



A CULTURA DO

FEIJÃO-CAUPI

NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Jerri Édson Zilli

Aloisio Alcantara Vilarinho

José Maria Arcanjo Alves

Editores Técnicos

Embrapa



A CULTURA DO

FEIJÃO-CAUPI

NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

1000
1000
1000
1000



12346

TOMBO
Cl. 630
Cut. 169c
Id. 12346

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

A CULTURA DO
FEIJÃO-CAUPI
NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Jerri Édson Zilli
Aloisio Alcantara Vilarinho
José Maria Arcanjo Alves
Editores Técnicos

Embrapa Roraima
Boa Vista, RR
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR174 - km 08 – Distrito Industrial
Caixa Postal 133 - 69301- 970 – Boa Vista, RR, CEP 69.301-970
Fone: (95) 4009 7000 / Fax: (95) 4009 7002
sac@cpafrr.embrapa.br / www.cpafr.embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Caixa Postal 040315 – 70770-901 – Brasília, DF, CEP 69.301-970
Fone: (61) 3347 4991 / Fax: (61) 3272 4168
vendas@sct.embrapa.br / www.sct.embrapa.br

Coordenação editorial:

Editores

Revisão de texto:

Paulo Roberto Tremacoldi

Normalização bibliográfica:

Jeana Garcia Beltrão Macieira

Projeto gráfico e diagramação:

Hefrayn Lopes

Capa:

Hefrayn Lopes

1ª edição

1a impressão (2009): 1000 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Embrapa Roraima

A Cultura do Feijão-Caupi na Amazônia Brasileira / editores técnicos, Jerri Édson Zilli, Aloisio Alcantara Vilarinho, José Maria Arcanjo Alves. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009.
356 p.

ISBN: 978-85-62701-00-9

1. Agricultura. 2. Feijão-caupi. 3. Amazônia. I. Embrapa Roraima. II. Zilli, Jerri Édson III Vilarinho, Aloisio Alcantara. IV. Alves, José Maria Arcanjo. V. Título.

CDD: 630

© Embrapa 2009

AUTORES

Alberto Luiz Marsaro Júnior

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08, Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
alberto@cpafrr.embrapa.br

Alessandra de Jesus Boari

Engenheira Agrônoma, Doutora, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa postal 48, Trav. Enéas Pinheiro, s/n, Bairro do Marco, CEP 66095-100, Belém, PA.
ajboari@cpatu.embrapa.br

Alfredo Kingo Oyama Homma

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa postal 48, Trav. Enéas Pinheiro, s/n, Bairro do Marco, CEP 66095-100, Belém, PA.
homma@cpatu.embrapa.br

Aloisio Alcantara Vilarinho

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08, Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
aloisio@cpafrr.embrapa.br

Altevir de Matos Lopes

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa postal 48, Trav. Enéas Pinheiro, s/n, Bairro do Marco, CEP 66095-100, Belém, PA.
altevir.lopes@terra.com.br

Amaury Burlamaqui Bendahan

Engenheiro Agrônomo, Mestre, Embrapa Roraima, BR 174, km 08, Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
amaury@cpafrr.embrapa.br

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08,
Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
acarlos@cpafrr.embrapa.br

Antônio Carlos Reis de Freitas

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Meio-Norte,
Avenida Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires,
Caixa Postal 01, CEP 64006-220, Teresina, PI.
carlos@cpamn.embrapa.br

Antonio César Silva Lima

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal de Roraima,
Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé,
Monte Cristo, CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
ant.cesar@uol.com.br

Armando José