanço de água no solo

Esse método consiste em realizar um balanço diário da água disponível no solo levando-se em consideração a precipitação pluviométrica local e a evapotranspiração da cultura. Por esse método, a irrigação deve ser realizada a todo momento em que a disponibilidade de água no solo estiver reduzida a um valor mínimo que não prejudique o desempenho da cultura, obedecendo a seguinte relação (Marouelli et al., 1986; Andrade Júnior, 1992):

$$\sum_{i=1}^n (ETc_i - Pe_i) \geq LRD \quad (2)$$

Em que:

- n = número de dias entre duas irrigações consecutivas
- ETc = evapotranspiração da cultura (mm/dia)
- Pe = precipitação efetiva (mm/dia)
- LRD = lâmina de água real disponível no solo (mm)

A evapotranspiração da cultura (ETc) é estimada pelo método do tanque Classe A, que permite o seu cálculo diário e possibilita a obtenção de resultados satisfatórios, utilizando-se a seguinte expressão:

$$ETc = ECA \times Kp \times Kc \quad (3)$$

Em que:

- ETc = evapotranspiração da cultura (mm)
- ECA = evaporação diária do Tanque Classe A (mm)
- Kp = coeficiente do tanque (adimensional)
- Kc = coeficiente de cultura (adimensional)

O coeficiente do tanque Classe A (Kp) é utilizado para efetuar um ajuste das leituras da evaporação devido à absorção da radiação pelas paredes do tanque e à reflexão da radiação solar da superfície com água. Esse coeficiente depende da velocidade do vento, da umidade relativa do ar e das condições de exposição do tanque em relação ao meio circundante. É um valor tabelado e facilmente encontrado na literatura (Bernardo, 1989; Doorenbos & Pruitt, 1997).

O coeficiente de cultura (Kc) é um índice que representa a necessidade hídrica da planta, sendo variável ao longo de seu ciclo de desenvolvimento. É obtido pela relação entre a evapotranspiração máxima da cultura (ETM) e a evapotranspiração de referência (ETo). É preferível que se utilize coeficientes determinados experimentalmente para cada região.

Para o manejo da irrigação do feijão caupi nas áreas experimentais da Embrapa Meio-Norte, nos Municípios de Parnaíba e Teresina, tem-se utilizado os coeficientes de cultura (Kc) apresentados na Tabela 3, com a obtenção de elevada produtividade de grãos. Os valores de Kc utilizados em Teresina foram ajustados a partir dos valores de Kc's sugeridos na literatura para a cultura de feijão comum. Em Parnaíba, os mesmos foram determinados para uma cultura de feijão caupi, em condições de campo, por Andrade et al. (1993).

TABELA 3. Valores de coeficiente de cultivo para o feijão caupi, em diferentes fases do ciclo, utilizados nas áreas experimentais da Embrapa Meio-Norte, nos Municípios de Teresina e Parnaíba (PI).

Fases do ciclo (dias)	Teresina ^a	Parnaíba ^a
0 – 15	0,5	0,7
16 – 44	0,8	0,75 - 1,12
45 – 57	1,05	1,12 - 0,80
58 – 65	0,75	0,7
<i>Lâmina de irrigação (mm)</i>	430,9	415,8
<i>Produtividade (kg/ha)</i>	2.220	2.130

^a A cultura foi irrigada após as duas primeiras colheitas proporcionando uma 3ª colheita.

A lâmina de água real disponível no solo (LRD) é calculada utilizando-se a equação apresentada a seguir. Nesta equação, a umidade de irrigação (UI) deve ser estimada com base na tensão de água no solo recomendada para a cultura de interesse e na curva de retenção de água no solo (Fig. 8). Essa curva pode ser determinada em laboratório, utilizando-se extratores de membrana (Klar, 1991).

$$LRD = \frac{CC - UI}{10} \times Da \times Z \quad (4)$$

Em que:

CC = umidade correspondente à capacidade de campo (% em peso seco)

UI = umidade de irrigação (% em peso seco)

Da = densidade do solo (g/cm³)

Z = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (cm)

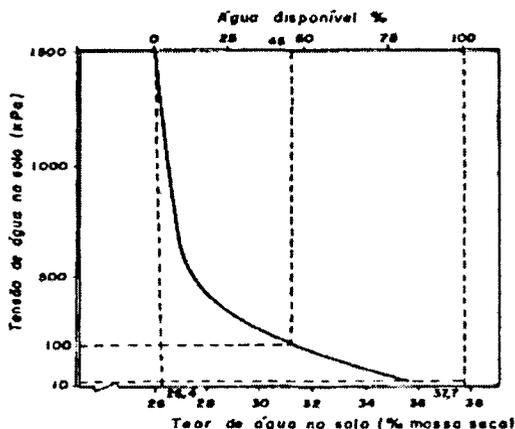


FIG. 8. Curva característica de água no solo.

Fonte: Marouelli et al. (1994)

Segundo Dourado-Neto & Fancelli (1999), para se ter maior representatividade da curva de retenção, os seguintes valores de tensão devem ser contemplados: 0,5 kPa, 1 kPa, 2 kPa (para maior detalhamento da faixa úmida do solo, visando um melhor ajuste na análise de regressão); 6 kPa, 10 kPa, 30 kPa (um dos critérios para definir a “capacidade de campo”), 80 kPa (limite prático para funcionamento do tensiômetro) e 1.500 kPa (critério usual para definição do “ponto de murchamento permanente”). Genuchten (1980) propôs uma equação para o ajuste da curva de retenção de forma a possibilitar a determinação da umidade correspondente à qualquer tensão.

Em relação à profundidade do sistema radicular, Silveira & Stone (1994) comentam que, a quase totalidade das raízes do feijoeiro está compreendida em uma camada de solo de 0 a 30 cm de profundidade. No manejo da irrigação em experimentos com feijão caupi, em Teresina, tem-se adotado uma profundidade efetiva de raízes de 20 cm, sem que a cultura tenha apresentado problemas de déficit hídrico. Da mesma forma, para as condições de solo arenoso dos Tabuleiros Costeiros de Parnaíba, Nogueira & Nogueira (1995) observaram uma concentração de aproximadamente 80% das raízes de feijão caupi nos primeiros 20 cm de profundidade do solo.

Recomenda-se efetuar um monitoramento do teor de água no solo durante o desenvolvimento da cultura, coletando-se amostras de solo representativas da área irrigada e utilizando-se o método gravimétrico direto para, então, definir-se com maior precisão o

momento da irrigação, a partir da aferição da umidade de irrigação (UI). O método padrão da estufa, entretanto, apresenta uma limitação para o monitoramento da umidade do solo para fins de irrigação pois requer um tempo de secagem longo (48 horas). Como alternativa, Andrade Júnior et al. (1996) recomendam a utilização do forno microondas, que possibilita a determinação do conteúdo de água em amostras de solo em um tempo máximo de 25 minutos (Fig. 9).

O teor de água no solo também pode ser monitorado por outros instrumentos como a sonda de nêutrons e TDR. Estes equipamentos, no entanto, são de elevado custo, exige uma rigorosa calibração e cuidados em sua manipulação, restringindo seu uso apenas em áreas de pesquisa.

Ao se definir o momento da irrigação, a quantidade de água a ser aplicada é obtida pelo somatório da diferença entre a evapotranspiração e a precipitação efetiva ocorrida desde a última irrigação (Tabela 4). Para as condições climáticas do Estado do Piauí, onde praticamente não chove durante a estação seca, a precipitação efetiva pode ser desprezada do balanço. No entanto, esse procedimento não se aplica quando é necessário efetuar-se irrigação suplementar durante a estação chuvosa.

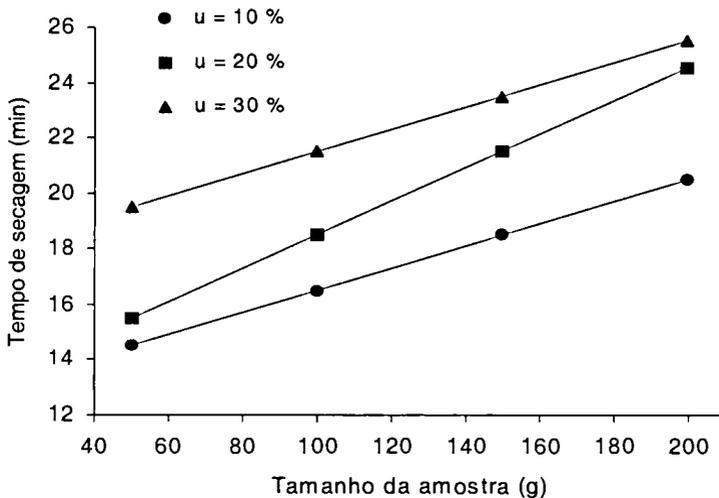


FIG. 9. Tempo de secagem em forno microondas de amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo.

TABELA 4. Manejo da irrigação pelo método do balanço de água no solo.

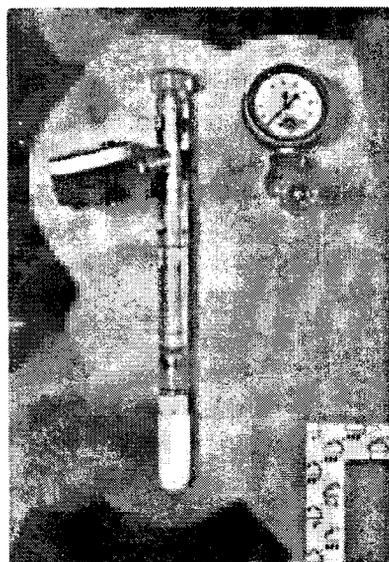
Data	ECA (mm/dia)	Kp	Kc	ETc (mm/dia)	Pe (mm/dia)	$\Sigma(ETc - Pe)$ (mm)	Irrigação (?)	IRN (mm)
5,7	0,60	1,05	3,25	0,0	23,50	Sim	23,50	
05.10	8,5	0,60	1,05	5,35	0,0	5,35	Não	-
06.10	9,3	0,60	1,05	5,30	0,0	10,65	Não	-
07.10	8,5	0,60	1,05	5,35	0,0	16,00	Não	-
08.10	8,9	0,60	1,05	5,07	0,0	21,07	Não	-
09.10	10,0	0,60	1,05	6,30	0,0	27,37	Sim	27,37
10.10	8,5	0,60	1,05	5,35	0,0	5,35	Não	-
11.10	8,4	0,60	1,05	4,79	0,0	10,14	Não	-
12.10	8,0	0,60	1,05	5,04	0,0	15,18	Não	-
13.10	6,0	0,60	1,05	4,09	0,0	19,27	Não	-
14.10	7,0	0,60	1,05	4,41	0,0	23,68	Sim	23,68

Irigar quando $\Sigma(ETc - Pe) \geq 22,27$ mm

▪ Método da tensão de água no solo

O manejo da irrigação, baseado na tensão de água no solo, constitui-se em um dos métodos mais indicados por causa s possibilidades que oferece de extrapolação de dados, pela estreita relação que demonstra com os índices de produtividade e pela fácil disponibilidade no comércio de instrumentos para registro da tensão de água no solo (Silva et al., 1998).

Por este método, a irrigação é realizada quando a tensão de água no solo atingir um valor máximo que não prejudique o desenvolvimento e a produção da cultura. O controle da tensão é geralmente efetuado com o auxílio de tensiômetros com vacuômetro metálico ou com vacuômetro de mercúrio (Fig. 10), para valores de tensão de até -70 kPa.



O tensiômetro é um aparelho constituído de uma cápsula de cerâmica porosa, ligada por um tubo de PVC a um manômetro metálico ou de mercúrio, onde é efetuada a leitura da tensão de água no solo.

Quando se utiliza o tensiômetro com vacuômetro metálico, a leitura do valor da tensão é realizada diretamente no vacuômetro. Quando se utiliza o tensiômetro de mercúrio, o valor da tensão de água no solo é calculada pela seguinte equação:

$$T_s = \frac{12,6H - h_1 - h_2}{10,2}$$

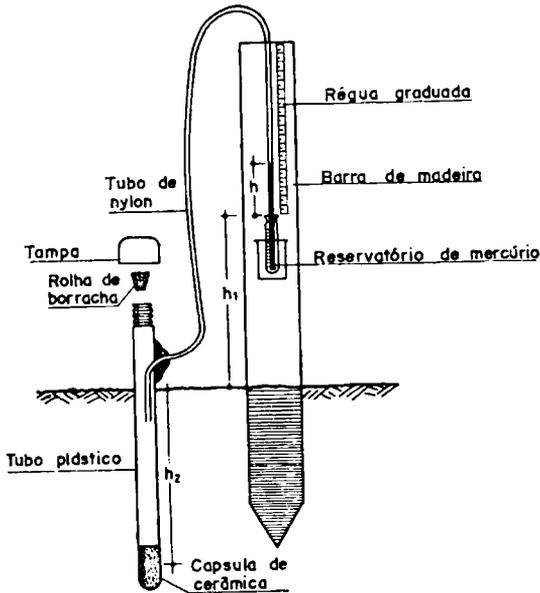
Onde:

T_s = tensão de água no solo (kPa)

H = leitura da coluna de mercúrio (cm)

h_1 = altura do nível de mercúrio na cuba em relação ao solo (cm)

h_2 = profundidade de instalação do tensiômetro (cm)



(A)

(B)

FIG. 10. Tensiômetro com vacuômetro metálico (A) e de mercúrio (B).

Fonte: Marouelli et al., 1994 e Faria & Costa (1987)

Os tensiômetros devem ser instalados após a emergência das plantas e depois de três a quatro irrigações, quando o solo se encontra com umidade suficiente para funcionamento do aparelho. Devem estar situados nas fileiras das plantas em duas profundidades, uma a 15 e outra a 30 cm, lado a lado. A leitura do tensiômetro a 15 cm, chamado de tensiômetro de decisão, representa a tensão média de um perfil de solo de 0 a 30 cm de espessura, onde se concentra a totalidade das raízes do feijoeiro, indicando o momento da irrigação. Por sua vez, o tensiômetro a 30 cm, denominado tensiômetro de controle, verifica se a irrigação está sendo bem executada, podendo detectar a falta ou excesso de água no solo (Fig. 11).

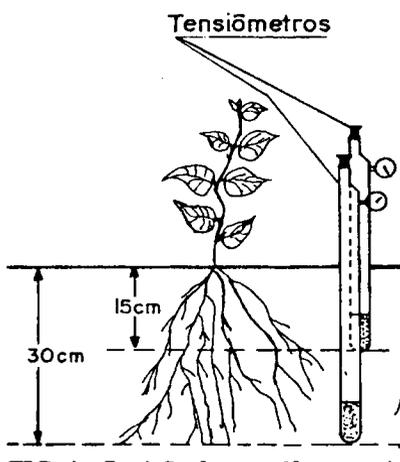


FIG. 11. Posição dos tensiômetros junto às plantas e profundidades de instalação.

Fonte: Silveira & Stone (1994)

Para o feijão caupi, esse limite de tensão pode variar de acordo com a produtividade a ser alcançada. No Estado do Ceará, Bezerra & Saunders (1992) verificaram que o rendimento médio de grãos diminuiu significativamente ($P < 0,05$) quando o potencial matricial do solo passou de -40 kPa (1.503,74 kg/ha) para -70 kPa (583,18 kg/ha).

Para a obtenção de produtividade de grãos acima de 2.000 kg/ha, recomenda-se promover a irrigação toda vez que a média das leituras dos tensiômetros de decisão, alcançar a faixa de -10 a -20 kPa. Esses valores correspondem a uma leitura da coluna de mercúrio de 12 cm a 20 cm, para um tensiômetro instalado com $h_1 = 30$ cm e $h_2 = 15$ cm (equação 5).

Determinado o momento da irrigação, a lâmina de água a ser aplicada no solo é calculada pela equação abaixo:

$$\text{LRN} = \frac{\text{CC} - \text{UI}}{10} \times \text{Da} \times \text{Z} \quad (6)$$

Em que:

LRN = lâmina de água real necessária (mm)

CC = umidade correspondente à capacidade de campo (% em peso seco)

UI = umidade de irrigação (% em peso seco)

Da = densidade aparente do solo (g/cm^3)

Z = profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (cm)

A lâmina de água real necessária (LRN) é igual à lâmina real disponível (LRD), equação 4, mas são utilizadas de formas distintas. Enquanto, no método da tensão de água no solo, a LRN significa a própria quantidade de água a ser aplicada, no método do balanço de água no solo, funciona apenas como parâmetro de referência para indicar o momento de reiniciar a irrigação.

A determinação da UI é realizada com o emprego da curva de retenção do solo, conforme descrito no item 3.1. É importante que se efetue periodicamente o monitoramento do teor de água no solo durante o desenvolvimento da cultura, verificando-se, assim, se os tensiômetros estão funcionando a contento.

Recomendações quanto aos testes prévios a serem efetuados com os tensiômetros, bem como os procedimentos para instalação no campo, operação e manutenção dos aparelhos, podem ser encontrados em outros trabalhos (Faria & Costa, 1987; Silveira & Stone, 1994; Marouelli et al., 1994).

Produção de feijão caupi sob irrigação

Na cultura do feijão caupi, os níveis de produtividade em cultivos irrigados estão aquém dos que poderiam ser realmente obtidos, devido ao manejo inadequado da irrigação durante as fases vegetativa e reprodutiva da cultura. Em área experimental da Embrapa Meio-Norte, foram avaliados os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade de grãos verdes e secos e os componentes de produção em cultivares de feijão caupi.

Os experimentos foram executados nos Municípios de Parnaíba e Teresina, em solos classificados como Areia Quartzosa

e Aluvial Eutrófico, respectivamente. As lâminas de irrigação foram aplicadas, utilizando-se um sistema de irrigação por aspersão convencional, montado no campo segundo o sistema de “aspersão em linha”. Utilizaram-se duas variedades de feijão caupi (BR-14 Mulato e BR-10 Piauí) para a colheita de vagens verdes e duas cultivares (BR-14 Mulato e BR-17 Gurguéia) para a colheita de grãos secos. As lâminas de irrigação aplicadas foram calculadas com base na evaporação diária do Tanque Classe A e pelos coeficientes de tanque (K_p) e de cultura (K_c). O controle da irrigação foi realizado com o auxílio de tensiômetros de vacuômetro metálico, instalados a 15 e 30 cm de profundidade, em Parnaíba, e a 20 e 40 cm de profundidade, em Teresina. O monitoramento da variação do teor de água no solo, nas profundidades de 0 a 25 cm e 25 a 50 cm, foi realizado, utilizando-se uma sonda de nêutrons.

Os valores referentes às médias de produtividade de vagens verdes (PVV) e secas (PVS), do número de vagens por planta (NVP), do número de grãos por vagem (NGV), do comprimento de vagem (CV), do peso de cem grãos (PCG), da produtividade de grãos verdes (PGV) e secos (PGS) e da eficiência do uso de água (EUA) das cultivares de caupi BR 10 Piauí, BR 17 Gurguéia e BR 14 Mulato em função das lâminas de irrigação aplicadas nos ensaios conduzidos no ano de 1997, em Parnaíba e Teresina, serão apresentados nos tópicos a seguir.

▪ **Produção de vagens verdes**

A produção de vagens verdes e dos demais componentes de produção foi obtida com a aplicação de quatro diferentes lâminas de irrigação, sendo 392,1 mm; 335,9 mm; 207,4 mm e 113,8 mm, no experimento conduzido em Parnaíba e de 455,6 mm; 410,3 mm; 193,4 mm e 95,8 mm, em Teresina (Tabela 5). A diferenciação das lâminas aplicadas é inerente ao sistema “aspersão em linha”. Com os resultados obtidos, procedeu-se uma análise de regressão para identificar a lâmina de irrigação que proporciona as maiores produções.

Com base nessa análise e considerando a média de produção das duas cultivares, em Parnaíba, os maiores valores de PVV (6.578,9 kg/ha), PGV (4.272,5 kg/ha), NGV (13,4) e CV (18,1 cm), foram alcançados com a aplicação da lâmina de 392,1 mm. No entanto, a maior eficiência do uso de água (11,5 kg/ha/mm) foi obtida com a aplicação da lâmina de irrigação correspondente a 307,5 mm. A decisão de se trabalhar com a lâmina mais eficiente

ou com aquela que maximiza a produção dependerá do preço de venda do produto e dos custos de produção vigentes no mercado, devendo-se optar, evidentemente, por aquela que proporcione os maiores lucros.

O NVP foi o único componente de produção que apresentou efeito da interação cultivar versus lâmina de irrigação. Em Parnaíba, os maiores valores desse componente foram 19,9 e 21,5 para as cultivares BR 10 Piauí e BR 14 Mulato, respectivamente, tendo, ambos, sido obtidos com a maior lâmina (392,1 mm).

Em relação ao município de Teresina, constatou-se que a maior produtividade de vagens verdes (3.658,6 kg/ha), de grãos verdes (1.854,7 kg/ha) e do número de vagens por planta (11,4), para a cv. BR 10 Piauí foi obtida com a lâmina de 455,6 mm. Por outro lado, para a cv. BR 14 Mulato, os valores máximos do PVV (4.713,6 kg/ha), do PGV (2.449,7 kg/ha) e do NVP (14,9) foram alcançados com as lâminas de 303,4, 321,3 e 320,3 mm, respectivamente. Esses resultados evidenciaram que essa cultivar foi mais eficiente no uso da água, nas condições de solo e clima de Teresina, devendo, portanto, ser recomendada quando o objetivo for produção de vagens verdes.

Cabe destacar que os valores de lâminas de irrigação, apresentados no presente trabalho, são resultados de um gradiente de variação decrescente a partir da linha central de aspersores, característica do sistema de aspersão em linha. Isso proporcionou variações no conteúdo (q) e no potencial matricial de água no solo (Y), principalmente na camada de 0 a 25 cm, onde se concentra a maior parte das raízes (Tabela 5).

Em Parnaíba, os valores de q e de Y variaram de 12,9 % a 5,9 % e de -6,7 kPa a -36,5 kPa, respectivamente. Esses valores estão coerentes, em se tratando de um solo de tabuleiros costeiros do Piauí, cuja umidade à capacidade de campo se encontra aproximadamente a um Y igual a -6 kPa. Por outro lado, em Teresina, observou-se que, na camada de 0 a 25 cm, os valores de q e de Y variaram de 15,7 % a 7,3 % e de -45,0 kPa a -261,0 kPa (Tabela 5). Essas diferenças podem ser explicadas pelas diferentes características físico-hídricas dos dois solos estudados. O solo Aluvial Eutrófico, de Teresina, por possuir um maior teor de argila e silte, apresenta uma maior capacidade de retenção de água e, dessa forma, suporta aplicações de água em quantidades maiores, quando comparado ao solo de Parnaíba (Areia Quartzosa). Isso demonstra a importância de se determinar as características físicas do solo, antes de se estabelecer um cultivo irrigado.

TABELA 5. Teor de água à base de volume (θ) e potencial matricial (Ψ) em função das lâminas de irrigação aplicadas visando a produção de vagens verdes. Teresina e Parnaíba, PI, 1997.

Município (solo)	Tratamento	Lâmina (mm)	θ (%) 0 – 25	Ψ (- kPa) 0 – 25
Teresina (Aluvial Eutrófico)	L1	455,6	15,68	44,91
	L2	410,3	14,41	51,60
	L3	193,4	9,86	99,80
	L4	95,8	7,28	261,29
Parnaíba (Areia Quartzosa)	L1	392,1	12,92	6,69
	L2	335,9	9,06	12,40
	L3	207,4	6,62	25,61
	L4	113,8	5,91	36,52

▪ Produção de grãos secos

Para a produção de grãos secos (PGS), os valores das lâminas totais de irrigação aplicados foram 455,3 mm; 330,1 mm; 273,5 mm e 189,2 mm, no experimento conduzido em Parnaíba e 402,5 mm; 427,9 mm; 330,8 mm e 200,2 mm, em Teresina.

Considerando-se a média obtida com a análise de regressão, em Parnaíba, os valores máximos de NVP (22,3), PVS (3.389,5 kg/ha) e PGS (2.506,9 kg/ha) foram alcançados com a aplicação das lâminas de 390,5 mm; 394,4 mm e 395,9 mm, respectivamente. Entretanto, a máxima eficiência do uso de água (EUA) foi obtida com a lâmina de 294,3 mm. Conforme comentado no item anterior (produção de vagens verdes), o critério de decisão entre a aplicação da lâmina mais eficiente ou da lâmina que maximiza a produtividade da cultura, é função da perspectiva de receita financeira com o cultivo irrigado.

Em Teresina, não foi constatado uma variação significativa na produtividade de grãos em função das diferentes lâminas aplicadas, não sendo possível, dessa forma, definir-se uma lâmina de irrigação mínima a ser aplicada na cultura.

Observou-se, nos dois agroecossistemas, que a cultivar BR 17 Gurguéia apresentou uma maior PGS (2.151,3 kg/ha, em Parnaíba e 1.461,5 kg/ha, em Teresina) quando comparada àquela da cv. BR 14 Mulato (1.858,1 kg/ha, em Parnaíba e 1.238,4 kg/ha, em Teresina). O melhor desempenho da primeira cultivar pode ser atribuído, principalmente, ao maior valor do NVP, que, em média, foi 20,9 e 16,8, em Parnaíba e Teresina, respectivamente. Para a cv. BR 14 Mulato, esses valores foram 14,9 (Parnaíba) e 13,1 (Teresina). Além disso, a cv. BR 17 Gurguéia mostrou-se mais eficiente na utilização da água para a produção de grãos, 7,1 kg/ha/mm (Parnaíba) e 4,58 kg/ha/mm (Teresina), devendo, portanto, ser recomendada em condições de cultivo irrigado, quando a finalidade é a produção de grãos secos.

Um outro aspecto a ser destacado, no manejo da irrigação, é o “status” de água no solo. No experimento de Parnaíba, observou-se que as diferentes lâminas de irrigação influenciaram o teor de água no solo (q), especialmente na camada de 0 a 25 cm, onde houve variação de 6,76% a 11,94% (Tabela 6). Esse comportamento pode ser explicado pela baixa retenção e pequena redistribuição lateral de água nas camadas, uma vez que se trata de um solo arenoso de Tabuleiro Costeiro.

Em relação ao potencial matricial do solo (Y), nessas condições, constatou-se que houve variações de $-7,59$ a $-24,17$ kPa (Tabela 6). Percebe-se que, mesmo com a aplicação da menor lâmina (189,2 mm), não se atingiu o potencial de -40 kPa, recomendado por alguns autores (Silva & Millar, 1981; Bezerra & Saunders, 1992) como limite crítico para a cultura do feijão caupi. Isso indica que este limite não pode ser aplicado às condições de solo arenoso de Tabuleiro Costeiro, evidenciando, também, que a cultura responde positivamente à manutenção de elevados teores de água no solo.

No experimento em solo Aluvial Eutrófico (Teresina), houve uma menor variação entre os tratamentos aplicados, tendo a lâmina L1 superado em apenas 1,3 e 2,1 vezes as lâminas L3 e L4, respectivamente. Isso refletiu no potencial matricial que, exceto para o tratamento L4, variou de $-18,43$ a $-18,97$ kPa. Possivelmente, isso tenha sido a causa da pequena variação da produtividade de vagens e de grãos secos entre os tratamentos.

TABELA 6. Valores do teor de água à base de volume (θ) e potencial matricial (Ψ) em função das lâminas de irrigação aplicadas, visando a produção de grãos secos. Teresina e Parnaíba, PI, 1997.

Município (solo)	Tratamento	Lâmina (mm)	θ (%) 0 – 25	Ψ (- kPa) 0 – 25
Teresina (Aluvial Eutrófico)	L1	427,9	18,97	32,52
	L2	402,5	18,43	34,20
	L3	330,8	18,95	32,58
	L4	200,2	11,23	78,36
Parnaíba (Areia Quartzosa)	L1	455,3	11,94	7,59
	L2	330,1	11,39	8,20
	L3	273,5	9,00	12,56
	L4	189,2	6,76	24,17

Viabilidade econômica da irrigação no feijão caupi

Muito tem-se questionado quanto a viabilidade econômica do cultivo irrigado de feijão caupi. Cardoso et al. (1995) realizaram estudo para avaliar técnica e economicamente a produção de sementes de feijão caupi sob irrigação.

Esse estudo foi conduzido durante os anos de 1992 e 1993, durante os meses de julho a setembro, numa área de um hectare, em solo Aluvial Eutrófico, de textura média, utilizando-se a cv. BR-14 Mulato sob irrigação por aspersão convencional. A produtividade média de sementes foi 2.222 kg/ha com a aplicação de uma lâmina média de irrigação de 402,5 mm. Computando-se o custo dos insumos e serviços utilizados para a condução da cultura, segundo os preços vigentes no mercado de Teresina em novembro de 1995, verificou-se que o custo variável total foi R\$ 769,39, com uma receita líquida de R\$ 3.674,61, resultando em uma relação benefício/custo de 4,78. Esses resultados indicam que é economicamente viável o cultivo irrigado de feijão caupi, visando a produção de sementes fiscalizadas.

Porém, para produção de grãos de feijão caupi, a irrigação só torna-se viável economicamente se o preço do produto cobrir os custos de produção com margens de lucro. Desta forma, é salutar que o produtor realize, previamente, uma análise de mercado. A Tabela 7 apresenta resultados de uma simulação de receita líquida para o caupi irrigado em Teresina. Quando o preço de venda for R\$ 0,53/kg, o agri-

cultor praticamente não irá obter lucros realizando apenas duas colheitas. Porém, com uma terceira colheita (comentada a seguir) os resultados indicam receitas líquidas de R\$ 322,98.

Como a irrigação no Piauí é feita apenas no período seco, espera-se obter preços de venda mais elevados com a cultura do caupi, pois coincide com o período de entressafra. Portanto, caso haja condições favoráveis de preço no mercado, a irrigação de caupi para a produção de grãos pode se tornar uma atividade economicamente viável.

Outro aspecto da condução da cultura sob irrigação, que assume importância econômica, é a execução de um manejo da irrigação que permita a realização de uma terceira colheita das vagens. O referido manejo foi testado por Bastos et al. (1996) em Teresina, em solo Aluvial Eutrófico. Verificaram, com a terceira colheita, aumentos de 61,87% na produtividade de sementes, em relação ao total das duas primeiras colheitas. Os custos adicionais com energia elétrica, colheita e beneficiamento foram R\$ 146,00, o que proporcionou um incremento de R\$ 1.144,00 na receita líquida para cada hectare, apresentando vantagem econômica para o produtor (Tabela 8). Esse manejo de irrigação na cultura do caupi é mais apropriado para cultivares de porte enramador e com elevado potencial produtivo.

TABELA 7. Valores dos custos (C), produtividades (P), receitas brutas (RB) e receitas líquidas (RL) obtidos para a produção de grãos de caupi no Município de Teresina, Piauí, 1995.

Colheita	C (R\$/ha)	P (kg/ha)	RB ¹ (R\$/ha)	RL (R\$/ha)
1 ^a + 2 ^a	724,22	1.390	736,7	12,48
3 ^a	146,00	860	455,8	309,80
Total	870,22	2.250	1.192,5	322,28

¹ Valores calculados considerando-se um preço de venda de R\$ 0,53/kg.

TABELA 8. Valores dos custos (C), produtividades (P), receitas brutas (RB) e receitas líquidas (RL) obtidos com as colheitas do caupi, cultivar BR-14 Mulato, em Teresina, Piauí, 1995.

Colheita	C (R\$/ha)	P ¹ (kg/ha)	RB (R\$/ha)	RL ² (R\$/ha)
A) 1 ^a + 2 ^a	724,22	1.390	2.085	1360,8
B) 3 ^a	146,00	860	1.290	1.144
B/A	20,16	61,87	61,87	-

¹ Considerou-se 80% da produtividade experimental do tratamento com 14 plantas.m² combinado com 45 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

² Preços vigentes no mercado de Teresina em novembro de 1995.

Recomendações Gerais

No manejo da irrigação, a frequência e a quantidade de água aplicada são elementos fundamentais. É necessário, portanto, que o irrigante se conscientize da necessidade de se obter informações sobre o solo, clima e a demanda hídrica da cultura em cada fase de desenvolvimento, a fim de que o manejo da irrigação seja o mais racional possível. Recomenda-se sempre a aplicação de um método de controle da água aplicada, que pode variar em função do tamanho da área irrigada, do nível tecnológico empregado, da habilidade do operador com os equipamentos, dentre outros fatores.

Para o manejo da irrigação em áreas irrigadas acima de 10 ha, recomenda-se a utilização conjunta do método do balanço e da tensão de água no solo. Neste caso, o produtor deve instalar um Tanque Classe A convencional ou algum outro tanque de evaporação alternativo existente no mercado, uma vez que possui baixo custo, facilidade de instalação e operação, além de apresentar resultados satisfatórios.

Em áreas pequenas, o método da tensão de água no solo pode ser utilizado com vantagens. Ressalta-se que o sucesso desse método está condicionado à instalação adequada e ao correto manuseio dos tensiômetros.

Referências

- ANDRADE, C.L.T.; SILVA, A.A.G.; SOUZA, I.R.P.; CONCEIÇÃO, M.A.F. **Coefficientes de cultivo e de irrigação para o caupi**. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAI, 1993. 6p. (EMBRAPA-CNPAI. Comunicado Técnico, 9).
- ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Manejo de água em agricultura irrigada**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1992. 37p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Circular Técnica, 10).
- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; RODRIGUES, B.H.N. Determinação do teor de água em amostras de solo utilizando forno microondas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. **Resumos . . .** Bauru: UNESP/SBEA/ALIA, 1996. p. 139.
- BASTOS, E. A.; CARDOSO, M.J.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. Manejo de irrigação para produção de sementes de caupi nos municípi-

os de Teresina e Parnaíba, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. **Resumos** ... Bauru:UNESP/SBEA/ALIA, 1996. p. 142.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa : Imprensa Universitária, 1989. 488p.

BEZERRA, F.M.L.; SAUNDERS, L.C.U. Irrigação de dois cultivares de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.. Walp.) em três épocas de plantio sob dois níveis de irrigação no Vale do Curu. **Ciência Agrônômica**, v. 23, n. ½, p. 39-44, 1992.

CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp.) no Piauí: aspectos técnicos**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1991. 43p. (EMBRAPA/UEPAE de Teresina. Circular Técnica, 9).

CARDOSO, M.J.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; MELO, F.B.; FROTA, A.B. **Avaliação agroeconômica da produção de sementes de caupi sob irrigação**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1995. 6p. (EMBRAPA-CPAMN. Comunicado Técnico, 62).

COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Comportamento de aspersores de média pressão sob diferentes condições de vento. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9, 1991, Natal. **Anais** ... Fortaleza, 1992. v. 1, Tomo 1, p. 153-171.

CORDEIRO, L. G.; BEZERRA, F.M.L.; SANTOS, J.J.A.; MIRANDA, E.P. Fator de sensibilidade ao déficit hídrico (k_y) da cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais** ... Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 178 – 180.

CRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berdeley: University of California, College of Agriculture. Agricultural Experiment Station, 1942. (Bulletin, 670).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 24).

- DOURADO-NETO, D.; FANCELLI, A.L. Irrigação do feijoeiro. In: **Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo**. Piracicaba: Publíque, 1999. p. 170 – 192.
- FARIA, R.T.; COSTA, A.C.S. **Tensiômetro : construção, instalação e utilização**. Londrina:IAPAR, 1987. 22p. (IAPAR. Circular Técnica, 56).
- FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão : uniformidade e eficiência**. Piracicaba:ESALQ, 1992. 53p. (Série Didática, 003).
- GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação : hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento**. João Pessoa:Editora Universitária/UFPB, 1994. 344p.
- GOMES FILHO, R.R.; TAHIN, J.F. Respostas fisiológicas de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) eretas e decumbentes submetidas a diferentes níveis de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais ...** Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 250 – 252.
- GONDIM, R.S.; AGUIAR, J.V.;COSTA, R.N.T. Avaliação econômica de três métodos utilizados no cálculo da lâmina de água em irrigação de caupi para consumo em estado verde. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais . . .** Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 37 – 39.
- GENUCTHEN, M. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 41, p. 892 – 898, 1980.
- KLAR, A.E. A água do solo. In: **Irrigação: freqüência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. p. 29-61.
- LIMA, G.P.B. Crescimento e produtividade do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4, 1996, Teresina. **Resumos ...** Teresina: EMBRAPA- CPAMN, 1996. p. 41-43. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 18).

- MARQUELLI, W.A.; SILVA, H.R.; SILVA, W.L.C **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1986, 12p.
- NOGUEIRA, L.C.; NOGUEIRA, L.R.Q. **Distribuição radicular de caupi em solo arenoso sob diferentes lâminas de água e doses de adubação fosfatada**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1995. 4p. (EMBRAPA-CPAMN. Pesquisa em Andamento, 62).
- REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L. Influência do espaçamento entre aspersores na uniformidade de distribuição de água acima e abaixo da superfície do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25, 1996, Bauru. **Resumos . . .** Bauru: UNESP/SBEA/ALIA, 1996. (CD ROOM)
- SANTOS, J.J.A.; BEZERRA, F.M.L.; MIRANDA, E.P.; CORDEIRO, L.G. Determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração máxima (ET_m) em diferentes fases fenológicas do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). In : CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais . . .** Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 184 – 186.
- SILVA, E.M.; AZEVEDO, J.A.; GUERRA, A.F.; FIGUERÊDO, S.F.; ANDRADE, L.M.; ANTONINI, J.C.A. Manejo da irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M.A.; SILVA, E.L.; VILELA, L.A.A.; SILVA, A.M. **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 239 – 280.
- SILVA, F.L.; ARAGÃO JÚNIOR, T.C. Influência da irrigação sobre cultivares de caupi. In : REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4, 1996, Teresina. **Resumos ...** Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1996, p. 107. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 18).
- SILVA, M. A.; MILLAR, A. A. Evapotranspiração do feijão-de-corda. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido. **Pesquisa em irrigação no trópico Semi-Árido: solo, água, planta**. Petrolina, 1981. p.15-24. (Embrapa-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 4).
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. **Manejo da irrigação do feijoeiro : uso do tensiômetro e avaliação do desempenho do pivô central**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 46p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 27).

CAPÍTULO VIII

DOENÇAS DO FEIJÃO CAUPI

Cândido Athayde Sobrinho¹
Francisco Marto Pinto Viana²
Antônio Apoliano dos Santos³

Introdução

As doenças do feijão caupi têm respondido por perdas expressivas no processo de produção, sendo um dos principais fatores limitantes do cultivo racional da cultura.

Os agentes de doenças que infestam o caupi determinam perdas tanto no volume de produção quanto na qualidade do produto. Entre eles, sobressaem-se os vírus e os fungos como os mais importantes. Os nematóides e as bactérias, apesar de estarem em um nível inferior de importância, têm respondido, em certas situações e locais, por danos significativos.

A literatura relacionada com as doenças do feijão caupi que apresente uma abordagem voltada à realidade regional é bastante escassa, tendo-se lançado mão, muitas vezes, de informações e experiências pessoais, para se fornecer orientações acerca das ocorrências fitossanitárias da cultura. Provavelmente, essa realidade esteja associada à pouca importância econômica que a cultura representa, em que pese sua grande expressão social.

Assim, este trabalho tem como finalidade apresentar um roteiro que permita orientar as discussões sobre as principais doenças que afetam a cultura, de forma a permitir, para as condições da região Meio-Norte, a identificação, a caracterização e o estabelecimento de medidas eficazes de manejo e controle.

Classificação das doenças do feijão caupi

Visando facilitar a visualização das informações contidas neste capítulo, resolveu-se dividir as principais doenças que infestam a cultura, de conformidade com as estruturas vegetais afetadas pelos

¹Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Área de Fitopatologia, Embrapa Meio-Norte.
E-mail: candido@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Área de Fitopatologia, Embrapa Agroindústria Tropical

³Eng. Agr., M.Sc., pesquisador da Área de Fitopatologia, Embrapa Agroindústria Tropical

diferentes agentes de doenças, considerando, também, a importância que os mesmos, em termos de prejuízos, representam para a espécie. Dessa forma, dividiram-se as enfermidades do caupi em: podridões-de-raiz-colo-caule; doenças foliares; doenças das flores, vagens e sementes. A Fig. 1 representa um esquema didático da arquitetura de uma planta, onde, com maior frequência, são encontrados os patógenos das principais doenças apresentadas.

- **Podridões de raiz-colo-caule**
 - **Tombamento (*Damping-off*)**

Agente causal: Vários gêneros de fungos respondem por essa doença. Dentre eles, destacam-se os gêneros *Pythium* e *Rhizoctonia*, sendo que outros agentes patogênicos, presentes no solo, também contribuem para provocar a morte das plantas (Rios, 1988). Durante as 2-3 semanas após a semeadura as platinhas são bastante susceptíveis e a morte pode ocorrer tanto antes como depois da emergência (Ponte, 1996).

Sintomas: Frequentemente, quando o ataque é provocado por *Rhizoctonia*, os sintomas são logo perceptíveis no caule, onde se observam lesões deprimidas, alongadas e marrons, circundando às vezes todo o colo. Quando o ataque é de *Pythium* a doença avança até acima da linha do solo e, nesse caso, a lesão assume tonalidade esverdeada de aspecto aquoso. Nessa situação, quando as condições climáticas externam muita umidade e temperaturas amenas, o desenvolvimento das lesões é muito rápido, determinando murcha e tombamento das plantas em um curto espaço de tempo. Assim, observa-se falha na germinação e, conseqüentemente, redução no estande (Rios, 1988; Ponte, 1996).

Ocorrência e disseminação da doença: Os patógenos são habitantes do solo, podendo infectar as sementes e as plântulas no momento da germinação. Sementes contaminadas, quando levadas para áreas idêneas, podem determinar o ciclo inicial da doença e infestar, de forma definitiva, o campo de cultivo.

Controle: Os métodos de controle se baseiam fundamentalmente no emprego de sementes saudáveis e certificadas e na proteção das sementes com emprego de fungicidas antes do plantio.

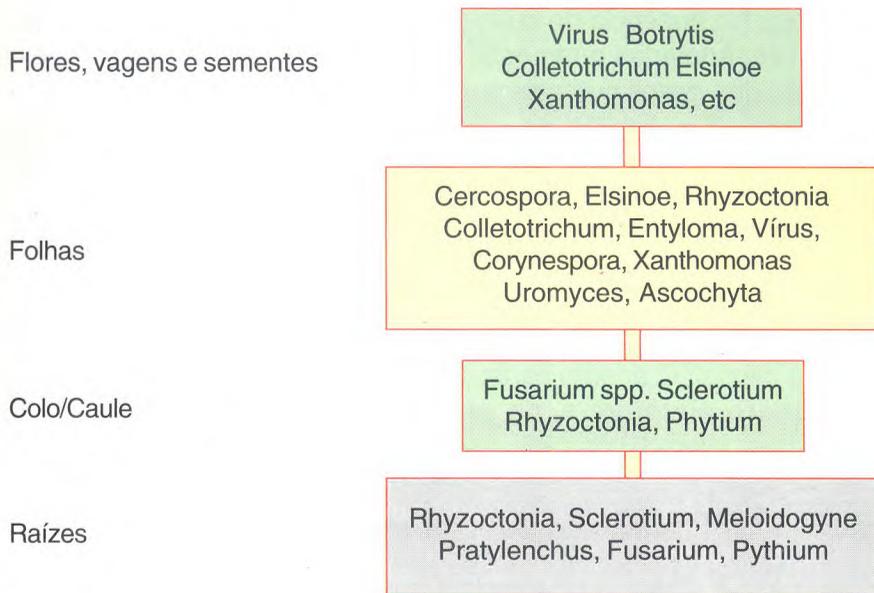


FIG. 1. Esquema representativo de uma planta com a distribuição espacial dos patógenos.

- **Podridão das raízes**

Agente causal: O principal agente da podridão das raízes é o fungo *Fusarium solani*, amplamente disseminado em quase todas as áreas produtoras, especialmente naquelas onde predominam solos arenosos.

Sintomas: O sintoma primário tem início na raiz principal que, a princípio, apresenta discreta coloração avermelhada, progredindo em intensidade e extensão. Posteriormente, a coloração avermelhada assume um tom marrom, época em que os tecidos se rompem em fendas longitudinais e são verificados apodrecimento do parênquima e desintegração dos feixes vasculares com a conseqüente interrupção da circulação de seiva, surgindo um amarelecimento geral, murcha, seca e morte das plantas (Ponte, 1996).

Ocorrência e disseminação da doença: O patógeno é um habitante natural do solo, onde normalmente atua como saprófita e, eventualmente, exerce a patogenia. O mesmo pode ser disseminado por implementos contendo solo infestado, sementes contaminadas, água de chuva e de irrigação.

Controle: Na ausência de cultivares comprovadamente resistentes, devem ser adotadas a remoção e queima das plantas doentes, eliminação dos restos culturais e rotação de cultura com algodão e/ou gramíneas. A aplicação de calcário, na ordem de 1 t/ha tem sido destacada por Santos et al. (1996) como eficiente para o controle da enfermidade.

• Podridão do colo

Agente causal: O agente causal da doença é um fungo pertencente ao gênero *Pythium* e na maioria das vezes à espécie *P. aphanidermatum* (Rios 1988) sendo o mesmo que causa a morte das plântulas e é sempre encontrado em solos pesados, úmidos e bastante explorados.

Sintomas: A doença se exprime inicialmente no colo das plantas, ao nível do solo, causando lesões necróticas deprimidas, de aspecto aquoso que com a rápida evolução atinge todo o caule e também os primeiros ramos, dando lugar a extensa área necrosada e podre. Em condições favoráveis à doença, surge, muitas vezes, à superfície das lesões, discreto crescimento branco, correspondendo às estruturas reprodutivas do patógeno. Nessas condições, as plantas afetadas murcham e fenecem rapidamente.

Ocorrência e disseminação da doença: O patógeno é habitante do solo, podendo infectar as sementes e as plântulas no momento da germinação. Sementes contaminadas, quando levadas para áreas idêneas, podem determinar o ciclo inicial da doença e infestar o campo de cultivo. Fatores como períodos secos, no início do ciclo da cultura, seguido de períodos de elevada umidade, desequilíbrio nutricional, má drenagem do solo, alta densidade de plantas, tratamento de sementes e solo com fungicidas benzimidazóis, podem precipitar ataques severos da doença.

Controle: O controle deve visar ao estabelecimento de condições que sejam desfavoráveis à doença. Assim, devem-se evitar plantios adensados, solos excessivamente úmidos, e, em casos muito especiais, promover tratamento com fungicidas específicos, a exemplo de produtos à base de metalaxyl e tratamento de sementes com produtos à base de captan.

• Podridão cinzenta do caule

Agente causal: O agente causal dessa doença é conhecido por vários nomes entre os quais *Macrophomina phaseoli* e *M. phaseolina*. Trata-se de um fungo imperfeito, tipicamente polífago, tendo sido constatado em grande número de hospedeiras (Menezes & Oliveira 1993) daí sua ampla dispersão geográfica.

Sintomas: A doença pode se manifestar em todos os estádios de desenvolvimento das plantas. Os sintomas iniciais aparecem freqüentemente no colo, atingindo, posteriormente, a raiz pivotante e as partes superiores do caule e ramos primários, onde são observadas lesões acinzentadas, difusas, de aspecto úmido que evoluem para intensa podridão dos tecidos, definindo uma desagregação parcial ou total do parênquima e feixes vasculares. Ponte (1996) destaca que à superfície das lesões são muitas vezes observadas inúmeras pontuações negras - as estruturas reprodutivas do patógeno (picnídios). Atrelado à desestruturação dos tecidos, sobrevêm um amarelecimento generalizado, murcha, seca e morte das plantas.

Ocorrência e disseminação da doença: O inóculo primário pode ser constituído pelas sementes contaminadas, que resultarão em plantas doentes, todavia, com pouca capacidade de propagar-se de uma planta para outra, no mesmo ciclo cultural (ciclo primário da doença). Uma vez no solo, o patógeno sobrevive de um ano para outro nos restos culturais, favorecida pela alta capacidade saprofítica e pela formação de esclerócios (estruturas de resistência) que podem permanecer viáveis no solo. As condições altamente favoráveis ao desenvolvimento da doença são umidade e temperatura elevadas.

Controle: Os métodos de controle recomendados se baseiam no emprego de sementes saudáveis, certificadas, plantio pouco adensado e, em áreas irrigadas, o manejo adequado da água visando evitar encharcamento (Ponte 1996). Recomenda-se um plano de rotação cultural com inclusão de gramíneas forrageiras. O tratamento de sementes com produtos à base de benzimidazóis também representa importante medida de controle.

• Murcha de fusarium

Agente causal: A murcha de fusarium do caupi é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *tracheiphilum* (Rios, 1988; Menezes

& Oliveira, 1993), patógeno presente, praticamente, em todas as regiões onde se cultiva a espécie.

Sintomas: Os sintomas se expressam primeiramente na redução do crescimento, clorose acompanhada de queda prematura de folhas que evolui para murcha e posterior morte das plantas (Rios, 1988). Seccionando-se longitudinalmente o caule, percebe-se uma descoloração dos feixes vasculares, os quais assumem uma pigmentação castanha, demonstrando a colonização necrotóxica do patógeno nos tecidos condutores da hospedeira.

Ocorrência e disseminação da doença: De uma maneira geral, o fungo sobrevive no solo, sendo seu desenvolvimento e sobrevivência influenciados pelas características físicas, químicas, biológicas e umidade do solo (Rios, 1988). Normalmente, é transmitido no interior e na superfície das sementes, de onde surgem os focos iniciais da doença em áreas cultivadas. Ataque de nematóides pode potencializar a doença.

Controle: Para o controle da doença deve-se considerar um conjunto de medidas: escolha da área isenta do patógeno; definição adequada da época do plantio para se evitar o plantio sob condição de encharcamento; estabelecimento de um plano de rotação cultural; emprego de sementes certificadas, produzidas em áreas indenizadas e realização de tratamento de sementes com fungicidas à base de benomyl (Oliveira, 1981). Para esse fim, pode-se adotar uma associação de produtos a base de benomil + thiran.

• Murcha/podridão de esclerócio

Agente causal: A doença tem como agente causal o fungo *Sclerotium rolfsii*. (Ponte, 1996). Sua ocorrência vem crescendo nos últimos anos, tendo sido isolado de várias localidades da região Meio-Norte do Brasil.

Sintomas: O sintoma mais representativo da doença constitui-se em um emaranhado miceliano de coloração branca, com ou sem pequenos corpúsculos esféricos (esclerócios), inicialmente brancos, posteriormente, amarelados, situado no colo da planta (Ponte, 1996). Sob essas estruturas é ordinariamente observada intensa desestruturação dos tecidos que resulta em danos ao sistema vascular com conseqüente amarelecimento, murcha, seca e morte das plantas.

Ocorrência e disseminação da doença: *S. rolfsii* tem uma extensa gama de hospedeiros, pertencentes a mais de uma centena de famílias botânicas (Menezes & Oliveira, 1993). Sobrevive de um ano para outro no solo, na forma de esclerócios e de micélio, o qual, pode permanecer viável por mais de cinco anos. A disseminação do fungo, no campo, ocorre, principalmente, pelo transporte de material contaminado (solo, esterco, mudas, sementes, etc.), atuando como agentes disseminadores o homem, animais, vento e a água. A enfermidade tem início a partir da presença do patógeno no solo ou, quando o mesmo é levado pelas sementes contaminadas.

Controle: Na ausência de materiais que apresentem resistência à doença, algumas medidas são recomendadas, visando sobretudo o controle preventivo. Dentre elas destacam-se: durante o preparo do solo, promover aração profunda, enterrando, abaixo de 15 cm, os restos culturais; evitar acúmulo de matéria orgânica junto ao colo e caule das plantas; empregar espaçamentos abertos; promover plano de rotação de cultura, incluindo milho e algodão, plantas consideradas resistentes; efetuar tratamento do solo, no ato da semeadura, com fungicidas à base de PCNB, o que pode ser complementado pela aplicação quinzenal do mesmo produto, via pulverização dirigida para o colo/caule (Ponte, 1996). Tal recomendação pressupõe situação muito especial, tendo-se que considerar convenientemente a relação benefício/custo.

▪ Doenças foliares

• Mosaico severo do caupi

Agente causal: A doença é causada pelo vírus do mosaico severo do caupi - *cowpea severe mosaic comovirus* (CPSMV). Possui partículas com 25 nm (nanômetros)¹ de diâmetro, sendo o único representante deste grupo que infecta naturalmente o caupi no Brasil (Lima & Santos, 1988).

Sintomas: Os sintomas apresentados por plantas doentes, são, no geral, severos, expressos na forma de intenso encrespamento do limbo foliar, em função de numerosas bolhosidades associadas a presença de mosqueado, isto é, alternância, nos folíolos, de zonas de coloração verde-claro, com outras de cor verde-escuro.

¹ Nanômetro - corresponde a 1×10^{-6} mm.

Freqüentemente, são observados subdesenvolvimento das nervuras principais, resultando em franzimento e redução do limbo, distorção foliar e, quando as plantas são infectadas no início do ciclo, apresentam intenso nanismo, com severos prejuízos à produção. Estudos conduzidos em casa de vegetação revelaram que na dependência da idade da planta infectada com o vírus a produção pode ser reduzida em até 81% (Gonçalves & Lima, 1982). As sementes produzidas de plantas atacadas, apresentam-se deformadas, "chochas" e manchadas, com acentuada redução no poder germinativo.

Ocorrência e disseminação da doença: Em condições naturais, os vírus são estocados em plantas hospedeiras nativas, a exemplo de espécies pertencentes ao gênero *Macroptilium*, *Crotalaria*, etc, sendo transmitidos para as áreas cultivadas por vetores eficientes, tais como os coleópteros do gênero *Cerotoma*, notadamente a espécie *C. arcuata*, que no Brasil, constitui o principal vetor do vírus (Costa & Batista, 1979), tendo sido constatadas, também, transmissões por *Diabrotica speciosa* e pelo manhoso (*Chalcodermus bimaculatus*).

Controle : Considerando-se a ocorrência generalizada, severa e permanente desta virose em toda a região, a melhor forma de controle a ser adotada é o emprego de cultivares comerciais altamente resistentes. Neste particular, indicam-se a BR 10 - Piauí, BR 14 - Mulato (Cardoso *et al.*, 1990; 1991) e BR 17 - Gurguéia (Freire Filho *et al.*, 1994). Medidas auxiliares de controle devem ser conduzidas quando o produtor, por desconhecimento das cultivares aludidas, adotar em seus plantios materiais susceptíveis. Tais medidas devem ser embasadas no controle sistemático dos vetores, plantio em época de baixa população dos vetores, e, eliminação, sempre que possível, das hospedeiras silvestres.

• Mosaico rugoso

Agente causal : A doença é causada pelo vírus do mosaico rugoso do caupi - *cowpea rugose mosaic potyvirus* (CPRMV). Apresenta partículas alongadas, com cerca de 730 nm de comprimento, ocorrendo em muitos municípios da região onde são cultivadas variedades susceptíveis (Santos *et al.*, 1982)

Sintomas : O sintoma mais evidente é o mosaico, isto é, presença marcante, nos folíolos, de áreas intensamente verde-escuras, entremeadas por zonas de cor verde esmaecido. Tais órgãos

concomitantemente exprimem intensa bolhosidade e enrugamento. Com muita freqüência são também observados sintomas do tipo faixa verde das nervuras, que são faixas de verde normal acompanhando algumas ou todas as nervuras do folíolo, com as zonas próximas apresentando um verde amarelado. A redução do porte das plantas não tem sido verificado com freqüência.

Ocorrência e disseminação da doença : O vírus é transmitido, na natureza, através de pulgão notadamente pelas espécies *Aphis nerii* e *Myzus persicae* (Santos *et al.*, 1982; Silva & Santos, 1992).

Controle: As medidas de controle devem ser fundamentalmente embasadas no emprego de cultivares resistentes. Ao longo dos anos têm sido recomendadas diversas cultivares com excepcional resistência a essa enfermidade (Freire Filho *et al.*, 1985). Entre elas destacam-se: BR 1 - Poty, a CE 315, Pitiúba, VITA - 7, e mais recentemente, dispõem-se de cultivares como BR 10 - Piauí, BR 12 - Canindé, BR 14 - Mulato e BR 17 - Gurguéia. Por outro lado, caso o produtor não disponha de nenhum desses materiais, medidas outras podem ser adotadas, entre elas destaca-se o controle eficiente dos vetores logo no início do ciclo cultural.

- **Mosqueado severo**

Agente causal : O mosqueado severo é causado pelo vírus do mosqueado severo do caupi - *cowpea severe mottle potyvirus* (CpSMoV). Apresenta partículas alongadas, medindo aproximadamente 750 nm de comprimento, ocorrendo em várias localidades onde se cultiva o caupi.

Sintomas: A doença exprime-se, nos folíolos, através de extensas áreas cloróticas em alternância com áreas de verde normal, sendo que as zonas cloróticas apresentam-se bem mais extensas. Frequentemente é observada distorção foliar, sobretudo no ápice do folíolo. Plantas severamente afetadas apresentam porte reduzido.

Ocorrência e disseminação da doença : O vírus, em condições naturais, é transmitido por pulgões e, em condições de telado, Santos *et al.* (1982) observaram que as espécies *Myzus persicae* e *A. citricola* propagaram o vírus eficientemente.

Controle: O controle também consiste no emprego de variedades

resistentes, entre as quais destacam-se: BR 10-Piauí, BR 14-Mulato, BR 17-Gurguéia. O controle sistemático dos afídeos vetores durante a fase de desenvolvimento vegetativo representa importante medida quando da impossibilidade do emprego de materiais comprovadamente resistentes indicados pela pesquisa.

• Mosaico do pepino

Agente causal: O mosaico do pepino tem causado originalmente enfermidade em plantas de pepino, de onde surgiu seu nome - vírus do mosaico do pepino - *cucumber mosaic cucumovirus* (CMV), tendo sido identificado no Piauí por Lin *et al* (1982) . Possui partículas isométricas com aproximadamente 25 nm de diâmetro e manifesta-se em quase todos os locais onde se cultiva caupi, tendo sido freqüentemente encontrado em associação com outros potyvirus, a exemplo do vírus do mosaico rugoso e vírus do mosqueado severo.

Sintomas: Sempre que o vírus se manifesta isoladamente, os sintomas são bastante discretos, quase imperceptíveis, sendo observado discreto mosaico nos folíolos, acompanhado de leve redução do porte das plantas. Todavia, quando em sinergismo com alguns potyvirus, podem surgir sintomas do tipo faixa verde das nervuras, intensa distorção foliar e até nanismo.

Ocorrência e disseminação da doença: Em condições naturais o vírus é transmitido por pulgões e, em plantas infectadas, por sementes, sendo esta via de transmissão de grande importância em termos de epidemia, por permitir disseminação espacial e temporal da enfermidade.

Controle: Em função do caráter de grande severidade dessa doença quando em associação com os potyvirus acima citados, as medidas de controle eficazes indicadas para o referido grupo mostram-se também importantes para este. Algumas medidas complementares como controle de afídeos vetores e emprego de sementes certificadas oriundas de campos comprovadamente sadios são de grande valia para o controle efetivo da doença.

• Mosaico dourado

Agente causal: O agente etiológico dessa enfermidade é o vírus do mosaico dourado do caupi - *cowpea golden mosaic geminivirus*

(CGMV), amplamente disseminado em todas as regiões produtoras de caupi. Trabalhos desenvolvidos no Piauí, onde o vírus ocorre em elevados graus de incidência, revelaram que ele pode provocar perdas expressivas na produção (40% a 78%), sobretudo quando a infecção ocorre entre zero e 20 dias após o plantio (Santos & Freire Filho, 1984; 1988).

Sintomas: A doença, inicialmente, se expressa na forma de pequenas pontuações verde-amareladas. Proporcionalmente a sua evolução, tais pontuações crescem em formato e extensão, cobrindo toda a superfície do limbo foliar, finalizando por deixar os folíolos com a coloração amarelo-dourado. Às vezes, tem-se observado redução no porte das plantas, sem contudo, apresentar distorção nem deformação foliar.

Ocorrência e disseminação da doença: O vírus é transmitido, na natureza, pela mosca branca, provavelmente pela espécie *Bemisia tabaci* (Lima & Santos, 1988), não sendo transmitido por sementes nem por métodos mecânicos. Com a introdução e grande dispersão da mosca branca *Bemisia argentifolia* nas áreas produtoras da região, é muito provável que a doença assuma uma dimensão maior do que atualmente tem sido verificada, podendo definir surtos epifitóticos severos de mosaico dourado.

Controle: Recomenda-se o emprego de cultivares com alguma resistência ou tolerância. Neste particular, apresentam-se como resistentes as cultivares BR 10 - Piauí, BR 14 - Mulato e BR 17 - Gurguéia. Eventualmente, essas cultivares podem apresentar, em condições de campo, infecções leves da doença, sem comprometer o rendimento da cultura.

• Carvão

Agente causal: O carvão do caupi é uma doença causada pelo fungo *Entyloma vignae*, (Ponte 1966; Rios, 1988) estando, atualmente, presente em todas as áreas onde se cultiva a espécie.

Sintomas: A doença caracteriza-se pela presença, nos folíolos, de manchas arredondadas, castanho-escuras, firmes e lisas, alcançando, em média, 4 a 8 mm. Referidas lesões aparecem circundadas por um notável halo clorótico. Tais manchas, quando numerosas, coalescem, induzindo, aos folíolos, um intenso amarelecimento

e queda precoce, do que resulta em diminuição da produtividade (Ponte 1996).

Ocorrência e disseminação da doença: A doença ocorre em todo o Brasil, sendo mais freqüente nos períodos chuvosos, quando as plantas são cultivadas em solos férteis e úmidos (Rios, 1988).

Controle: No caso de ataque severo, sobre cultivares suscetíveis, seria conveniente o uso de fungicida cúprico, mediante pulverizações semanais. Três a quatro aplicações preventivas, no geral, são suficientes (Ponte, 1996). De acordo com Rios (1988) o controle curativo pode ser obtido através do emprego de fungicidas benzimidazóis.

- **Mancha café**

Agente causal: O agente da mancha café é o fungo *Colletotrichum truncatum* (Rios 1988) que, em situações especiais, pode determinar grandes perdas à cultura. Para as condições locais, ela tem sido verificada, apenas, no Município de Teresina, PI.

Sintomas: Apesar do fungo infectar folhas (nervuras, pecíolos), ramos, pedúnculo e almofada floral, os sintomas mais freqüentemente observados têm estado restritos à vagem e ao pedúnculo onde são encontradas manchas de coloração marrom-escura ou café, de tamanho e conformação variados. Na superfície das lesões, freqüentemente despontam as frutificações negras do patógeno (acérvulos), destacando setas escuras, perceptíveis ao tato (Ponte, 1996).

Ocorrência e disseminação da doença: O patógeno é transmitido, em altas taxas, através das sementes e sobrevive em restos de cultura, sendo essas as fontes primárias de infecção.

Controle: Emprego de sementes sadias, produzidas em áreas comprovadamente indenizadas, destruição dos restos de cultura. De acordo com Ponte (1996) em casos muito especiais, pode-se efetuar pulverizações semanais, com produtos à base de mancozeb.

- **Cercosporiose (Mancha vermelha)**

Agente causal: Trata-se de um fungo da espécie *Mycosphaerella cruenta* (= *Cercospora cruenta*) que ocorre normalmente em todas

as áreas produtoras de caupi (Menezes & Oliveira, 1993; Ponte 1996), sem contudo afetar, de forma significativa, a produtividade das áreas afetadas.

Sintomas: De acordo com Rios (1988) a doença surge preferencialmente por ocasião do início da floração. Nos folíolos, observam-se manchas necróticas, secas, ligeiramente deprimidas de coloração avermelhada e contorno irregular, notadamente, nas lesões mais velhas (Ponte 1996). Com a evolução da doença, a coloração do centro da lesão torna-se pardo-acinzentada, sendo o conjunto, circundado por um discreto halo clorótico. Em condições de elevada umidade, sobressai da superfície da mancha, uma massa compacta marrom, que corresponde as estruturas reprodutivas do patógeno.

Ocorrência e disseminação da doença: Doença transmitida pelas sementes, sendo também bastante influenciada pelas condições de clima, cuja temperatura, umidade e vento determinam a taxa de desenvolvimento da doença (Rios & Zimmermann, 1987). Restos de cultivo infectados podem representar fonte de inóculo permanente na área de cultivo

Controle: Dada a pouca expressão que essa doença apresenta nas condições da região Nordeste do Brasil, não se justifica a adoção de medidas específicas de controle de caráter sistemático (Ponte, 1996).

- **Mela**

Agente causal: O agente da mela é o fungo *Rhizoctonia solani* que ocorre com maior frequência nas regiões quentes e úmidas do Norte do Brasil, provocando perdas expressivas nas épocas de chuvas intensas (Rios, 1988).

Sintomas: De acordo com Ponte (1996) a doença incide mais freqüentemente nas folhas, onde, no início dos sintomas, surgem pequenas lesões circulares que evoluem, crescem e, rapidamente coalescem, formando grandes manchas de aspecto aquoso, tomando grande parte da área do folíolo. Muitas vezes, o fungo produz uma trama de micélio (teia micélica) que, às vezes liga umas folhas às outras. Há ocasiões em que ocorre queda prematura de folhas e morte das plantas atacadas.

Ocorrência e disseminação da doença: Quando do ataque do fungo às folhas, na sua página dorsal, há normalmente a produção de esclerócios, os quais muitas vezes caem à superfície do solo e, com os respingos d'água da chuva, são com frequência carreados para outras partes da planta e também para outras plantas. As folhas baixas podem ser infectadas ao contato com o solo. O fungo sobrevive por um período bastante longo em restos de cultura deixados à superfície do solo. Entretanto, quando os restos são incorporados em profundidade, a sobrevivência é reduzida. O patógeno também é transmitido pelas sementes o que se reveste de grande importância do ponto de vista epidemiológico, por permitir a disseminação temporal e espacial, além de assegurar a associação contínua das raças patogênicas com seu hospedeiro apropriado.

Controle: Medidas isoladas para o controle da doença não têm sido satisfatórias. O correto seria a adoção de um conjunto de medidas visando minimizar a ação do patógeno (Rios, 1988). Assim, medidas como o emprego de sementes sadias, evitar cultivos em baixios ou em áreas sujeitas a elevada umidade, aração profunda do solo, incorporando os restos culturais a grandes profundidades. Em situações muito especiais, pode-se eventualmente efetuar o controle químico através do emprego de fungicidas à base de quintozene (Ponte, 1996). Recomenda-se, também, para áreas onde já ocorreu ataque, o tratamento de sementes com fungicidas do mesmo grupo.

• Mancha zonada

Agente causal: *Corynespora cassiicola*. Patógeno normalmente presente no final do ciclo da cultura, sem contudo acarretar prejuízos (Rios, 1988). Semelhantemente ao agente da mancha café, esse fungo tem sido observado com maior frequência em Teresina, PI, revestindo-se de pouca importância.

Sintomas: O fungo ataca exclusivamente os folíolos, onde provoca manchas necróticas circulares de tamanho variado (2-20 mm) e em anéis concêntricos (zonas). Normalmente, tais manchas mostram-se avermelhadas com o centro escuro (Ponte, 1996).

Controle: Como se trata de uma doença de pouca expressão, não há, com frequência, necessidade de medidas de controle. Ponte (1996) recomenda que, se ocorrerem surtos epifitóticos em locais

específicos, medidas gerais como a rotação cultural e controle químico com produtos à base de tiabendazóis (benomyl) e mancozeb devem ser implementadas.

- **Ferrugem**

Agente causal: *Uromyces vignae*, de ocorrência recente no Brasil, tendo sido constatado no Piauí a partir de 1985 (Santos & Figueredo, 1985). A ferrugem pode, em certas situações, acarretar perdas severas à produção, em consequência da desfolha que pode provocar.

Sintomas: A doença se caracteriza, de acordo com Rios (1988), pela formação de pústulas em ambas as superfícies foliares. Tais pústulas são reveladas através de pequenas manchas necróticas, amareladas e levemente salientes. Muitas vezes ao friccionarem-se os folíolos contendo pústulas, sente-se, ao tato, a presença das estruturas reprodutivas do patógeno (uredósporos), liberadas das referidas pústulas. Ao final do ciclo, as manchas passam a apresentar cor escura, em função da liberação de outros tipos de esporos (teliósporos), os quais, individualmente, são marrons ou vermelhos e escuros quando em massa.

Controle: Como se trata de uma doença de pouca expressão para as condições da região Meio-Norte do Brasil, não há, com frequência, necessidade de medidas de controle.

- **Mancha de alternária**

Agente Causal: O fungo *Alternaria atrans* (Ponte, 1996), cuja presença não é muito freqüente nos plantios de caupi. Todavia, tem sido encontrado em cultivos efetuados nas encostas de morros, onde, provavelmente, as temperaturas amenas e a alta umidade estão presentes.

Sintomas: Presença de manchas necróticas, ligeiramente circulares, apresentando, quando novas, coloração avermelhada, depois pardo-clara. Quando bem desenvolvidas, essas manchas atingem um diâmetro de 15 mm. Uma característica marcante da doença é a presença de anéis concêntricos, que fazem lembrar um painel de tiro-ao-alvo (Ponte, 1996). A doença, quando surge, manifesta-se, via de regra, nos folíolos mais velhos.

Controle: Por se tratar de doença pouco freqüente, manifestando-se de forma restrita e incidindo sobre os folíolos mais velhos, próximos à senescência, torna-se dispensável qualquer medida de controle.

- **Oídio ou cinza**

Agente causal: Enfermidade cujo agente causal é o fungo *Erysiphe polygoni* (= *Oidium polygoni*), sendo encontrado com maior freqüência nas regiões semi-áridas, onde o feijão caupi é cultivado.

Sintomas: A doença pode atingir todas as partes das plantas, salvo o sistema radicular. O principal sintoma da doença se constitui no crescimento de uma “massa” branco-acinzentada de aspecto pulverulento, formada pelas estruturas vegetativas do patógeno, a qual se manifesta, inicialmente, nos folíolos e depois se estende aos pecíolos, caules, órgãos florais e vagens, até recobrir toda a superfície da planta afetada.

Controle: Em condições normais de cultivo a doença dispensa medidas de controle específicas. Contudo, nas zonas semi-áridas podem ocorrer surtos da doença que em situações muito especiais, podem comprometer o desempenho da cultura. Nesses casos, pode-se empregar fungicidas à base de enxofre ou benomyl, em pulverização foliar (Ponte, 1996).

- **Mancha bacteriana**

Agente causal: *Xanthomonas vignicola*, patógeno que ocorre em baixa freqüência no Nordeste brasileiro (Ponte 1996). Em função disso, a doença até o momento, não tem se apresentado como sério problema à cultura. Nas condições do Estado do Piauí, tem-se observado sua manifestação em experimentos conduzidos na Embrapa Meio-Norte, onde normalmente a doença ocorre, sem contudo definir surtos severos (Santos & Freire Filho, 1982).

Sintomas: A doença se manifesta na forma de manchas foliares, com centro avermelhado, envolvidas frequentemente por um halo amarelado (anasarca) de tecido encharcado. Em certas condições, o patógeno pode invadir o caule de onde surgem cancrios bem característicos (fissuras longitudinais). Nas vagens são observadas manchas irregulares de aspecto úmido de onde o patógeno invade

as sementes. As manchas foliares ocorrem principalmente ao longo da estação chuvosa.

Ocorrência e disseminação da doença: A disseminação da bactéria ocorre no período chuvoso, onde o vento e as chuvas intensas provocam microferimentos às folhas, facilitando o estabelecimento da doença (Rios, 1988). Em situações especiais, os insetos podem também participar do processo de disseminação. Contudo, o principal agente disseminador da doença é a semente.

Controle: Plantio de sementes sadias livre do patógeno, além da utilização sempre que possível de variedades resistentes (Santos & Freire Filho, 1982).

▪ Doenças das flores, vagens e sementes

• Sarna

Agente causal: A sarna do caupi tem como agente causal o fungo *Sphaceloma sp.* (*Elsinoe sp.*), sendo de grande importância, por causar sérios prejuízos, em função de sua alta patogenicidade (Rios, 1988).

Sintomas: Presença de lesões em qualquer parte da planta: folha, caule, ramos, pedúnculo, pecíolo e vagens. Nas folhas, no início da infecção, observam-se pequenas pontuações (manchas) amarelo-amarronzadas, tornando-se brancas ou marrons. Com a evolução da doença, as pontuações tornam-se necróticas e, em seguida, rompem-se definindo pequenas perfurações no limbo (Rios, 1988). Nas demais partes da planta, os sintomas aparecem na forma de lesões ovaladas a ligeiramente alongadas, profundas, de centro esbranquiçado e bordos marrons. O ataque às vagens deixam-nas encurvadas, atrofiadas e, muitas vezes secas, acarretando grande perda na produção.

Ocorrência e disseminação da doença: O patógeno é transmitido, em altas taxas, através das sementes e sobrevive em restos de cultura, sendo estas as principais fontes de infecção primária. Em condições ambientais favoráveis, as infecções secundárias aparecerão em grande quantidade de onde pode disseminar para toda a área plantada.

Controle: O emprego de cultivares resistentes é o melhor método. Dessa forma, para o controle da sarna tem-se o BR 14 - Mulato com alto padrão de resistência para as condições locais (Cardoso *et al.*, 1991). Outras medidas complementares de controle podem ser adotadas, entre elas destacam-se o emprego de sementes saudáveis, livres do patógeno e a destruição dos restos culturais (Torres Filho & Sá, 1994).

- **Mofo cinzento das vagens**

Agente causal: *Botrytis cinerea*, sendo mais freqüentemente encontrado em plantios onde as condições de umidade e temperatura coincidem com o período de floração e desenvolvimento das vagens (Ponte, 1996).

Sintomas: Os sintomas são expressos sobretudo nas vagens, onde, inicialmente, aparecem pequenas áreas encharcadas que depois escurecem, culminando com o apodrecimento dos tecidos lesados. Nesse estágio de desenvolvimento da doença, nota-se, à superfície das lesões, um crescimento acinzentado, evidenciando as estruturas reprodutivas do patógeno.

Controle: Como a enfermidade ocorre nas vagens, preferindo tempo úmido, constitui importante medida de controle efetuar o plantio de modo a não coincidir a fase de desenvolvimento e maturação desses órgãos com as condições ambientais supracitadas. Caso essa prática seja impossível, recomenda-se o emprego de fungicidas a base de benomyl em aplicações semanais.

Produtos recomendados para controle de doenças

Produto	Doenças controladas	Dose (P.C.)	I. S. (dias) ¹
Benomyl	Podridão da raiz, morte plântulas, podridão cinza caule, murcha fusario	100g/100 kg sementes (T.S.) ²	17 dias
Captan	Mancha-café, murcha-de-esclerócio, podridão, murcha-de-fusario, podridão-de-raiz, podridão colo, morte de seedling	200g/100 kg sementes (T.S.)	-
Carboxin	Mancha café, morte seedling	200-400g/100 kg sementes (T.S.)	-
Daconil	Mancha café	2-3 l/ha	7 dias
Hidroxido de cobre	Ferrugem, mancha café	300 ml/100 l	7 dias
Mancozeb	Ferrugem, mancha café	2 kg/ha	7 dias
Oxycarboxin	Ferrugem	0,5-0,8 kg/ha	21 dias
Tiofanato metílico	Mancha café	100 ml/100 l	21 dias
Quintozene	Morte seedling, murcha de esclerocio, Mancha café, cercosporiose, podridão das raízes, podridão do colo	100-350 g/100 (T.S.) 100 g/100 l ³	- -

¹ Intervalo de segurança

² Tratamento de semente

³ Pulverizar coio e solo em torno das plantas afetadas

Referências

CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. BR 14 - Mulato: nova cultivar de feijão macassar para o estado do Piauí. Teresina: EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1990. 4p. (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Comunicado Técnico, 48).

CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. Cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Piauí: aspectos técnicos. Teresina: EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1991. 43p. (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Circular Técnica, 9).

COSTA, C.L.; BATISTA, M, F. Viroses transmitidas por coleópteros no Brasil. Fitopatologia Brasileira, v.4. p. 177-179, 1979.

- FREIRE FILHO, F.R.; SANTOS, A.A.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V.Q. BR 1 – Poty: nova cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) para o Piauí. Teresina: EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1985, 4p. (EMBRAPA-UEPAE. Teresina. Comunicado Técnico, 28).
- FREIRE FILHO, F.R.; SANTOS, A.A.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V.Q. BR 17 - Gurguéia: nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1994, 6p. (EMBRAPA-CPAMN. Comunicado Técnico, 61).
- GONÇALVES, M.F. ; LIMA, J.A.A. Efeitos do “cowpea severe mosaic virus” sobre a produtividade do feijão-de-corda. Fitopatologia Brasileira, Brasília. n.7, p.547. 1982. Resumo.
- LIMA, J.A.A.; SANTOS, A.A. Virus que infectam o caupi no Brasil. In: ARAUJO & WATT (org). O caupi no Brasil. Brasília. IITA/EMBRAPA, p.507 - 545, 1988.
- LIN, M. T.; SANTOS, A.A.; MUNOZ, J.O. Ocorrência do vírus do mosaico do pepino em caupi, no estado do Piauí. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO CAUPI, 1., 1982, Goiânia. Resumos: Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982. p. 101-102.
- MENEZES, M.; OLIVEIRA, S.M.A. Fungos fitopatogênicos. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 1993. 277 p.
- OLIVEIRA, M.Z.A. Fungos associados a semente de caupi: identificação, patogenicidade e controle. Brasília: UnB, 1981. 7 p.
- PONTE, J.J. Uma nova enfermidade do feijão-de-corda, *Vigna sinensis* Endl. Boletim da Sociedade Cearense de Agronomia, Fortaleza, v. 7, p. 35-38, 1966.
- PONTE, J.J. Clínica de doenças de plantas. Fortaleza: EUFC, 1996. 871 p.
- RIOS, G.P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAUJO & WATT (org). O caupi no Brasil. Brasília. IITA/EMBRAPA, p.547 - 589, 1988.
- RIOS, G.P.; ZIMMERMANN, F.J.P. Aspectos epidemiológicos e controle da mancha de cercospora em caupi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.22, n. 3, p. 275-279, 1987.

- SANTOS, A.A. Doenças do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. No estado do Piauí. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, Goiânia, GO, 1982. Resumo. Goiânia, EMBRAPA-CPAMN, 1982, p. 99-100. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 4).
- SANTOS, A.A.; AQUINO, A.B.; SANTOS, A.B. Controle da podridão das raízes pelo uso de calcário no solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4., 1996, Teresina: Anais... Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1996. p. 66. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 18).
- SANTOS, A.A.; FIGUEREDO, M.B. Ocorrência de ferrugem do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. No estado do Piauí. Fitopatologia Brasileira, Brasília, n. 10, p. 230. 1985. Resumo.
- SANTOS, A. A.; FREIRE FILHO, F.R. Xanthomonas vignicola em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no estado do Piauí. Fitopatologia Brasileira, Brasília. n.7, p. 169. 1982. Resumo.
- SANTOS, A.A.; FREIRE FILHO, F.R. Redução da Produção de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. causada pelo vírus do mosqueado amarelo. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 9, p. 407, 1984.
- SANTOS, A.A.; FREIRE FILHO, F.R. Redução da Produção de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. causada pelo vírus do mosaico dourado do caupi. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 5., 1988. Teresina. Anais... Teresina: EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1988, p.91-93 (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 8).
- SANTOS, A.A.; FREIRE FILHO, F.R.; CARDOSO, M.J. Ocorrência de viroses em feijão macassar *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no estado do Piauí. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1982. 11p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Circular Técnica, 2).
- SILVA, P.H.S.; SANTOS, A.A. Insetos vetores de vírus de feijão macassar no estado do Piauí. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1990, Teresina. Anais ... Teresina, 1992. p.31-37 (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Documentos, 11).
- TORRES FILHO, J.; SÁ, M. F. P. Fontes de resistência em caupi para o controle da sarna. Fortaleza: EPACE, 1994. 6p. (EPACE. Pesquisa em Andamento, 28).

ANEXO

(Figuras de 2 a 15)



FIG. 2. Podridão do colo



FIG. 3. Murcha de fusarium



FIG. 4. Murcha de esclerócio

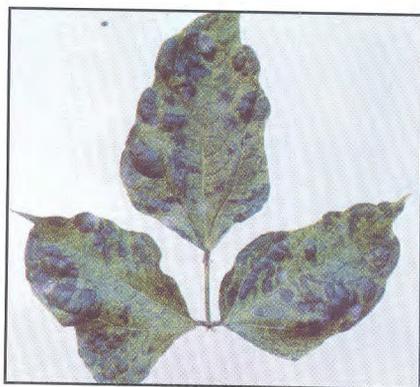


FIG. 5. Mosaico severo



FIG. 6. Mosaico severo



FIG. 7. Mosaico rugoso



FIG. 8. Mosaico rugoso



FIG. 9. Mosqueado severo



FIG. 10. Mosaico dourado



FIG. 11. Mosaico dourado



FIG. 12. Carvão



FIG. 13. Mela



FIG. 14. Sarna



FIG. 15. Sarna

CAPÍTULO IX

PRAGAS DO FEIJÃO CAUPI E SEU CONTROLE

Paulo Henrique Soares da Silva¹
Jocicler da Silva Carneiro²

Introdução

Os insetos, de uma maneira geral, ocorrem na planta em uma determinada época em que o seu estágio fenológico está produzindo seu alimento ideal. Assim podemos distribuir as pragas do caupi de acordo com a fenologia da planta (Fig. 1). O conhecimento desta relação inseto/planta é importante na medida que o produtor ou técnico tenha de ir ao campo para uma vistoria ou acompanhamento do nível populacional de uma praga para fins de manejo.

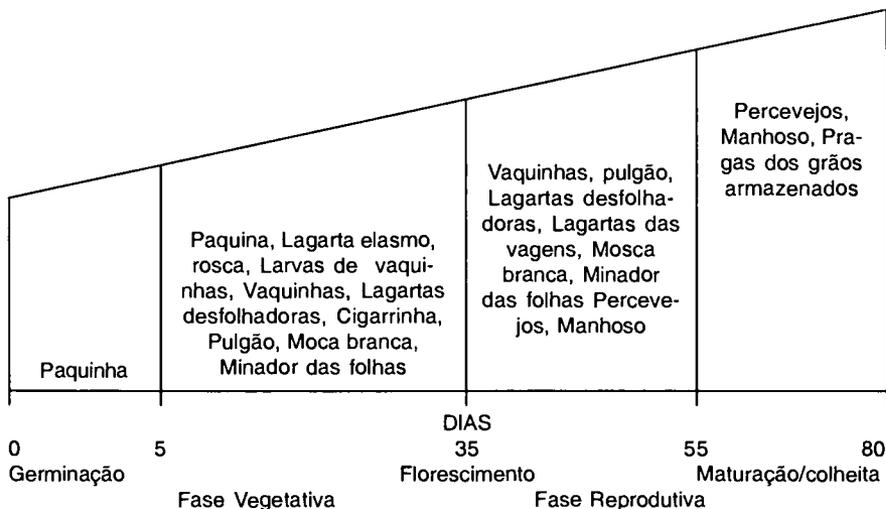


FIG. 1. Esquema do ciclo fenológico do caupi com a ocorrência das principais pragas.

¹Eng. Agr., D. Sc., Pesquisador, Entomologista da Embrapa Meio-Norte, CEP 64006-220 Teresina, PI.
E-mail: paulophsilva@cpamn.embrapa.br

²Eng. Agr., M. Sc., Pesquisadora Entomologista da Embrapa Meio-Norte.

De acordo com o local de ataque na planta, pode-se esquematizar as pragas do caupi da seguinte forma:

- **Pragas Subterrâneas**
- **Pragas da Parte Aérea:**
 - Pragas das folhas
 - Pragas dos órgãos reprodutivos: (flores, vagens e grãos)
- **Pragas dos Grãos Armazenados**

PRAGAS SUBTERRÂNEAS

São as que atacam as sementes, raízes e o colo da planta. As de maiores importância são:

Paquinha: *Neocurtilla hexadactyla* (Perty, 1832) (Orthoptera: Gryllotalpidae)

O adulto tem coloração pardo escuro, medindo aproximadamente 30 mm de comprimento com protórax suboval, cortado em círculo na parte anterior (Fig. 2). Asas do tipo tégmína alcançando a metade do abdômen e apresentando nervuras bem visíveis. Pernas anteriores fossoriais e posteriores saltatórias. Nas anteriores, o fêmur é achatado e largo, apresentando na tíbia quatro dígitos; nas posteriores o fêmur apresenta oito espinhos na parte distal (Bastos, 1982).

São insetos de hábitos noturno e conforme Ferreira & Martins (1984) as fêmeas fazem posturas em galerias abertas próximo à superfície do solo e quase sempre aderente as raízes das plantas.

Ninfas e adultos alimentam-se de raízes. As plantas recém-emergidas, tenras são mais prejudicadas por estarem iniciando o desenvolvimento; aquelas mais desenvolvidas cujo sistema radicular se encontra mais resistente, suportam mais os danos provocados pelos insetos.

Os maiores estragos são verificados quando os solos apresentam-se úmidos. No Nordeste, a maioria das lavouras com caupi são plantadas em solos arenosos e no período chuvoso, favorecendo, portanto, o ataque da praga.

Em grandes áreas de plantio onde se observa a incidência

freqüente de paquinha, o seu controle pode ser preventivo, utilizando-se produtos no tratamento de sementes, incorporando-os ao solo ou no sulco de plantio. Esses produtos por serem muito tóxicos devem ser aplicados com máquinas adequadas. No controle pós-plantio, as pulverizações devem ser dirigidas para o colo das plantas.



FIG. 2. Adulto de paquinha *Neocurtilla hexadactyla* (Perty)

Broca-do-colo ou lagarta elasma: *Elasmopalpus lignosellus*
(Zeller, 1848) (Lepidoptera:
Pyralidae)

De acordo com a descrição feita por Zucchi et al (1993) o adulto mede cerca de 15 a 20mm de envergadura (Fig. 3) com asas anteriores acinzentadas, sendo mais escuras nas fêmeas e a parte central marrom-clara nos machos, asas posteriores cinza-claras, semi-transparentes e palpo labial desenvolvido.

As fêmeas põem seus ovos na vegetação próxima a lavoura ou nas próprias plantas. Quando pequenas, as lagartas alimentam-se raspando o parênquima foliar. A medida que crescem, perfuram um orifício na planta ao nível do solo construindo aí uma galeria ascendente que vai aumentando de comprimento e largura com o crescimento da lagarta e o consumo de alimento. As plantinhas atacadas apresentam inicialmente um murchamento discreto assemelhando-se a um sintoma de estresse hídrico. Posteriormente, tombam e secam completamente.



FIG. 3. Adulto da broca-do-colo ou lagarta elasma: *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller).

Assim que ataca a planta, a lagarta constroe um abrigo de teia e grãos de areia próximo ao orifício de entrada da planta, nele permanecendo quando não está dentro da galeria. São muito ágeis, quando tocadas pulam incessantemente por alguns segundos, sendo este comportamento uma forma de livrar-se dos inimigos naturais.

Completamente desenvolvida, a lagarta mede 15 mm de comprimento (Fig. 4), de coloração cinza-azulada com faixas difusas, transversais avermelhadas (Zucchi et al 1993).



FIG. 4. Lagarta da broca-do-colo: *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller).

O ataque de *E. lignosellus* na cultura do caupi se dá normalmente em épocas de veranico e principalmente em solos de cerrados ou muito arenosos. Em condições irrigadas, a cultura é menos atacada. As plantas são sensíveis ao ataque até 30 dias após a germinação, quando então, o caule fica mais lenhoso, dificultando a penetração das lagartas. Portanto, até 30 dias após a germinação deve-se manter vigilância constante pois cada planta atacada é uma planta morta, atingindo a população de plantas/ha e conseqüentemente a produção.

Produtos para tratamento de sementes aplicados no solo ou no sulco de semeadura protegem eficazmente as plantas após a germinação, entretando, não se recomenda o tratamento preventivo dessa praga, uma vez que, se as condições climáticas forem favoráveis à cultura (sem veranico), dificilmente a população deste inseto chegará ao nível de dano econômico. Contudo, se no decorrer da condução da cultura ocorrer um ataque que mereça uma medida de controle, recomenda-se uma pulverização com o jato dirigido para o colo da planta.

Lagarta rosca: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1776) (Lepidoptera: Noctuidae)

Ataca as plantas na região do colo, seccionando-as. Permanece enterrada próximo às plantas atacadas durante o dia e à noite, sai para se alimentar, atacando outras plantas. Aquelas totalmente seccionadas tombam e murcham rapidamente. As mais desenvolvidas, quando atacadas pela lagarta, conseguem se recuperar, em parte, mas a produção é afetada. As plantas mais visadas pela lagarta-rosca são as que acabam de germinar. Alguns dias após a germinação, o caule começa a ficar mais lenhoso, oferecendo resistência ao ataque da praga.

A lagarta de *A. ipsilon*, de acordo com a descrição feita por Zucchi et al (1993), mede em torno de 45 mm de comprimento, de coloração marrom-acinzentada, robusta, com tubérculos pretos em cada segmento (Fig. 5). Cápsula cefálica lisa, marrom-clara, com a sutura adfrontal chegando ao vértice da cabeça. O adulto é uma mariposa que, segundo os mesmos autores, mede 40 mm de envergadura, apresentando asas anteriores de coloração marrom e posteriores branca hialina com o bordo lateral acinzentado.



FIG. 5. Lagarta rosca: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Foto: Nakano, 1983).

O tratamento das sementes para o plantio ou a aplicação do produto no sulco de plantio é uma medida preventiva de controle da lagarta rosca, prática essa que só deverá ser tomada caso exista necessidade de controle de outras pragas. Após a cultura instalada, caso exista um ataque que mereça uma medida de controle, aconselha-se uma pulverização dirigida para o colo da planta.

PRAGAS DA PARTE AÉREA:

São as pragas que atacam as partes acima do colo da planta como os ramos, folhas e órgãos reprodutivos como as flores, vagens e grãos.

• Pragas das folhas:

Algumas pragas atacam as folhas sugando-lhes a seiva, injetando toxinas, vírus e outros microorganismos causadores de doenças, outras consumindo o limbo e diminuindo a área fotossintética das plantas e ao contrário do que muitos pensam, o caupi é uma leguminosa sensível ao desfolhamento. Dados de Car-

valho (1987) e Carneiro et al. (1987) mostraram que desfolhas de 25% aos 25 dias após a emergência das plantas determinaram uma perda de aproximadamente 40% na produção, sendo essa perda maior quanto maior for a desfolha e quanto mais próximo do estágio reprodutivo da planta.

Desta forma, o nível de desfolha que vai determinar o momento ideal para a aplicação de um controle vai depender do estágio de desenvolvimento da planta. Por outro lado, cada espécie de inseto tem um potencial de danos diferente, que deve ser levado em conta na análise da população de cada praga.

As principais pragas desfolhadoras do caupi são:

Vaquinhas:

As espécies de vaquinhas mais comuns em caupi de acordo com Santos et al. (1982) são: *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) e *Cerotoma arcuata* (Olivier, 1791) (Coleoptera: Chrysomelidae).

Os adultos dessas espécies medem aproximadamente 4 mm de comprimento. Os de *D. speciosa* são de coloração verde e amarela e os de *C. arcuata*, preta e amarela (Figs. 6 e 7).



FIG. 6. Adulto de vaquinha: *Diabrotica speciosa* (Germar).



FIG. 7. Adulto de vaquinha: *Cerotoma arcuata* (Olivier).

As fêmeas dessas pragas põem seus ovos nas plantas próximos ao solo. Os ovos de *C. arcuata* são elípticos e amarelados, enquanto que os de *D. speciosa* são branco-amarelados. Após cerca de sete dias as larvas eclodem e passam a alimentar-se das raízes das plantas. As larvas de *C. arcuata* são alongadas e chegam a medir cerca de 10 mm de comprimento e as de *D. speciosa* são brancas com a cabeça marrom, corpo alongado e placa quintinizada escura no último segmento abdominal e quando completamente desenvolvidas chegam a medir 10 mm de comprimento (Zucchi et al, 1993).

O ataque desses insetos nas raízes das plantas de caupi pode ser confundido com o ataque de outros insetos subterrâneos, entretanto, ao analisar 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 caupi é muito esporádico, entretanto, é uma praga em potencial, podendo a qualquer momento atingir níveis de danos econômicos.

Os produtos para tratamento de sementes ou aplicação no sulco de plantio podem ser empregados para controle das larvas, entretanto não se recomenda fazer o tratamento preventivo, devido à sua esporadicidade.

Os adultos alimentam-se das folhas e esporadicamente das vagens (Fig. 8) e atacam as folhas logo que as plantas emitem os primeiros folíolos. Uma grande população de vaquinhas pode ocasionar grandes perdas da área foliar e nesses casos convém uma análise do percentual de perdas nas folhas e o que essas perdas irão influenciar no rendimento da cultura, para então, ser tomada uma decisão de controle. Entretanto, os maiores danos ocasionados por esses insetos são a sua capacidade de transmitir vírus. *C. arcuata* e *D. speciosa* transmitem o vírus do mosaico severo do caupi com taxas de transmissibilidade de 40% para ambas as espécies, segundo Silva & Santos (1992).

O controle dos adultos visando a diminuição de plantas infectadas por vírus não é uma prática recomendável, por outro lado, a Embrapa Meio-Norte já lançou diversas cultivares com resistências múltiplas a vírus (Fig. 20). O uso dessas cultivares é a forma mais correta para se evitar a contaminação da lavoura por viroses. No entanto, caso haja necessidade de um controle visando a diminuição da população devido ao grande consumo de área foliar, pode-se utilizar produtos em pulverização, dando-se preferência aos produtos menos tóxicos e mais seletivos.

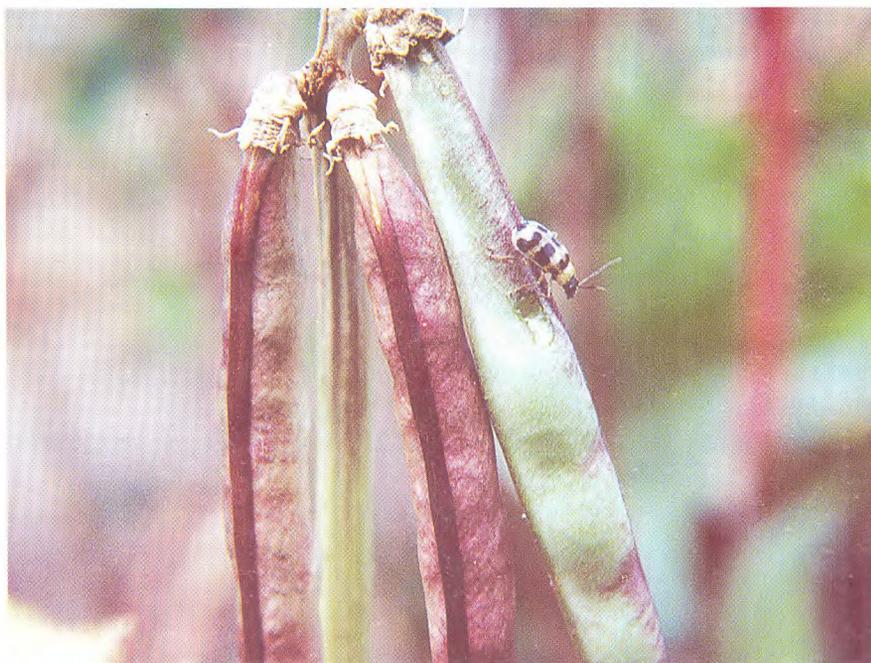


FIG. 8. Adulto de vaquinha: *Cerotoma arcuata* (Olivier) alimentando-se de vagem.

Lagartas desfolhadoras:

Lagarta-do-cartucho do milho, lagarta dos milharais ou lagarta militar:

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

A lagarta-do-cartucho ou lagarta militar é uma das principais pragas da cultura do caupi, pode ocorrer em qualquer época em que a planta é cultivada e seu ataque pode iniciar-se logo nos primeiros dias após a emergência das plantas, período em que elas são muito sensíveis ao desfolhamento, conforme Carneiro et al. (1987).

As lagartas completamente desenvolvidas medem cerca de 35 mm de comprimento (Fig. 9), corpo cilíndrico de coloração marrom-acinzentada no dorso e esverdeada na parte ventral e subventral, apresentando nessa última parte manchas de coloração marrom-avermelhada (Cruz et al., 1999).



FIG. 9. Lagarta militar, dos milharais ou do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith).

Os adultos são mariposas de aproximadamente 30 a 35 mm de envergadura com asas anteriores de coloração marrom-acinzentada, tendo os machos, manchas no ápice bem visíveis, enquanto que, nas fêmeas são quase imperceptíveis (Fig. 10). Em ambos os sexos as asas posteriores são esbranquiçadas e hialinas.

Uma fêmea põe cerca de 2000 ovos, aproximadamente 200 por postura, colocados em massas recobertas por pelos da própria mariposa, próximas às culturas ou sobre a própria planta. Após 3 dias, aproximadamente, eclodem as lagartas, que, a princípio, raspam o parênquima foliar ao redor da postura, se espalham e iniciam a raspagem do limbo das folhas novas e 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. Nesse período, quando passa por cinco estágios de desenvolvimento, consome cerca de 200 cm² de folha, sendo que o maior consumo se dá nos dois últimos estágios.



FIG. 10. Adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith): fêmea – esquerda e macho – direita.

Um comportamento de *S. frugiperda* é o de seccionar as plantas ainda novas na região do colo, provocando o tombamento das mesmas à semelhança do ataque da lagarta rosca *A. ipsilon*. O conhecimento das características das duas lagartas é de fundamental importância para a identificação das espécies e tomada de decisão quanto a medida de controle.

O controle mais indicado para essa praga é o biológico através da aplicação do *Baculovirus spodoptera*. Este inseticida biológico é produzido a partir de lagartas infectadas por este vírus. Conforme recomendações de Valicente & Cruz (1991) a aplicação do

baculovirus pode ser feita a partir de lagartas infectadas maceradas em água ou do vírus formulado em pó molhável. Outro produto biológico também recomendado é o *Bacillus thuringiensis*. Esses bioinseticidas são mais eficientes quando aplicados nas lagartas ainda pequenas, no máximo 1,5 cm de comprimento ou quando as plantas estão com os sintomas de folhas raspadas.

A liberação de parasitóides como *Trichogramma* na cultura é também uma prática recomendável. Cruz et al (1999) recomendam a liberação de cerca de 100 000 indivíduos por hectare quando aparecerem as primeiras posturas ou adultos da praga.

Lagarta dos capinzais ou mede-palmo:

Mocis latipes (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae)

A lagarta-dos-capinzais, *M latipes*, é uma praga esporádica, entretanto, quando ocorrem condições favoráveis, seu ataque tem-se mostrado devastador na cultura do caupi.

O adulto dessa espécie é uma mariposa de aproximadamente 35 mm de envergadura, de coloração pardo-acinzentada e asas com uma faixa transversal pós-mediana mais escura nas anteriores e mais clara nas posteriores (Fig. 11).



FIG. 11. Adulto de *Mocis latipes* (Guenée).

As lagartas completamente desenvolvidas podem chegar a medir cerca de 55 mm de comprimento. De coloração geralmente parda com ligeiras variações, em geral, para a tonalidade clara, possuem duas faixas escuras longitudinais limitadas por duas faixas amareladas (Fig. 12). Uma das características dessa lagarta é a forma como ela caminha, “medindo palmo”, devido aos dois primeiros pares de falsas pernas serem atrofiados, daí a derivação de um de seus nomes comuns em algumas regiões do Brasil. Essa lagarta também tem uma forma peculiar de alimentar-se, consome apenas a parte mais tenra da folha, deixando a nervura principal.

Como se trata de uma praga esporádica, é necessário uma vigilância constante na lavoura pois seus ataques normalmente constituem-se em um surto populacional muito grande, podendo em qualquer época de desenvolvimento da planta ocorrer um ataque 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 a toxicologia e ao meio ambiente.



FIG. 12. Lagartas de *Mocis latipes* (Guenée).

Lagarta preta das folhas: *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856)
(Lepidoptera: Noctuidae)

As mariposas (Fig. 13) medem aproximadamente 40 mm de envergadura, de coloração parda com asas anteriores que possuem muitos riscos ou desenhos brancos que se interceptam e asas posteriores brancas (Silva & Magalhães, 1980 e Gallo et al., 1988).



FIG. 13. Mariposa de *Spodoptera latifascia* (Walker).

As lagartas (Fig. 14) no seu total desenvolvimento chegam a medir cerca de 40 mm a 50 mm de comprimento e têm uma coloração que varia do pardo ao quase negro e são aveludadas. Nos bordos laterais encontram-se listras longitudinais de cor alaranjada marcadas sucessivamente por áreas esbranquiçadas (Santos & Quinderé, 1988).

Na região Norte, em especial no Estado do Amazonas, essa praga, segundo Nogueira (1981), chega a destruir completamente a lavoura. Nas demais regiões produtoras de caupi 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 (Fig. 15).

Em casos de altas populações que possam afetar a produção recomendam-se as medidas de controle citadas para *S. frugiperda* e *M. latipes*.



FIG. 14. Lagarta de *Spodoptera latifascia* (Walker) alimentando-se de folha de caupi.



FIG. 15. Lagarta de *Spodoptera latifascia* (Walker) alimentando-se de vagem de caupi.

Pragas sugadoras das folhas:

Cigarrinha verde: *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957)
(Hemiptera: Cicadellidae).

Trata-se de um pequeno inseto de coloração verde (Fig. 16), o adulto de acordo com Moraes (1981) mede aproximadamente 3 mm de comprimento. Adultos e ninfas localizam-se sempre na face inferior das folhas onde se alimentam. As fêmeas depositam seus ovos ao longo das nervuras (Carlson & Hibbs, 1962) dando preferência pela central. Uma das características desse inseto é a forma peculiar de caminhar, sempre de lado.

Esse inseto conforme Moraes & Ramalho (1980) é uma das principais pragas de *V. unguiculata* no Nordeste, especialmente durante os meses mais quentes e secos (Santos et al., 1977 e Leite Filho & Ramalho 1979).

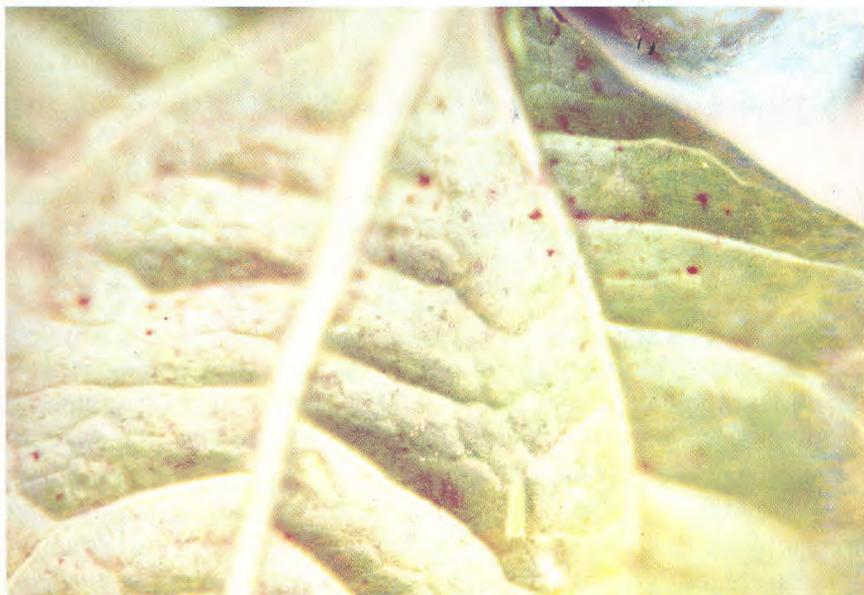


FIG. 16. Ninfa da cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore) em folha de caupi.

De acordo com Cavalcante et al. (1975) o ataque dessa praga provoca enfezamento nas plantas, as quais ficam com os folíolos enrolados ou arqueados (Fig. 17). Tais sintomas, conforme os mesmos autores, são provocados pela introdução de substâncias tóxicas durante a alimentação na planta, induzindo anomalia de caráter

sistêmico. Moraes et al. (1980) mencionam que os maiores danos são causados quando a incidência do inseto se dá no período próximo do florescimento e continua até a formação dos grãos.



FIG. 17. Sintomas de enfezamento das plantas, folíolos enrolados, devido a injeção de toxinas pela cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore).

Dados de Moraes et al. (1980) indicam que as perdas em plantas não protegidas podem chegar a 39,8% sendo aproximadamente estes mesmos percentuais de perdas encontrados na Nigéria, conforme IITA (1973, 1974 e 1975).

Devido ao hábito das ninfas e adultos permanecerem na face inferior das folhas para se alimentarem, os inseticidas de contato devem ser aplicados de forma a atingir essa superfície, por outro lado, os produtos sistêmicos ou que agem por fumigação ou ação translaminar, as pulverizações podem ser feitas na superfície superior das folhas que atingirão os insetos na superfície oposta.

O fungo *Zoopthora radicans* ocorre naturalmente infectando 50% a 70% dos insetos em épocas chuvosas e o fungo *Hirsutella* sp. tem sido observado na região litorânea do Ceará (Quintela et al., 1991).

Pulgões:

Ocorrem no caupi as espécies *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Moraes & Ramalho, 1980); *Aphis gossypii* (Glover, 1876) e *A. fabae* (Scopoli, 1763) (Hemiptera: Aphididae) (Santos et al., 1982).

São insetos pequenos, com cerca de 1,5 mm de comprimento, de coloração variando do amarelo-claro ao verde-escuro. Vivem em colônias, sob as folhas, brotos novos e flores (Fig. 18).



FIG. 18. Planta de caupi atacada por pulgão: Folhas, ramos, flores e vagens.

Os pulgões se alimentam sugando a seiva das plantas, injetando toxinas e transmitindo viroses.

A ação de sucção dos pulgões provoca o encarquilhamento das folhas, ou seja, seus bordos voltam-se para baixo, e a deformação dos brotos. Por serem alimentados exclusivamente de seiva, esses insetos eliminam grandes quantidades de um líquido adocicado do qual se alimentam as formigas que, em contrapartida, os protegem dos inimigos naturais. Essa substância adocicada serve também de substrato para o desenvolvimento de um fungo denominado comumente de “fumagina”, de coloração escura (Fig. 19) que pode cobrir totalmente a superfície foliar da planta, prejudicando os mecanismos de fotossíntese e respiração.



FIG. 19. Planta de caupi atacada por pulgões e exibindo sintomas de “mela e fumagina”.

Com o decorrer do tempo e com o 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.

Para a contaminação da planta por um vírus nem é preciso a instalação de colônia de pulgões, basta a picada de um inseto contaminado. Por isso, é importante o controle preventivo com o uso de um produto que tenha ação de contato, pois essa ação possibilita a eliminação do inseto antes da picada de prova, que seria suficiente para a transmissão do vírus.

No início do ciclo da cultura, pode-se utilizar um inseticida de efeito residual longo, e outro de efeito residual mais curto, quando se estiver próximo da colheita.

Por outro lado, a utilização de cultivares resistentes dispensa a utilização de inseticidas para controlar os vetores e evitar a contaminação da lavoura pelas viroses. Neste sentido, a Embrapa Meio-Norte coordena, em nível nacional, o Programa de Pesquisa de Caupi e dispõe em seu Banco de Germoplasma algumas variedades (Fig. 20) com resistência múltipla a diversos vírus,

inclusive ao transmitido pelos pulgões (Santos & Freire Filho, 1986; Cardoso et al., 1987; Cardoso et al., 1988; Cardoso et al., 1990; Cardoso et al., 1991 e (Freire Filho et al., 1994).



FIG. 20. Variedades de caupi com resistência múltipla a vírus.

Os pulgões são também facilmente controlados por predadores como *Eriopsis connexa* (Germar, 1824), *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) e *Coleomegilla maculata* (De Geer, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae) e por *Pseudodoris clavatus* (Fabricius, 1784) (Diptera: Syrphidae) (Moraes & Ramalho, 1980).

Moscas brancas: *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 (Hemiptera: Aleyrodidae)

A mosca branca é um inseto pequeno, cerca de 1,5 mm de comprimento (Fig. 21), com dois pares de asas brancas com cabeça e abdômen amarelados. Ao contrário do que muitos pensam as moscas brancas não são moscas (Ordem Diptera). A posição sistemática atual é de que pertencem a Ordem Hemiptera.

Até o ano de 1995 a *Bemisia tabaci* era a única espécie de mosca branca que causava danos a cultura do caupi, não pela sua ação direta, mas por ser vetora do Vírus do Mosaico Dourado do Caupi (VMDC) (Fig. 22) do grupo Geminivírus (Santos, 1982).



FIG. 21. Adultos e ninfas de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring em folha de caupi.

A partir daquele ano com a chegada no Nordeste, principalmente nos polos produtores de caupi, de outra espécie de mosca branca, *Bemisia argentifolii* a cultura passou a ser alvo não somente de mais um vetor do VMDC, mas também de uma espécie de mosca branca mais agressiva, passando a causar danos diretos pela sucção de seiva e injeção de toxinas na planta causando deapuperamento da mesma.



FIG. 22. Folhas de caupi com sintomas do Mosaico Dourado do Caupi transmitido pela mosca branca.

Além desses danos, quando sua população está elevada, suas fezes adocicadas “mela” servem de substrato para o desenvolvimento da fumagina (Fig. 23) que ao cobrirem parcial ou totalmente as folhas prejudicam o mecanismo de respiração e fotossintetização das plantas.

Uma proposta para o manejo da mosca branca em feijão caupi, incluindo o uso de variedades resistentes ao VMDC (Fig. 20), foi elaborada por Silva et al (1998). Neste trabalho foram contemplados várias práticas culturais e medidas de controle além de amostragens e níveis de danos para a referida praga.



FIG. 23. Folhas de caupi atacada por mosca branca e exibindo sintomas de “mela” e fumagina.

Minador das folhas: *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyziidae).

Trata-se de uma pequena mosca de aproximadamente 1,5 mm de comprimento com olhos amarronzados e abdômen amarelado (Fig. 24). A postura é endofítica e uma fêmea pode ovipositar cerca de 500 ovos que passam por um período de três dias de incubação (Santos & Quinderé, 1988 e Quintela et al., 1991). Ao eclodirem as pequenas larvas vão abrindo galerias irregulares (Fig. 25) a medida que se alimentam do conteúdo interno das folhas. Essas galerias aumentam de tamanho e diâmetro a medida que as larvas vão se desenvolvendo, passando aproximadamente 14 dias por este estágio, quando então empupam dentro da própria mina, atingindo a fase adulta em aproximadamente sete dias (Santos & Quinderé, 1988 e Quintela et al., 1991).



FIG. 24. Adulto da mosca minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard).

Segundo Moraes & Ramalho (1980) os danos dessa praga são devidos à redução da área fotossintética e são mais severos nos meses mais quentes e secos.

Observações em campos de caupi e outras culturas atacadas por moscas minadoras têm indicado que grandes surtos ocorrem quando o produtor utiliza produtos de largo espectro (pouco seletivos) no início dos cultivos, com isto, os inimigos naturais são praticamente destruídos, possibilitando o desenvolvimento rápido da praga. Ramalho & Moreira (1979) constataram o parasitismo dessa espécie por *Chrysocharis* sp., *Chrysotomya* sp. e *Diglyphus* sp. (Eulophidae). Esses parasitóides são responsáveis pela manutenção da praga em níveis toleráveis pela cultura quando o produtor não utiliza inseticidas ou, quando utiliza, usa produtos mais seletivos.



FIG. 25. Sintomas de ataque da mosca minadora em folhas de caupi.

▪ Pragas dos órgãos reprodutivos:

Percevejos:

Percevejo vermelho do caupi: *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775)
(Hemiptera: Coreidae)

Corpo com partes amarelo-alaranjadas e outras avermelhadas medem ao redor de 25 mm de comprimento e possuem pernas posteriores com fêmures volumosos avermelhados e com grandes números de pequenos espinhos escuros (Fig. 26). As fêmeas fazem posturas nas folhas, cerca de 80 ovos (Quintela et al, 1991), em média 09 por postura (Freitas Jr. et al, 1987). Após a eclosão das ninfas, essas passam a alimentar-se sugando as vagens, passam por cinco estágios ninfais e quando adultos continuam a alimentar-se das vagens, passando, portanto, 35 dias da fase ninfal e 45 da fase adulta (Fritas Jr. et al, 1987) totalizando 80 dias de alimentação em média, nas vagens.



FIG. 26. Adulto do percevejo vermelho do caupi *Crinocerus sanctus* (Fabricius).

Percevejo pequeno da soja: *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837
(Hemiptera: Pentatomidae)

Os ovos dessa espécie são de coloração preta, em forma de barril, dispostos em massas constituídas por filas paralelas contendo cerca de 15 a 20 ovos.

No primeiro estágio, as ninfas apresentam hábito gregário, concentrando-se em colônias, normalmente próximas à postura. Com o seu desenvolvimento, efetuado através de cinco instares, dispersam-se sobre as diversas partes das plantas. 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 (Fig. 27). No final da sua vida pode apresentar coloração amarelada (Gazzoni et al, 1981).

Essa espécie é a mais abundante e juntamente com *C. sanctus*, compreendem cerca de 70% da população de percevejos na cultura do caupi.



FIG. 27. Adulto do percevejo pequeno da soja: *Piezodorus guildinii* Westwood.

**Percevejo verde da soja: *Nezara viridula* Linnaeus, 1758
(Hemiptera: Pentatomidae)**

Os ovos do percevejo verde são colocados na face inferior das folhas, em massas de forma hexagonal, contendo cerca de 100 ovos. No início, apresentam coloração amarelo-palha, sendo que, próximo à eclosão das ninfas, os ovos assumem à coloração rosa-da com manchas avermelhadas, em forma de “Y” ou “V”, no topo dos mesmos. Após a eclosão, as ninfas de primeiro estágio permanecem agregadas em torno da postura ou movimentam-se em colônias sobre as plantas. Neste estágio apresentam coloração alaranjada. No segundo estágio, quando as ninfas apresentam cor geral preta, também pode ser observado seu agrupamento em colônias sobre as plantas.

A partir do quarto estágio, as ninfas assumem coloração verde, com manchas amarelas e vermelhas sobre o dorso. Sob determinadas condições, tanto as ninfas do quarto como as do quinto estágio podem apresentar coloração preta na parte dorsal do abdômen.

Na fase adulta, conforme indicado por seu nome comum, o percevejo apresenta coloração verde, tendo manchas vermelhas nos últimos segmentos de suas antenas. (Fig. 28)



FIG. 28. Adulto do percevejo verde da soja *Nezara viridula* L..

No ato da alimentação, os percevejos injetam toxinas nos grãos e nos orifícios deixados pelo aparelho bucal dos insetos penetram microorganismos que determinam o chochamento dos grãos causando depreciação do produto no ato da comercialização. Além disso, as toxinas atingem as plantas determinando uma redução em sua produtividade.

O controle desses insetos deve ser feito logo que a população atinja um nível populacional elevado utilizando-se produtos em pulverização, escolhendo-se aqueles mais seletivos aos inimigos naturais e menos tóxicos ao homem.

Lagartas:

***Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832) (Lepidoptera: Phycitidae)**

O adulto é uma mariposa com cerca de 20 mm de envergadura, com asas anteriores de cor cinza e posteriores, de coloração cinza-claro, com franjas brancas nas bordas. A lagarta tem o corpo verde-claro e a cabeça escura quando nova, e corpo rosado quando bem desenvolvida, medindo, aproximadamente 20 mm de comprimento no seu máximo desenvolvimento (Santos & Quinderé, 1988).

Os ovos são depositados nas flores ou nas vagens. As lagartas após a eclosão abrem um orifício nas vagens e se alimentam dos grãos verdes. Nos orifícios de entrada das lagartas as vagens apresentam um estrangulamento e são encontradas fezes obstruindo-os (Moraes, 1982) o que indica a sua presença no interior das vagens.

***Maruca testulales* (Geyer, 1832) (Lepidoptera: Pyraustidae)**

O adulto de maruca (Fig. 29) é uma mariposa com aproximadamente 20 mm de envergadura e de coloração marrom-claro, apresentando nas asas áreas transparentes, por falta de escamas (Santos & Quinderé, 1988 e Quintela et al., 1991). Tem longevidade aproximadamente de sete dias e a fêmea oviposita em média 150 ovos nas gemas de folhas e flores. O período de incubação dos ovos está em torno de cinco dias e as lagartas passam por cinco ínstaes e alimentam-se nesse período de pedúnculos, flores e vagens. A penetração das lagartas nas vagens ocorre principalmente no ponto de contato dessa com as folhas, ramos ou outra vagem (Moraes, 1982). O orifício de entrada da lagarta da *Maruca* embora possa apresentar sinais de excrementos permanece sempre aberto e sem estrangulamento na vagem (Fig. 30).

A ocorrência tanto de *E. zinckenella* quanto de *M. testulales* é esporádica, mas quando ocorre com grandes populações os danos podem ser significativos. Para o controle dessas pragas deve-se dar preferência aos produtos de carência curta e a aplicação dirigida para as vagens, local preferido para o seu ataque.

Manhoso: *Chalcodermus bimaculatus* (Fiedler, 1936) (Coleoptera: Curculionidae)

Em alguns estados do Nordeste é considerado uma das principais pragas do caupi, no entanto, nos Estados do Piauí e Maranhão é de ocorrência esporádica, ocorrendo com mais freqüência em cultivos irrigados e consecutivos.

O adulto é um besouro com aproximadamente 5 mm de comprimento, de coloração preta (Fig. 31). Alimenta-se de folhas, ramos, mas principalmente das vagens. Quando se alimenta em plantas jovens pode transmitir virose como o Mosaico Severo do Caupi (Silva & Santos, 1992).

Os adultos fazem orifícios nas vagens que podem ser de alimentação e de postura (Fig. 31). Os orifícios de postura são feitos pelas fêmeas através da inserção do seu aparelho bucal na vagem 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.



FIG. 29. Adulto de *Maruca Testulales* (Geyer).



FIG. 30. Vagem de caupi apresentando sintomas de ataque de *Maruca Testulales* (Geyer).



FIG. 31. Manhoso: *Chalcodermus bimaculatus* (Fiedler) alimentando-se de vagem de caupi. Vagens apresentando pontos escuros, orifícios de posturas e alimentação.

Cada fêmea pode ovipositar em média 120 ovos (Quintela et al., 1991), um ovo em cada orifício de postura.

As larvas são recurvadas e branca-leitosas, chegam a medir aproximadamente 6 mm de comprimento quando completamente desenvolvidas. Uma larva pode consumir completo ou parcialmente um grão. Após seu completo desenvolvimento, que se dá no interior do grão, as larvas abandonam as vagens para empuparem no solo. Essa fase se completa em duas semanas aproximadamente (Quintela et al., 1991).

O controle das larvas no interior dos grãos ou vagens verdes é muito difícil por causa da dificuldade de penetração dos inseticidas e, por terem elas aparelho bucal mastigador, os produtos de ação somente sistêmicos se tornam ineficazes. Para o controle dos adultos a aplicação de produtos com ação de contato e ingestão seriam mais recomendados com as pulverizações dirigidas para as vagens, alimento preferido pelo inseto adulto.

Segundo Quintela et al., 1991, 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 destruição dessas larvas são práticas que podem diminuir a reincidência da praga nas safras subsequente. Outras práticas para o controle de *C. bimaculatus* são sugeridas pelos mesmos autores 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

Normalmente as pragas que ocorrem por ocasião do armazenamento provêm do campo, a isto, é o que se chama de infestação cruzada. A infestação pode ser feita através de ovos, larvas ou adultos, que juntamente com as vagens, grãos ou sacarias, chegam aos armazéns, infestando também os grãos já existentes. Por outro lado, grãos sadios provenientes do campo podem ser infestados nos armazéns quando medidas preventivas de controle não são tomadas. Portanto, a contaminação inicial pode ocorrer tanto no campo como nos armazéns.

As principais pragas que atacam o caupi em condições de armazenamento são:

Traça: *Plodia interpunctella* (Huebner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae)

São pequenas mariposas (Fig. 32) de aproximadamente 20 mm de envergadura, cabeça e tórax avermelhados, asas anteriores com dois traços distais também avermelhados e com o terço basal de coloração acinzentada, com alguns pontos escuros nítidos (Gallo et al., 1988). As lagartas são de coloração branco-rosadas que se tornam mais escuras quando próximas de empuparem. Nesse período, tecem um casulo de teia e restos de alimento e excremento (Fig. 32) entre os próprios grãos, sacarias ou frestas das paredes. Uma fêmea oviposita de 100 a 400 ovos distribuídos isoladamente ou agrupados sobre os grãos (Gallo et al., 1988).



FIG. 32. Traça: *Plodia interpunctella* (Huebner) nas fases de larva pupa e adulto.

Por terem o corpo mole essa traça não penetra profundamente em grãos armazenados a granel, atacando mais os grãos da superfície, principalmente aqueles trincados ou quebrados. Quando armazenados em sacarias, são mais atacados.

Caruncho do feijão: *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae)

São besouros de aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentando nos élitros manchas amarronzadas que em repouso formam um “X” (Fig. 33), vivem cerca de 5 a 8 dias. As fêmeas põem em média 80 ovos segundo Quintela et al. (1991) nas superfícies dos grãos. Ao eclodirem, as larvas penetram nos mesmos alimentando-se do conteúdo interno. Dentro dos grãos, transformam-

se em pupas e, após a emergência, os adultos perfuram um orifício de saída (Fig. 33), e fora dos grãos, reiniciam o ciclo biológico.

O controle de *P. interpunctella* e *C. maculatus*, pelo fato de apresentarem infestação cruzada e proporcionarem a contaminação dos armazéns, deve obedecer ao seguinte esquema para os grãos armazenados em sacarias:



FIG. 33. Adulto de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) em grãos apresentando ovos e orifício de saída dos insetos .

- a) No período da entressafra, os armazéns devem ser limpos e desinfestados, com aplicação de inseticidas por meio de pulverização, polvilhamento ou nebulização, procurando atingir principalmente os locais de esconderijo dos insetos, como cantos de paredes, fendas dos trados, rachaduras de pisos e paredes, locais escuros, etc.
- b) Realização de expurgo em todo o material a ser estocado e posteriormente, pulverização ou polvilhamento das superfícies do material expurgado.
- c) Fazer monitoramento dos grãos armazenados, fazendo mensalmente uma amostragem de cada lote e expurgando novamente aqueles infestados.

EXPURGO:

Segundo Gallo et al. (1988), expurgo é a operação que visa a eliminação dos insetos que se encontram nos produtos armazenados em suas diversas fases de desenvolvimento, procurando atingir uma eficiência de 100% no controle.

Na operação de expurgo, são empregados defensivos conhecidos como fumigantes sendo o fosfeto de alumínio (fosfina) o mais utilizado atualmente (Fig. 34).



FIG. 34. Pastilhas de fosfina para expurgo de grãos armazenados.

A operação de expurgo pode ser realizada com os grãos a granel ou ensacados. A granel, os grãos são depositados em silos verticais, horizontais ou armazéns graneleiros.

Na operação de expurgo em grãos acondicionados em sacos, seguem-se as seguintes etapas:

1ª. Empilhamento da sacaria sobre estrados de madeira (Fig. 35);

2ª. Cobertura da sacaria com um lençol impermeável de forma que as laterais do lençol se estendam sobre o piso cerca de 1,0m (Fig. 36);

3ª. Disposição das “cobras de areia” sobre as laterais do lençol que se estendem sobre o piso de forma que o lençol fique em contato com este e evite a saída dos gases do inseticida (Fig. 36).

4ª. Deixar um dos lados da pilha sem as “cobras de areia” para dar acesso à pessoa que vai colocar as pastilhas de fosfina (inseticida). Após a colocação das pastilhas, vedar o acesso colocando as “cobras de areia” no local do acesso.

5ª. Distribuir as pastilhas de fosfina na quantidade recomendada pelo fabricante em diferentes locais da pilha de sacos;

6ª. Obedecer ao período de exposição dos grãos e de carência.



FIG. 35. Sacos de feijão empilhados sobre estrados de madeira para serem expurgados.



FIG. 36. Lençol impermeável cobrindo a sacaria em expurgo. Sobre o lençol, detalhe das “cobras de areia” pressionando o lençol contra o piso para evitar a saída dos gases .

Em grãos armazenados em silos ou armazéns graneleiros, normalmente as pastilhas de fosfina são adicionadas aos grãos na esteira de carregamento, em doses recomendadas, à medida que esses locais estão sendo carregados com os grãos.

É importante ressaltar que a fosfina é um gás inodoro, portanto, o odor de etileno “carbureto” (gás de alerta) é para alertar as pessoas que trabalham com este produto ou se encontrem nas proximidades dos locais onde a mesma está sendo usada, que a fosfina está no ambiente.

A pastilha do inseticida começa a liberar o gás venenoso uma hora após entrar em contato com o ar, entretanto, dependendo das condições de temperatura e umidade, este tempo pode ser mais reduzido. Neste sentido, aconselha-se que a distribuição do produto pelas sacarias, seja o mais breve possível e, após a aplicação, evitar a presença de pessoas e animais no local.

Referências

- BASTOS, J. A. M. **Principais pragas das culturas e seus controles**. São Paulo, Nobel, 1982. 329p.
- CARDOSO, M. J.; SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R. **BR 10 PIAUÍ**: nova cultivar de feijão macassar para o Piauí. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1987. 3p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico,33).
- CARDOSO, M. J.; SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R.; FROTA, A. B. **BR 12 CANINDÉ**: cultivar de feijão macassar precoce com resistência múltipla a Vírus. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1988. 3p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico,39).
- CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R; ATHAYDE SOBRINHO, C. **BR 14 MULATO**: nova Cultivar de feijão macassar para o estado do Piauí. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1990. 4p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 48).
- CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Cultura do feijão macáassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) no Piauí**: aspecto técnicos. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1991. 43p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Circular Técnica, 9).
- CARNEIRO, J. da S.; SILVA, P. H. S. da, BEZERRIL, E. F. Efeitos de níveis e épocas de desfolhamento artificial sobre a produtividade do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em Teresina, Pi. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 2. Goiânia, Go. 1987. **Resumos**. Goiânia- Go. EMBRAPA/CNPAF, 1987. p. 12.
- CARLSON, O. V., HIBBS, E. T. Direct counts of the potato leafhopper, *Empoasca fabae*, eggs in *Solanum* leaves. **Ann Entomol. Soc. Amer.**, n.55, p.512-515, 1962.

- CARVALHO, E. J. da S. **Efeito da desfolha artificial em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sobre a produção de grãos.** Teresina: UFPI, 1987. 15p. Monografia de Graduação.
- CAVALCANTE, M. L. S.; CAVALCANTE, R. D. & CASTRO, Z. B. de. "Cigarrinha Verde" (*Empoasca* sp.) praga do feijão macassar (*Vigna sinensis*, Endl.) no Ceará. **Fitossanidade**. v.1, n.3, p.83-84, 1975.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. de L. C.; MATOSO, M. J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 40p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 30).
- FERREIRA, E., MARTINS, J. F. da S. **Insetos prejudiciais ao arroz no Brasil e seu controle.** Goiânia, EMBRAPA - CNPAF, 1984. 67p. (EMBRAPA- CNPAF. documentos, 11).
- FREIRE FILHO, F. R.; SANTOS, A. A. dos; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **BR 17 -GURGUÉIA:** nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1994. 6p. (EMBRAPA-CPAMN. Comunica-do Técnico, 61).
- FREITAS JUNIOR, J. B.; PÁDUA, L. E. de M., SILVA, P. H. S. da. **Biologia do percevejo vermelho do caupi *Crinocer* sanctus (Fabricius, 1775) (Hemiptera; Coreidae) sob condições de laboratório.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11. ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 1. Campinas, SP. 1987. **Resumos**, Campinas, SP. SEB. 1987. v. 1, p. 48.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; **Manual de Entomologia Agrícola.** São Paulo, Agronômica Ceres, 1988. 649 p.
- GAZZONI, D.; OLIVEIRA, E. B. de; CORSO, I. C.; FERREIRA, B. S. C.; VILAS BÔAS, G. L.; MOSCARDI, F., PANIZZI, A. R. **Manejo de pragas da soja.** EMBRAPA-CNPSO, 1981. p. 44. (EMBRAPA- CNPSO. Circular Técnica, 5).

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. **Ann. Report Grain Legume Improvement Program.** Ibadan. Nigeria: IITA. 79p., 1973.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. **Ann. Report Grain Legume Improvement Program.** Ibadan. Nigeria: IITA. 199p., 1974.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. **Ann. Report Grain Legume Improvement Program.** Ibadan. Nigeria: IITA. 219p., 1975.

LEITE FILHO, A. S., RAMALHO, F. S. Biologia de cigarrinha verde, *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 em feijão e feijão de corda. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v.8, n.1 p.93- 102, 1979.

MORAES, G. J.; OLIVEIRA, C. A. V.; ALBUQUERQUE, M. M. de.; SALVIANO, L. M. C., POSSIDIO, P. L. Efeito da época de infestação de *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (Cigarrinha verde do feijoeiro) (Homoptera: Typhlocibidae) na cultura de *Vigna unguiculata* Walp (feijão macassar). **An. Soc. Entomol. Brasil.** 9(1): 67-74, 1980.

MORAES, G. J., RAMALHO, F. S. **Alguns insetos associados a *Vigna unguiculata* Walp no Nordeste.** Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1980. 10p. (EMBRAPA- CPATSA. Boletim de Pesquisa, 1.).

MORAES, G. J., RAMALHO, F. S. **Insetos e ácaros associados a algumas culturas na região de Ouricuri, PE;** Práticas de controle em uso pelos agricultores. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1982. 36p. (EMBRAPA- CPATSA. Boletim de Pesquisa, 15.).

NAKANO, O. Principais pragas do feijão. **Correio Agrícola**, n. 2, p. 522 – 529, 1983.

NOGUEIRA, O. L. **Cultura do feijão caupi no Estado do Amazonas.** Manaus: EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1981. 21p. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. Circular Técnica, 4).

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P. das; QUINDERÉ, M. A. W., ROBERTS, D. W. Principales plagas del caupi en el Brasil. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991. p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 35).

- RAMALHO, F. S.; MOREIRA, J. O.T. Algumas moscas minadoras (Diptera; Agromyzidae) e seus inimigos naturais do Trópico Semi-Árido do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 31., Brasília, 1979. Suplemento de Ciência e Cultura, 31 (7): 8, 1979, **Resumos**.
- SANTOS, A. A. dos. Doenças do Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Estado do Piauí. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO CAUPI, 1., 1992, Goiânia. 1982. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAC, 1982. p. 99-100. (EMBRAPA-CNPAC. Documentos, 4).
- SANTOS, A. A. dos; FREIRE FILHO, F. R. Genótipos de caupi com resistência de campo ao vírus do mosaico dourado do caupi. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 4., Teresina. **Anais**. Teresina, EMBRAPA/UEPAE de Teresina, 1986. p. 191-203.
- SANTOS, J. H. R. dos; QUINDERÉ, M. A. W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATTE, E. E., **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 607 – 658.
- SANTOS, J. H.; VIEIRA, F. V., PEREIRA, L. **Importância relativa dos insetos e ácaros hospedados nas plantas do feijão-de-corda, nos perímetro irrigados do DNOCS, especialmente no Ceará**. 1. Primeira lista. Fortaleza, Centro de Ciências Agrárias da UFCE, 1977. 29p.
- SANTOS, A. A. dos; SILVA, P. H. S. da & MESQUITA, R. C. M. Insetos associados a cultura do caupi (*Vigna unguiculat* (L.) Walp) no Estado do Piauí. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO CAUPI, 1., Goiânia, 1982. **Resumos**. Goiânia, EMBRAPA/CNPAC, 1982. p. 60-1. (EMBRAPA/CNPAC. Documentos, 4).
- SILVA, A. B. & MAGALHÃES, B. P. **Insetos nocivos à cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) no Estado do Pará**. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980 22p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 3).
- SILVA, P. H. S. da; BLEICHER, E. ; CARNEIRO, J. da S. ; BARBOSA, F. R. ; HAJI, F. N. P. ; ALENCAR, J. A. de; ARAUJO, L. H. A. Proposta de manejo da mosca branca, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, em feijão *Vigna*. Brasília: EMBRAPA – SPI [1998]. Não paginado.

SILVA, P. H. S. da; SANTOS, A. A. dos. Insetos vetores de vírus do feijão macassar no estado do Piauí. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6, 1990, Teresina. **Anais**. Teresina. EMBRAPA/UEPAE de Teresina, 1992. p. 31-37.

VALICENTE, F. H., CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1991. 23p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 15).

ZUCCHI, R. A.; NETO, S. S.; NAKANO, O. Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139p.

CAPÍTULO X

OCORRÊNCIA E CONTROLE DE FITONEMATÓIDES NO FEIJÃO CAUPI NO MEIO-NORTE DO BRASIL

Gilson Soares da Silva¹

Introdução

O feijão caupi ou macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é um importante constituinte da dieta alimentar das populações rurais nordestinas. Cultivado por pequenos produtores, quase sempre em consórcio com outras culturas, especialmente milho e mandioca, apresenta baixa produtividade em função de vários fatores, destacando-se a ocorrência de doenças causadas por fitofungos, fitovírus e fitonematóides.

Diversas espécies de fitonematóides foram descritas e associadas ao feijão caupi no Brasil (Manso et al., 1994). Na região Meio-Norte, compreendida pelos Estados do Piauí e Maranhão, a fitonematofauna associada ao feijão caupi não difere muito daquela encontrada em outras regiões. Os fitonematóides mais freqüentes são *Aorolaimus holdemani*, *Criconemella* sp., *Helicotylenchus dihystera*, *H. multicinctus*, *Hemicycliophora* sp., *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *Paratrichodorus* sp., *Pratylenchus brachyurus*, *Trichodorus* sp., *Xiphinema brasiliense* e *Xiphinema* sp. (Lordello, 1981; Sikora et al., 1990; Manso et al., 1994)

Apesar desse grande número de espécies de fitonematóides, poucas têm se mostrado como importantes parasitos do feijão caupi. Destacam-se os fitonematóides formadores de galhas radiculares (*Meloidogyne* spp.) e os das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp). De acordo com Sasser (1989), as perdas na produção mundial do feijão caupi, devidas aos fitonematóides, atingem 15%. Nas condições brasileiras não se dispõem de estimativas de perda de produção, embora se saiba que, em determinados locais, as perdas devidas a *Meloidogyne* são elevadas, especialmente em solos arenosos (Moura, 1996).

¹Eng. Agr., D.Sc., professor e pesquisador da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) na área de Fitopatologia. E-mail: HYPERLINK "mailto:gilson@uema.br" 'gilson@uema.br

Fitonematóides formadores de galhas – Gênero *Meloidogyne*

▪ Sintomas

O sintoma mais característico do parasitismo dos fitonematóides das galhas em feijão caupi é a presença de galhas nas raízes (Fig. 1). Essas galhas são formadas em resposta à alimentação dos fitonematóides e resultam da hipertrofia e hiperplasia celular no cilindro central e parênquima cortical. As alterações anatômicas ocasionadas no cilindro central levam a um depauperamento da planta, impossibilitando-a de absorver água e nutrientes, refletindo-se em sintomas na parte aérea como deficiência mineral acentuada, murcha nas horas mais quentes do dia, menor crescimento e queda de produção.

Os danos às plantas variam com a população do fitonematóide presente no solo. Gupta (1979) verificou que *Meloidogyne javanica* a uma densidade de 1.000 a 10.000 juvenis em 500 ml de solo é suficiente para causar severa redução no crescimento do feijão caupi. Ali et al. (1981) observaram que pesadas infestações de *M. incognita* ocasionam uma significativa redução no número de nódulos, levando a uma deficiência acentuada de nitrogênio.

Em adição ao reduzido vigor das plantas de feijão caupi, devido aos danos do fitonematóide, plantas atacadas pelos fitonematóides das galhas são mais suscetíveis a fitofungos causadores de murcha vascular e apodrecimento de raízes.



FIG. 1. Sistema radicular do caupi, com galhas causadas por *Meloidogyne incognita*.

▪ Ciclo de vida

Logo após a eclosão, juvenis do segundo estágio migram no solo à procura de raízes da planta hospedeira, atraídos por exsudatos radiculares. A penetração ocorre, normalmente, próxima a coifa e os juvenis se movem intercelularmente no córtex até alcançarem o cilindro central onde se estabelecem e iniciam a sua alimentação.

Em resposta a enzimas secretadas pelas glândulas esofageanas do nematóide, as plantas respondem citologicamente, havendo a formação de células hipertrofiadas, multinucleadas, denominadas células gigantes, essenciais à alimentação e ao desenvolvimento do nematóide (Hussey, 1987). Iniciada a alimentação, os juvenis começam o seu desenvolvimento embrionário, passando por três ecdises até atingirem a fase adulta. As fêmeas adquirem a forma arredondada e se tornam sedentárias. Ao atingirem a fase adulta, as fêmeas iniciam a produção de ovos, depositados no interior de uma massa gelatinosa que flui pelo ânus, denominada massa de ovos.

O comprimento do ciclo de vida de *Meloidogyne* spp. é influenciado por diversos fatores, destacando-se a temperatura. A temperatura ótima para *M. incognita* e *M. javanica* está em torno de 25-30°C. Acima de 40°C e abaixo de 5°C, a atividade do nematóide é diminuída (Teixeira & Moura, 1994).

Fitonematóides das lesões radiculares – Gênero *Pratylenchus*

▪ Sintomas

Feijão caupi parasitado pela espécie *Pratylenchus brachyurus* não mostra sintomas característicos do ataque do fitonematóide. Na parte aérea, sintomas de deficiência mineral e redução do crescimento das plantas são notados em solos altamente infestados. Lesões necróticas superficiais, de coloração avermelhada, podem ser observadas na superfície das raízes. Em variedades muito suscetíveis, extensas necroses podem ocorrer, comprometendo todo o sistema radicular. Nas condições do Meio-Norte do Brasil sintomas severos do parasitismo de *P. brachyurus* ainda não foram observados.

▪ Ciclo de vida

Fitonematóides do gênero *Pratylenchus* são endoparasitos migradores. Penetram nas raízes, aí podem completar o seu ciclo

de vida ou ainda, quando as condições no interior das raízes não lhes são favoráveis, migram para o solo (Lordello, 1981).

Os ovos são depositados individualmente no interior das raízes ou no solo. Deles eclodem juvenis do 2º estágio, aptos a iniciarem o parasitismo. Após a eclosão, os juvenis penetram próximo à ponta da raiz, na região dos pêlos radiculares ou na junção das raízes laterais e migram intercelularmente para o parênquima cortical. Durante a alimentação, secreções das glândulas esofageanas degeneram as células, ocasionando a formação de lesões necróticas nos tecidos. A duração do ciclo de vida varia muito, dependendo principalmente da temperatura, levando aproximadamente quatro semanas para se completar entre 30-35°C.

Controle dos Fitonematóides dos gêneros *Meloidogyne* e *Pratylenchus*

Considerando-se as características da agricultura familiar, onde há uma ampla diversidade de culturas, associadas à inúmeras espécies de fitonematóides que ocorrem nessas situações, as medidas de controle, muitas vezes, são de difícil execução. Os métodos devem ser, econômicos, sustentáveis, apropriados às condições locais e aplicáveis naquela situação particular (Bridge, 1987). No controle dos fitonematóides parasitos do feijão caupi, vários métodos devem ser utilizados, de forma integrada, tais como.:

▪ Variedades resistentes

O controle dos fitonematóides do feijão caupi mediante o uso de variedades resistentes é o mais eficiente, prático e econômico. Ponte & Lemos (1988) recomendam as variedades 'Amélia' e 'Otília' como resistentes a *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*. Sharma (1981: 1983), avaliando diferentes genótipos de feijão caupi quanto à resistência a *M. javanica*, encontrou alguns materiais tolerantes, destacando-se 'CNCx 10-2E', 'CNCX 11-02 SE' e 'Vita 3'. Em outro experimento, o mesmo autor identificou 'CNC 0434', 'Vita 3' e 'Vita 7' como fontes de resistência a *M. javanica*. Silva (dados não publicados), em experimento em casa de vegetação, identificou as variedades 'BR-7 Parnaíba', 'BR-14 Mulato', 'Barrigudo' e 'Vita -7' como resistentes a *M. incognita*.

▪ Rotação de cultura

Esta é uma das práticas mais antigas e promissoras de controle de fitonematóides. No caso dos formadores das galhas, *Meloidogyne* spp., esse método tem se mostrado muito eficiente como já comprovado por diversos pesquisadores (Palti, 1981; McSorley & Gallaher, 1994; Bridge, 1996).

Para que esse método seja realmente eficaz, é necessário a identificação da espécie envolvida no parasitismo e, no caso particular de *M. incognita* e *M. arenaria*, a raça presente na área. Populações desses fitonematóides apresentam comportamento diferencial em relação a preferência por hospedeiros e são denominadas raças fisiológicas. Raças 1 e 2 de *M. incognita* já foram assinaladas em *Vigna sesquipedalis* no Estado do Maranhão (Silva, 1990; 1991).

Dependendo da situação local o arroz e o milho, por exemplo, podem ser uma boa opção uma vez que são culturas tradicionalmente cultivadas pelos agricultores e geram renda.

Na adoção da rotação de cultura tem que se levar em consideração, também, a presença de outros fitonematóides e a cultura subsequente a ser implantada. Em áreas infestadas por *P. brachyurus*, por exemplo, a rotação com gramíneas não é recomendada, pois essas plantas favorecem a multiplicação do fitonematóide.

▪ Plantas antagônicas

O uso de plantas com efeito antagônico a fitonematóides tem se mostrado bastante promissor. As plantas mais estudadas são as crotalárias (*Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, *C. retusa*), as mucunas (*Mucuna aterrima*, *M. stizolobii*) e o cravo de defunto (*Tagetes* spp.). Silva et al. (1990) verificaram forte efeito antagônico de *Crotalaria* spp. a *M. javanica*, *M. incognita*, *P. brachyurus* e *P. zeeae*.

Mais recentemente, diversas gramíneas têm sido estudadas quanto aos seus efeitos sobre fitonematóides das galhas. Os capins Pangola, Camerum, dentre outros, são os mais promissores (Bridge, 1996).

▪ Revolvimento do solo

Partindo-se do princípio de que os fitonematóides são animais aquáticos e que não suportam dessecação por períodos relativamente curtos, o revolvimento do solo, especialmente nas épocas mais quentes do ano, é uma técnica que pode reduzir a população

de nematóides do solo. Se associada a outras práticas como o arranquio e queima dos restos culturais, poderá aumentar a seus efetividade contra os fitonematóides.

▪ **Matéria orgânica**

A adição de matéria orgânica ao solo é uma prática antiga de efetiva ação sobre a população de fitonematóides. Diversos materiais podem ser utilizados como por exemplo restos de culturas, palha de feijão e arroz, esterco de bovinos ou de aves e compostos orgânicos obtidos de lixo urbano (Kaplan & Noe, 1993; MecSorley & Gallaher, 1996)). O grande empecilho à utilização desses materiais é a quantidade requerida. Como na agricultura familiar a área plantada é normalmente pequena, essa técnica poderá ser implementada.

▪ **Inundação do solo**

Nos locais onde o caupi pode ser cultivado irrigado, ou onde há tradição do cultivo do arroz inundado, esse método poderá ser de extrema importância. A inundação do solo por alguns meses, durante o cultivo do arroz proporciona uma significativa redução da população de nematóides no solo. Fica evidente que este método sofre restrições em função do tipo de solo, experiência do produtor com a irrigação, disponibilidade de água etc.

▪ **Controle químico**

O controle dos nematóides com produtos nematicidas vem sofrendo, nos últimos anos, sérias restrições em razão dos seus efeitos nocivos sobre a saúde humana e o meio ambiente. No cultivo do caupi há, ainda, impedimentos de ordem econômica que tornam o uso dos nematicidas impraticável.

Referências

- ALI, M.A.; TRABULSI; J. Y.; ABD-ELSAMEA, M.E. Antagonistic interaction between *Meloidogyne incognita* and *Rhizobium leguminosarum* on cowpea. **Plant Disease**, v.65, p.432-435, 1981
- BRIDGE, J. Control strategies in subsistence agriculture. In: BROWN, R.H.; KERRY, B.R. **Principles and practice of nematode control in crops**. Sidney, Academic Press, 1987.

- BRIDGE, J. Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v.34, p.201-205, 1996.
- GUPTA, D. C. Studies on the pathogenicity and relative susceptibility of some varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) against *Meloidogyne javanica*. **Forage Research**, v.5, p.141-145.1979
- HUSSEY, R. S. Secretions of esophageal glands of Tylenchida nematodes. In: VEECH, J.; DICKSON, D.W. eds. **Vistas on Nematology**. Hyattsville, MD, Society of Nematologists. P. 221-228.1987.
- KAPLAN, M.; NOE, J. P. Effect of chicken-excrement amendments on *Meloidogyne arenaria*. **J. Nematol.**, v.24, n.1, p.71-77, 1993.
- LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 6ª ed rev. ampl. São Paulo, Nobel, 1981. 314 p.
- MANSO, E.C. ; TENENTE, R.C.V.; x FERRAZ, R.C.V.; OLIVEIRA, R.S.; MESQUITA, R. **Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil**. EMBRAPA/CENARGEN. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. 488 p.
- McSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of tillage and crop residue management on nematode densities on corn. **J. Nematol.**, v.26, n.4S, p. 669-674.1994.
- McSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of yard waste compost on nematode densities and maize yield. **J. Nematol.**, v.28, n.4S, p.655-660, 1996.
- MOURA, R. M. Gênero *Meloidogyne* e a *Meloidoginose*. Parte I. **RAPP**, v.4, p.209-244, 1996.
- PALTI, J. **Cultural practices and infectious crop diseases**. Berlin, Springer-Verlag.1981.243 p.
- PONTE, J. J.; LEMOS, J. C. Common brazilian nematodes which attack coupea. In: WATT, E.E. & J.P.P. ARAUJO **Cowpea Research in Brazil**. Brasília, IITA/EMBRAPA, 1988. P.257-264.

- SASSER, J.N. **Plant-Parasitic Nematodes: the farmer's hidden enemy.** Raleigh, NC, University Graphics, 1989. 115 p.
- SHARMA, R. D. Suscetibilidade de cultivares de caupi, *Vigna unguiculata*(L.) Walp., ao nematóide formador de galhas, *Meloidogyne javanica* (Treub,1885) Chitwood,1949. **Sociedade Brasileira Nematologia**, v.7, p.137-148, 1983.
- SHARMA. R. D. Suscetibilidade de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) ao nematóide *Meloidogyne javanica* (Treub,1885) Chitwood, 1949. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, v.5, p.159-169.1981.
- SIKORA, R.A. & GRECO, N. Nematode parasites of food legumes. In: LUC,M.; R. A. SIKORA &J. BRIDGE eds. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.** London, CBA International, 1990. p. 181.235.
- SILVA, G. S. Identificação de espécies e raças de *Meloidogyne* associadas a hortaliças no Estado do Maranhão. **Nematologia Brasileira**, v.15, n.1, p.51-58, p.1991.
- SILVA, G. S. Resistência de feijão de metro, *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruwirth, a *Meloidogyne incognita* Raças 1 e 2. **Nematologia Brasileira**, v.14, p.131-137, 1990
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Resistência de espécies de *Crotalaria* a *Pratylenchus brachyurus* e *P. zaeae*. **Nematologia Brasileira**, v.13, p.81-86, 1989
- SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Efeito de *Crotalaria* spp. sobre *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* Raça 3 e *M. exigua*. **Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.1, p.94-96, 1990.
- TEIXEIRA, L.M.S. & MOURA, R. M. Identificação de raças fisiológicas de *Meloidogyne incognita* (Nematoda:Heteroderidae) no Nordeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, n. 1, p.177-184, 1994.

CAPÍTULO XI

TECNOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI

Edgard Ferreira da Costa¹
Maria Gorete A. de M. Teixeira ²

Introdução

A semente constitui um fator de sucesso ou fracasso da produção agrícola, por conter no seu interior todas as potencialidades da planta. É o insumo de mais baixo custo na formação da lavoura, e, em geral, se considera que a semente de boa qualidade poderá responder por aumentos da ordem de 20% a 30% na produção agrícola, daí sua importância em qualquer estágio de desenvolvimento da agricultura, tradicional ou moderna.

Portanto, é indispensável que em qualquer situação se garanta aos agricultores, quando da formação de suas lavouras, a possibilidade de contar com semente de origem conhecida, com uma definição varietal, testada e aprovada para a região e que se enquadre nos padrões mínimos de pureza física, germinação e sanidade adotados pela própria legislação nacional.

Apesar da importância do uso de sementes melhoradas em termos gerais, ainda é baixo o seu uso na agricultura brasileira. Os agricultores que mais usam são os do Centro-Sul (Tabela 1).

No Nordeste brasileiro, diversos fatores, dentre os quais: o próprio desconhecimento dos agricultores, oferta irregular, preço da semente, oferta de grãos como semente, têm contribuído para o uso de material vegetal de baixa qualidade fisiológica.

¹ Eng. Agr., M.Sc., Professor aposentado do CCA/Universidade Federal do Piauí, Fundação Agente para o Desenvolvimento do Agronegócio e Meio Ambiente, Email: efcosta@mmnet.com.br, telefone: (0xx86)232-2062.

² Eng. Agra., Esp., Presidente da CESM-PI, Rua Taumaturgo de Azevedo, 2315, Teresina, Piauí.

TABELA 1. Taxa (%) de utilização de sementes por Estado da Federação, para as principais culturas, na safra agrícola 1996/1997.

Culturas	Estado da Federação							
	RS	SC	PR	SP	MG	MS	MT	GO
Algodão	-	-	90	92	60	-	50	90
Arroz	50	95	30	30	20	60	50	42
Feijão	7	20	10	30	10	40	-	20
Milho	65	60	80	75	60	90	85	75
Soja	55	75	90	85	60	60	95	70
Trigo	95	90	95	96	90	80	-	-

Fonte: Abrasem (1998).

A produção de sementes fiscalizadas de feijão caupi do ano de 1998, originária do Estado do Piauí e aprovada em laboratório de análise de sementes, foi de quinze toneladas (LASO/DFA-PI, 1998). Considerando-se a área plantada com a cultura no mesmo ano, que foi 193.714 hectares (IBGE-DIPEQ/GCEA-PI, 1998) e um emprego médio de 20 kg/ha de sementes, essa produção representa apenas 0,39% da demanda potencial do Estado.

Sabe-se que as cultivares e sementes dessa leguminosa, praticamente, são provenientes do próprio Estado, podendo muito pouco se originar de importação, o que leva a conclusão de que o agricultor, em geral, está usando o grão de consumo na formação da lavoura.

Formação da semente

Gametogênese, polinização e fertilização

As plantas de feijão são dióicas, isto é, apresentam os dois sexos na mesma flor. São compostas de cálice, corola, androceu e gineceu. O androceu é formado por dez estames, sendo nove concrecidos e um livre enquanto o gineceu é constituído por um ovário multiovular alongado, estilete recurvado e estigma piloso (Mafra, 1979). Com a fertilização, o ovário se desenvolve em fruto (vagem) que contém no seu interior as sementes.

O processo de reprodução sexual, que é a via normal para chegar a formação da semente, é composto por gametogênese, polinização, fertilização ou fecundação e finalmente o desenvolvimento

da semente. Essas etapas são uma característica própria de todos os vegetais da subdivisão angiosperma (Toledo & Marcos Filho, 1977).

A gametogênese é o processo biológico que se verifica nas partes de uma flor, a que se chama microsporogênese a formação do gameta masculino na antera da flor e de macrosporogênese a formação do gameta feminino no ovário desta.

Na microsporogênese, à partir da célula-mãe do grão de pólen, por processo de meiose e mitose, há a formação do micrósporo ou pólen, uma célula haplóide que no estágio mais avançado de desenvolvimento, próximo a deiscência da antera, apresenta um núcleo vegetativo, ou núcleo do tubo polínico e dois núcleos generativos ou células espermáticas, apresentando cada uma n cromossomos. Apesar de variações prevalece para a espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. o número cromossômico diplóide com $2n=22$, sendo o básico de $n=11$ (Forni-Martins, 1988).

Na macrosporogênese, à partir da célula-mãe do saco embrionário também por processo de meiose e mitose, há a formação do saco embrionário maduro, ou gameta feminino, que localiza-se no interior do óvulo e contém oito núcleos formando sete células, que são: três antípodas, duas sinérgidas, dois núcleos polares (célula única) e a oosfera ou célula ovo, base de formação do futuro embrião.

Concluída a gametogênese, a natureza ou agentes artificiais se encarregam da transferência do grão de pólen até o estigma, a que se chama de polinização. O feijão caupi apresenta fecundação autógama, porém, pode ocorrer a alogamia por ação dos insetos numa taxa de até 10% (Mafera, 1979). O contato do grão de pólen com o estigma resulta em absorção de umidade, entumescimento e projeção do tubo polínico através do estilete até alcançar o ovário e o saco embrionário, onde se rompe, liberando os dois núcleos generativos. Um dos núcleos vai se unir ao núcleo da célula-ovo (oosfera), formando o ovo fertilizado ou zigoto, com $2n$ cromossomos e o outro se une aos dois núcleos polares, formando o núcleo do endosperma, com $3n$ cromossomos, realizando-se, assim, uma dupla fertilização, característica das angiospermas.

Desenvolvimento e maturação

A fecundação, através de divisões celulares e outras diferenciações do zigoto dá origem ao embrião, o núcleo do endosperma ao endosperma e os integumentos do óvulo dão origem aos tegumentos da semente (Toledo & Marcos Filho, 1977).

O embrião no estágio de desenvolvimento total possui todos

os órgãos primordiais da futura planta de feijão e é composto de radícula(raiz primária), hipocótilo, cotilédones(folhas primárias) e de plúmula ou gêmula(broto vegetativo). A semente de feijão, a exemplo de outras leguminosas, é dita como exalbuminosa, isto é, sem endosperma, visto que o mesmo é consumido durante o desenvolvimento do embrião. Desta forma, na semente madura o embrião é protegido pelo tegumento e os cotilédones contêm a reserva de material nutritivo que é consumido durante a germinação e desenvolvimento da plântula.

O ovário fecundado e desenvolvido se transforma em vagem contendo, em geral, várias sementes.

Logo após a fecundação, o zigoto apresenta o teor de umidade, normalmente, acima de 80%, que se mantém elevado por alguns dias. A partir daí decresce paulatinamente, em condições naturais, até atingir o equilíbrio higroscópico com o ar atmosférico, chegando a maturidade da semente. Inversamente, há o crescimento gradativo do peso da matéria seca, do vigor e do poder germinativo, podendo chegar a valores máximos

Esse conjunto de transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais, que culminam com o máximo peso de matéria seca, maior germinação e vigor, corresponde a fase de maturação, e se diz que a semente atingiu o ponto de maturidade fisiológica (Popinigis, 1977, Carvalho & Nakagawa, 1983).

A velocidade nas transformações ocorridas no processo de maturação é dependente de espécie, variedade e das condições ambientais o que antecipa ou retarda as colheitas, quando o objetivo é semente com alta qualidade fisiológica. No ponto de maturidade fisiológica, apesar de se encontrar a alta qualidade, em geral, na maioria das espécies, o teor de umidade ainda é elevado, o que pode levar a colheita para a maturação de campo, onde, este é mais baixo.

Em Fortaleza, Ceará, Castelo Branco(1980) verificou em feijão caupi variedade Pitiúba a ocorrência do ponto de maturidade fisiológica das sementes, entre 28 e 33 dias após a floração, ou 69 a 74 dias após a semeadura, com teor de umidade de 12%. Já, Silva & Costa(1993) em Teresina, Piauí, em trabalho com a variedade de feijão caupi BR-12 Canindé, realizaram seis colheitas de sementes com alta qualidade fisiológica, no período de 55 a 70 dias após a emergência. Houve destaque para aquelas colhidas entre 58 e 61 dias após a emergência, ou 18 a 21 dias após a floração, onde o teor de umidade variou de 23,81% a 20,31%.

Qualidade das sementes

A escolha da semente para plantio é um dos aspectos mais importantes envolvidos no planejamento da lavoura. O agricultor precisa conhecer uma série de fatores que influenciam a qualidade da semente para poder decidir-se corretamente na hora de optar pela sua compra.

Muitos agricultores fazem a sua opção em função apenas de preço, ou ainda, de germinação e quantidade de impurezas, atributos que precisam ser associados a outras informações. Pois, qualidade de semente é definida como o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que respondem pela sua capacidade de originar plantas de alta produtividade.

A qualidade genética consiste, entre outros, em atributos de pureza varietal, homogeneidade, potencial de produtividade, resistência a moléstias e pragas, precocidade e qualidade do produto.

A qualidade física compreende a pureza física, teor de umidade, tamanho, cor, densidade, injúrias mecânicas e/ou causadas por insetos, etc.

A qualidade fisiológica compreende todos os atributos que indicam capacidade de desempenhar funções vitais e é representada por poder germinativo, pelo vigor e pela longevidade.

A qualidade sanitária diz respeito a condição da semente quanto a presença e grau de ocorrência de fungos, bactérias, vírus, nematódeos e insetos que causam doenças ou danos às sementes, ou que são transmitidos pela semente e são capazes de provocar doenças e redução na qualidade e na produtividade das lavouras.

Produzir sementes que englobem todos esses atributos de qualidade não é missão das mais simples e, em alguns casos, a espécie com que se trabalha poderá aumentar o grau de dificuldade. Exemplificando, a predominância de autopolinização em feijão caupi é uma característica que concorre para a manutenção da pureza varietal por um maior número de gerações e permite que se estabeleça pequenas distâncias de isolamento entre cultivares distintas, em campos de produção de sementes. O hábito de crescimento indeterminado, que predomina nas variedades de feijão caupi, dificulta o estabelecimento do momento ideal para colheita, porque quase sempre se tem vagens provenientes de diferentes floradas, portanto sementes de diferentes pontos de maturidade e qualidade fisiológica.

Estabelecimento de campos de produção

No Estado do Piauí, existe poucos produtores de semente fiscalizada de feijão caupi, a partir de materiais lançados pela Embrapa Meio-Norte para as condições locais, a exemplo das variedades, BR-1 Poty, BR-7 Parnaíba, BR-10 Piauí, BR-12 Canindé, BR-14 Mulato e BR-17 Gurguéia, ou indicadas como as variedades Vita 3; Vita 7, CE 315 e Monteiro.

Para o estabelecimento do campo de produção de sementes de feijão ou de qualquer outra espécie há necessidade de um conjunto de cuidados, medidas ou exigências que são imprescindíveis para a obtenção de um produto final com a qualidade que se planejou e que o mercado exige. As exigências poderão ser maiores ou menores, dependendo do tipo de semente que se vai produzir. Exemplificando, um campo de semente básica é formado com semente genética, o de semente certificada com a semente básica. Para se produzir semente fiscalizada recomenda-se que se utilize também um material básico ou pelo menos de origem conhecida e de boa qualidade.

As variedades utilizadas na produção de sementes devem ser adaptadas às condições do mercado a que se destinam, serem de ampla aceitação comercial e terem indicação da entidade fiscalizadora ou certificadora que controla a produção no Estado ou região.

A gleba ou terreno para localização do campo de semente deve ser de preferência uma área nova, ou sem cultivo anterior com a espécie ou variedade a que se destina produzir, para se evitar as possíveis contaminações: genética, física, patogênica, etc.

O produtor deve seguir os padrões de campo estabelecidos para a lavoura destinada a produção de sementes. Amorim(1996) apresenta os padrões adotados para a produção de sementes de feijão caupi no Piauí. Dentre os principais parâmetros, adota-se um isolamento físico de cinco metros entre campos de sementes fiscalizadas de variedades distintas e é permitido a presença máxima de 1% para mistura varietal nas lavouras.

Inspeção da produção

A inspeção tem por objetivo o controle das condições sob as quais são produzidas as sementes, de modo a comprovar que reúnem os requisitos exigidos pelas normas técnicas de produção. Pode ser realizada pelos inspetores da entidade fiscalizadora ou certificadora e pelo produtor ou responsável técnico.

As inspeções ou vistorias acontecem nos campos para verificar os aspectos de isolamento e de limpeza (presença ou ausência de contaminantes) nos equipamentos e máquinas de semeadura, de colheita, de secagem, de limpeza e de classificação e nos laboratórios de análise.

Quando se verifica a presença de contaminantes na lavoura (outras espécies e variedades, plantas doentes, plantas silvestres, etc.) acima dos limites de tolerância, recomenda-se a realização do “roguing” ou purificação. Essa operação consiste na eliminação de todas as fontes de contaminantes, num trabalho criterioso que envolve muito conhecimento e treinamento por parte de quem executa. É a principal prática que distingue a produção de sementes da produção de grãos e dela depende muito a pureza varietal das sementes.

Em feijão caupi, Popinigis & Vieira(1988) consideram como mais efetivas as inspeções de campo nas fases de: a) floração – onde se examina cor das flores, ciclo vegetativo, hábito de crescimento e morfologia da planta; b) pré-colheita(maturação) – onde se vê cor da vagem, ciclo da planta, hábito de crescimento e morfologia da planta e c) colheita (vagens secas) – onde se vê cor, forma e dimensões da vagem, além do ciclo da planta, hábito crescimento e morfologia da planta.

Colheita e debulha

Os principais cuidados que envolvem essas operações estão relacionados com a maturação, danificações mecânicas, misturas varietais, teor de umidade das sementes e com os níveis de perda que possam ocorrer no campo.

Em geral, recomenda-se fazer a colheita tão logo as sementes atinjam o ponto de maturidade fisiológica, para que não fiquem no campo expostas as intempéries do ambiente. Porém, fatores como; teor de umidade, tipo de semente, método de colheita, limitações na capacidade de secagem, de armazenamento e de processamento nas unidades de beneficiamento; quase sempre obrigam a demora na colheita, levando a perdas de qualidade e de quantidade colhida.

Para feijão comum, Lollato & Turkiewicz, citado por Barros(1986), apontam um teor de umidade de 38 a 44% no ponto de maturidade fisiológica porém citam o teor de umidade de 16% a 18% como sendo o compatível com a colheita mecânica dessa semente, onde, naturalmente, diminuirá a probabilidade de ocorrência de danificações físicas.

No Ceará, Assunção & Cavalcante(1973), em três épocas de colheita de feijão caupi, variedades Pitiúba e “175”, obtiveram sementes de maior poder germinativo e vigor na primeira colheita; enquanto Bezerra et al. (1991), no mesmo Estado e em três épocas de colheita, com as variedades BR 1 - Poty e Frade Preto, verificaram melhor qualidade para as sementes de primeira e segunda época. Figueiredo et al. (1984), no Pará, recomendaram colheitas de sementes entre 70 e 75 dias após a emergência, para a variedade “IPEAN 69”. No trabalho de Silva & Costa(1993), em Teresina, Piauí, com a variedade BR 12 - Canindé, houve destaque para as sementes colhidas entre 58 e 61 dias após a emergência, ou 18 e 21 dias após a floração.

O feijão possui o eixo embrionário localizado sob um tegumento pouco espesso, portanto muito exposto as danificações mecânicas. Além disso, no gênero *Vigna* predomina o hábito de crescimento indeterminado, cujas razões criam limitações para a colheita mecânica e recomenda-se a colheita manual quando o objetivo é semente de alta qualidade.

De uma maneira geral, a colheita envolve problemas relacionados com a maturação, danificações mecânicas, mistura de variedades, além de outros, o que exige um planejamento cuidadoso, que leve em consideração o momento de colheita, o método, a estrutura física e a mão-de-obra disponível para a operacionalização, visando minimizar as perdas físicas e qualitativas das sementes.

Secagem das sementes

O teor elevado de umidade é, em geral, a principal causa que concorre para a perda do poder germinativo e do vigor das sementes, quer seja durante a colheita, por ocasião do beneficiamento e, principalmente, quando armazenadas. Sementes imaturas de feijão, armazenadas com 85% de umidade, respiram tão intensamente que em três dias podem consumir alimento (reservas) em quantidade igual ao seu peso, enquanto, sementes submetidas a secagem até atingirem 8% de umidade e conservadas num saco de 50kg, consomem cerca de 85 g em dez anos de conservação (Toledo & Marcos Filho, 1977).

Dependendo da espécie, no geral, recomenda-se um teor de umidade de 11% a 13% para conservar em ambiente aberto por seis a oito meses, de 8% a 10% para maior período e de 4% a 8% para conservar em embalagens impermeáveis.

Em geral, recomenda-se que sementes colhidas com teor de umidade elevado, sejam submetidas a secagem imediata para atin-

girem teores compatíveis com um armazenamento seguro ou mesmo com operações mecânicas de debulha e beneficiamento. Os feijões colhidos em vagens podem receber secagem antes e/ou depois da debulha, em função do método de debulha e da avaliação que se tem do teor de umidade.

Quando se manipulam pequenas quantidades pode-se utilizar a secagem natural pelo sol e o vento, porém esse é um processo que oferece elevados riscos quando se trata de grandes volumes que exigem rapidez na secagem, para que não se comprometa a qualidade do material colhido. Nesse caso, recomenda-se a secagem artificial em vários tipos de secadores, que sejam de secagem intermitente ou contínua.

A secagem quando não bem conduzida pode se tornar numa operação de efeitos negativos. O emprego de altas temperaturas pode afetar o poder germinativo, o vigor e até mesmo causar a morte das sementes. A espécie, teor de umidade e, principalmente, o período de exposição ao ar aquecido, determinam os limites da temperatura da massa de sementes em secagem (Toledo, 1978; Carvalho & Nakagawa, 1983).

Segundo Toledo & Marcos Filho(1977) sementes de algumas espécies suportam normalmente elevadas temperaturas de secagem porém é recomendável utilizar-se, para a maioria das sementes de plantas cultivadas, as temperaturas seguintes:

Teor de umidade	Temperatura de secagem (temperatura da semente)
Acima de 18%	32° C
Entre 10 – 18%	38° C
Abaixo de 10%	43° C

Em qualquer caso, não se deve utilizar o ar de secagem com temperaturas que elevem a temperatura das sementes acima dos 43° C.

Beneficiamento

O beneficiamento é indispensável para o melhoramento ou aprimoramento das características de um lote de sementes. É uma operação que engloba todas as etapas de preparação da semente para a comercialização, após a colheita, tais como: debulha, pré-limpeza, secagem, limpeza, classificação, tratamento e embalagem; no entanto, em geral, só se faz referência à pré-limpeza, limpeza e classificação.

Na realização do beneficiamento se utiliza das diferenças de características físicas entre as sementes e as impurezas que as acompanham, existindo para isso uma grande variação de máquinas e equipamentos.

Uma linha de beneficiamento pode incluir máquinas que efetuam a separação pelo tamanho (máquina de ventiladores e peneiras, separador de cilindro, etc.), pela forma (separador em espiral, etc.), pelo peso (mesa de gravidade, etc.), pela textura do tegumento (máquina de rolos de flanela, etc.) e até aquelas mais sofisticadas, tipo selecionadoras eletrônicas, que fazem separação por diferença de cor. O importante é que para cada espécie que se beneficie se consiga remover o máximo de materiais que se constituem em impurezas (Fig. 1).

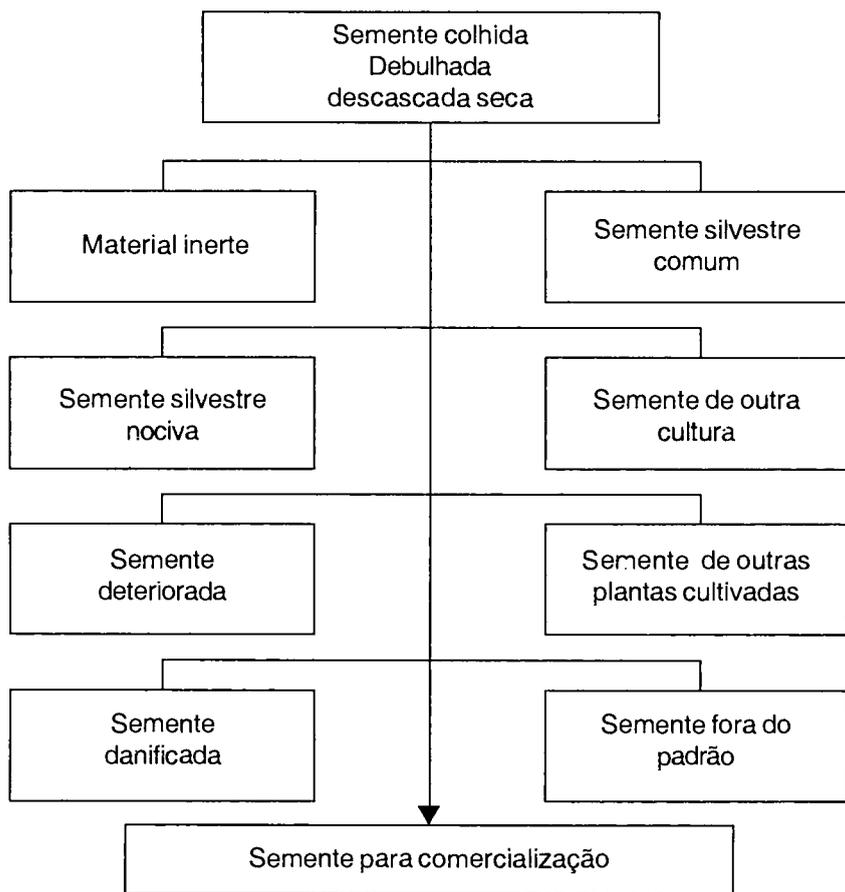


FIG. 1. Beneficiamento de sementes - materiais que são removidos durante as operações de beneficiamento (Welch, 1974).

Dependendo do tipo de semente, da natureza e da quantidade de impurezas e das características desejadas no material beneficiado é que se define a linha de máquinas a se usar no beneficiamento. A Fig. 2 apresenta um exemplo de fluxograma que poderá ser usado na limpeza de sementes de feijão caupi.

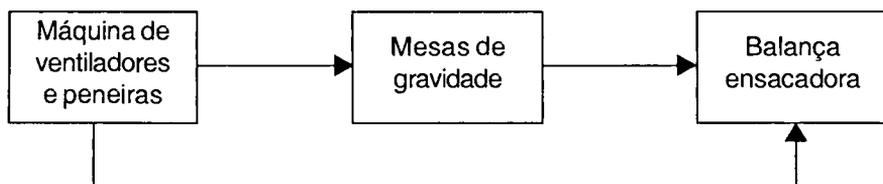


FIG. 2. Fluxograma para beneficiamento de sementes de feijão (Carvalho & Nakagawa, 1983).

A linha pontilhada no fluxograma representa a opção de não se usar mesa de gravidade. Além dessas máquinas, uma unidade de beneficiamento para caupi pode dispor de um secador e dos equipamentos seguintes: determinador de umidade, homogeneizador e divisor de amostras, amostrador, compressor de ar, peneiras manuais e lonas para expurgo.

Terminado o beneficiamento, as sementes poderão ser desinfestadas com fumigantes e tratadas com defensivos contra insetos e microorganismos. A aplicação de inseticida tem por objetivo principal evitar a infestação por gorgulhos que se constitui a mais importante praga do feijão caupi armazenado.

Normalmente, o último equipamento da linha de beneficiamento é uma balança, que além da pesagem poderá acondicionar automaticamente as sementes em sacarias de materiais diversos, que incluem papel multifolhado, juta, algodão, polipropileno trançado, etc.

A embalagem deve ser identificada com:

- a) nome, endereço e número de registro do produtor no Ministério da Agricultura ;
- b) nome da espécie e da cultivar;
- c) número do lote;
- d) porcentagem de pureza física;
- e) porcentagem de germinação;
- f) data de validade do teste de germinação.

Armazenamento

As sementes em sacaria ou a granel devem ser convenientemente armazenadas, visando a conservação da qualidade fisiológica e sanitária por um maior tempo possível.

O teor de umidade das sementes, a temperatura do ambiente de armazenamento e a umidade relativa do ar são os principais fatores que contribuem para a maior ou menor conservação das sementes armazenadas.

Já se observou que o tempo para conservação, sem um declínio significativo na germinação, dobra para cada 1% de redução no teor de umidade da semente e, também, para cada 5,5°C de redução na temperatura do ambiente. Essa regra é válida para teores de umidade entre 5 e 14% e temperaturas entre 0 °C e 50 °C (Toledo & Marcos Filho, 1977).

Outra regra de manejo diz respeito a soma da umidade relativa do ambiente (UR%) e da temperatura (°C), que não deve ser superior a 55,5. Assim:

$$UR\% + T^{\circ}C \leq 55,5.$$

Sob condições ambientais pode-se conservar sementes de feijão comum até um ano, com teor de umidade de 12% e para maior período recomenda-se 10% a 11%. Porém, há necessidade que os depósitos e armazéns apresentem condições adequadas a finalidade.

Controle de qualidade

O controle de qualidade é constituído de um conjunto de atividades (inspeção de campo, análise de sementes, etc.) que são levadas a efeito no sentido de conferir a qualidade adequada ao produto final (Marcos Filho et al. 1987). É de um significado amplo devendo abranger todas as fases de um programa de sementes; compreendendo o planejamento, todas as etapas da produção em campo, o beneficiamento, a secagem, o armazenamento e a comercialização. Tem por objetivo detectar os problemas, as suas causas e propor soluções, visando a geração ou a manutenção da qualidade das sementes.

Pela amplitude do seu significado, entende-se que o produtor de sementes deve ser o interessado maior na manutenção e aperfeiçoamento constante de um programa de controle interno porém ou-

tros mecanismos de controle externo normalmente, lhe são impostos através das entidades certificadoras, fiscalizadoras, etc., que estabelecem os procedimentos e padrões a serem obedecidos.

Um dos instrumentos do controle de qualidade é a análise das amostras de sementes realizadas nos laboratórios credenciados. Os resultados dessas análises devem ser comparadas aos padrões de sementes estipulados pela entidade certificadora ou fiscalizadora e quando correspondentes, o lote amostrado recebe um certificado ou atestado que autoriza a sua comercialização.

Para produção e comercialização de sementes de feijão caupi no Piauí, até o momento tem se recomendado, além de outros fatores; um mínimo de 85% e de 80% de germinação, respectivamente, para sementes certificadas e fiscalizadas; de 98% para pureza física e um teor máximo de 13% para umidade (Amorim, 1996).

Referências

- ABRASEM. Quadro de dados de produção das associações. **ANUÁRIO ABRASEM**, Brasília, p. 9-14, 1998.
- AMORIM, A.D. **Normas, padrões e procedimento para produção de sementes básicas, certificadas e/ou fiscalizadas**. 3 ed. Teresina: SEAAB-RH, EMATER-PI, CESM-PI, 1996. 97 p.
- ASSUNÇÃO, M. V.; CAVALCANTE, M. L. M. **Influência da época de colheita na qualidade de sementes de feijão de corda (*Vigna sinensis* (L.) Savi)**. Fortaleza: UFC/CCA, 1973. p. 40-44. (UFC/CCA – Relatório de Pesquisa).
- BARROS, A. S. do R. Maturação e colheita de sementes. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em produção de sementes**. Campinas: 1986. p. 107-134.
- BEZERRA, A. M. E.; ASSUNÇÃO, M. V.; MATTOS, S. H. Efeitos da época de colheita na produtividade e qualidade de sementes de *Vigna unguiculata*. In: REUNIÃO NACIONAL DE CAUPI, 3., 1991, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Imprensa Universitária-UFC, 1991. p. 77.
- CARVALHO, N. .M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2.ed. rev. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.

- CASTELO BRANCO, M. M. **Maturação de sementes de feijão de corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi.** Fortaleza: UFC, março/1980. 70p. (Dissertação de Mestrado).
- FIGUEIREDO, F. J. C.; FRAZÃO, D. A. C.; OLIVEIRA, R. P. de; CARVALHO, J. E. U. de. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de caupi colhidas em diferentes épocas.** Belém:EMBRAPA/CPATU, 1984. 36p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 50).
- FORNI-MARTINS, E. R. Citogenética de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: ARAÚJO, J. P. P. de ; WATT, E. E. **O Caupi no Brasil.** Brasília, DF: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 139-157.
- IBGE – DIPEQ/GCEA-PI . **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Relatório totalizador. Piauí, dezembro/1998.
- LASO/DFA-PI-Laboratório de Análise de sementes/Delegacia Federal de Agricultura no Piauí. **Relatório da Produção de Sementes Aprovadas em Laboratório.** Teresina-PI. 1998.
- MAFRA, R. C. Contribuição ao estudo da cultura do feijão macáassar, fisiologia, ecologia e tecnologia da produção. In: **Curso de Treinamento para Pesquisadores de Caupi,** 1979. Goiânia: EMBRAPA/IITA, 1979.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília: Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1977. 288p.
- POPINIGIS, F. ; VIEIRA, E. H. N. Tecnologia da produção de sementes de caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de & WATT, E. E. **O Caupi no Brasil.** Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 431-449.
- SILVA, J. U. da ; COSTA, E. F. da. Influência da época de colheita e do consórcio com sorgo sobre a qualidade fisiológica de sementes de caupi. In: REUNIÃO DE PESQUISA do CCA/UFPI, 3, 1993, Teresina. **Anais...** Teresina: CCA/UFPI 1993. p. 30-37.

- TOLEDO, F.F. de. Tecnologia dassementes. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, Marprint, 1978. p.571-619.
- TOLEDO, F.F. de; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 244p.
- WATT, E. E.; ZIMMERMANN, F. J. P.; FONSECA, J. R.; FREIRE, M. S. F. Coleções de germoplasma de caupi: conservação e avaliação no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. **O Caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 231-248.
- WELCH, G.B. **Beneficiamento de sementes no Brasil**. 2.ed. Brasília: Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1974. 205p.

CAPÍTULO XII

COLHEITA, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DO FEIJÃO CAUPI

Milton José Cardoso¹
Walter Almeida de Sousa²

Introdução

A colheita do feijão caupi pode ser feita manualmente, com uma combinação de colheita manual e mecânica, e mecanicamente (com a utilização de desfolhante). Atualmente, esses métodos são os mais utilizados, principalmente, na pequena e média propriedade. Entretanto, evidencia-se uma tendência de colheita direta com automotriz, mormente em grandes propriedades e em solos sem declive acentuado.

O fato de não existirem, até o momento, variedades perfeitamente adaptadas ao método de colheita com automotrizes, torna-o dependente de ajuste e de muita habilidade do operador da máquina. Apesar disso, o método tem mostrado a possibilidade de redução substancial nos custos de produção e maior rapidez na colheita, quando comparado aos métodos convencionais.

Para que a cultura do feijão caupi possa ser considerada perfeitamente adaptada à colheita mecânica, é necessário que o fitomelhoramento desenvolva variedades com porte ereto, e com maior uniformidade de maturação das vagens. Isso já se encontra em execução na Embrapa Meio-Norte e em outros órgãos de pesquisa.

Época de colheita

O momento de colheita constitui-se num fator de grande importância para a obtenção de grãos de qualidade satisfatória. A colheita deve ser realizada quando as plantas atingirem a maturidade fisiológica, que segundo Fancelli (1997) é caracterizada pela mudança de cor das vagens (amarelada) e dos grãos, obedecendo aos padrões da variedade considerada. No feijão caupi ocorre, normalmente, vinte dias após o início da fase de formação das vagens. A

¹Eng. Agr., D.Sc., pesquisador da Área de Fitotecnia e Fitomelhoramento, Embrapa Meio-Norte.
E-mail: milton@cpamn-embrapa.br

²Eng. Agr., Delegacia Federal da Agricultura do Piauí - Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

qualidade do grão é afetada e a quantidade reduzida se a colheita for feita antes e depois (Araújo et al., 1984).

A colheita antecipada faz com que o tempo e o custo para secagem sejam elevados, além de dificultar o processo de trilha. Se adiada, a quantidade de grãos é reduzida, pois favorece a deiscência de vagens, deterioração em virtude da incidência de fungos e ataque de insetos, além de aumentar o risco de germinação do grão na vagem, descoloração e redução do peso médio dos grãos. Isso pode levar ao aumento do número de grãos ardidos e fermentados, decorrentes da umidade excessiva dos grãos (Dourado Neto & Fancelli, 2000).

Para que a colheita seja feita com maior eficiência, faz-se necessário que as plantas permaneçam no campo até que a umidade dos grãos/sementes atinjam teores compatíveis com o método de colheita a ser utilizado.

Método de colheita e beneficiamento

Depende, principalmente, da estrutura da propriedade, da área e da variedade cultivada, do clima e da finalidade da produção. O importante é adotar um método que permita a obtenção de produto de alta qualidade.

Colheita manual

A colheita manual das vagens (Fig. 1), com a trilha através de varas flexíveis (Fig. 2), constitui o método mais utilizado por pequenos e médios produtores, principalmente para aqueles que utilizam o produto para consumo próprio.

Apesar desse método permitir obter um produto com bom aspecto e qualidade, apresenta baixo rendimento operacional, o que limita sua utilização a pequenas áreas.

Nesse método, é necessário que as vagens fiquem expostas ao sol e ao vento, até que possam ser debulhadas com atritos de baixa intensidade tal como aquele provocado pelo impacto das varas flexíveis.

Não existe literatura que identifique os teores de umidade das sementes e ou grãos para que a colheita manual possa ser processada com maior eficiência. Entretanto, salienta-se que quanto maior o secamento e desfolha das plantas e menor o teor de umidade de sementes e ou grãos, mais eficiente será a trilha manual. Observações realizadas indicam que a trilha manual pode ser feita com eficiência quando o teor de umidade de sementes e ou grãos for inferior a 18%.



FIG. 1 - Colheita manual do feijão caupi em solos de textura arenosa.



FIG. 2 - Trilha manual das vagens de feijão caupi através de varas flexíveis.

Colheita conjugada

O arranquio manual das vagens combinado à trilha mecânica, no geral, é o método de colheita, atualmente, mais empregado na cultura do feijão caupi.

Já existem máquinas que fazem as operações de debulha e ventilação ao mesmo tempo apresentando um produto final de alta qualidade (Fig. 3 e 4).



FIG. 3. Trilhadeira elétrica para debulha de feijão caupi.



FIG. 4 - Trilhadeira em funcionamento na debulha de feijão caupi.

Armazenamento

O feijão caupi é um produto sensível ao armazenamento, o que faz com que haja perda gradativamente de algumas propriedades organolépticas com o tempo de armazenamento. Após períodos de estocagem, as sementes ou grãos podem apresentar escurecimento da cor do tegumento, provocado pela presença de luz e altas temperaturas, o que produz, após a cocção, um caldo mais ralo e escuro, menos agradável ao paladar.

Esse processo, da redução da qualidade, pode ser amenizado ou retardado quando armazenados em ambientes com temperatura mais baixa e teor de umidade da semente ou do grão de 13%.

Em pequenas propriedades, o armazenamento do produto, normalmente, é temporário e de curta duração, havendo exceção para os materiais destinados à alimentação da família e ao plantio. Nesses casos, são utilizados diferentes métodos como: a) armazenamento das sementes e ou grãos juntamente com restos de palha, também conhecido como “munhã”, é utilizado tanto para o material a granel (latas, tambores, caixas ou ensacados). Esse tipo de armazenamento protege, principalmente, o produto ao ataque de pragas e mantém a germinação das sementes, com perdas pouca expressiva, desde que guardadas com baixo teor de umidade; b) sementes e ou grãos limpos por peneiração manual, tratados com gordura de suínos ou óleos vegetais, ensacados ou em caixa de madeira.

Normalmente, nos casos citados, o local de armazenamento do produto é em tulhas de madeira ou na própria residência. Quando o destino do produto for para consumo familiar essas condições satisfazem razoavelmente, entretanto quando for destinado para plantio, faz-se necessário que seja armazenado com um teor de umidade de 13%, com a finalidade de evitar perda da geminação e do vigor. Para manter as sementes viáveis por longo tempo o ideal seria manter o ambiente com temperatura a 18°C e média umidade relativa do ar de 35%.

O armazenamento da produção de feijão caupi, em quantidades maiores, pode ser feito em sacos apropriados devendo as pilhas de sacos serem dispostas sobre estratos de madeiras e afastados a uma distância mínima de 50 cm das paredes e 150 cm do teto. Ao colocar os sacos para formarem as pilhas, cuja altura não deve ultrapassar quatro metros, deixar pequenos espaços que permitam a livre circulação do ar. Essas pilhas devem ser cobertas com lona para tratamento químico do produto.

Os grãos de feijão caupi também podem ser armazenados em silo, local bastante eficiente pois favorece as medidas de controle de pragas dos grãos armazenados, assim como limita outros prejuízos como os provocados por roedores.

Um dos problemas sérios do feijão caupi armazenado é o ataque do caruncho ou gorgulho (*Callosobruchus maculatus*). Quando não controlado, perfura os grãos, transmitindo-lhes sabor desagradável e mau aspecto comercial.

Para prevenir o ataque ou para o controle de insetos dos grãos armazenados devem-se tomar medidas preventivas ou curativas conforme descritas nas Tabelas 1 e 2, sendo que o usuário deve seguir rigorosamente as instruções do fabricante.

TABELA 1. Tratamento químico para controle de insetos em grãos armazenados e dosagens recomendadas.

Tratamento	Inseticida	Formulação CE*	Dosagem
Pulverização residual ou de superfície	Deltametrina	25	6 a 8 ml/l/m ²
	Matition	1.000	1,5 ml/l/m ²
	Pirimifós-Metílico	500	1 a 2 ml/l/m ²
Pulverização protetora	Deltametrina	25	14 a 20 ml/l/t
	Diclorvós	500	20 a 40 ml/l/t
	Fenitroton	500	10 a 20 ml/l/t
	Malation	1.000	20 ml/l/t
Nebulização	Pirimifós-metílico	500	8 a 16 ml/l/t
	Deltametrina	25	1,5 a 2,0 ml/l/m ³
	Malation	1.000	2,0 ml/l/m ³

* Concentrado emulsionável
Fonte: Resende & Silva (1995).

TABELA 2. Recomendações de dosagens para expurgo de grãos.

Fumigante	Temperatura do grão (°C)	Duração do expurgo (dias)	Dosagem
Fosfeto de Alumínio (tablete de 3 g)	> de 25	5	1 a 3 tabletes por 15 a 25 sacos ou por t de grãos
	16 a 25	6	
	10 a 15	7	
Fosfeto de Alumínio (comprimido de 0,6 g)	> de 25	5	1 comprimido por 3 a 4 sacos ou 5 a 15 comprimidos por t de grãos
	16 a 25	6	
	10 a 15	7	
Fosfeto de Alumínio (sachet de 34,0 g)	> de 25	5	1 sachet para cada 10 m ³ de pilha ou por 10 t de grãos
	16 a 25	6	
	10 a 15	7	

Fonte: Silva & Queiroz (1998).

Referências

- ARAÚJO, J.P.P. de; RIOS, G.P.; WATT, E.E.; NEVES, B.P. das N.; FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P. de; GUIMARÃES, C.M.; SILVEIRA FILHO, A. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; descrição e recomendações técnicas de cultivo.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 82 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 18).
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A . L. Produção de feijão. São Paulo, Guaíba: Agropecuária, 2000. 385 p.
- FANCELLI, A . L.; DOURADO NETO, D. Tecnologia da produção de feijão irrigado. Piracicaba:FEALQ, 1997. p100-120
- RESENDE, R.C.; SILVA, J.S. Armazenamento de grãos em pequenos silos. Viçosa, Engenharia na Agricultura, 1995, 17p.
- SILVA, J.S.; QUEIROZ, D.M. de. **Colheita, trilha, secagem e armazenagem.** In VIEIRA, C.; PAULA, JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas.** Viçosa, UFV, 1998. p.559-585.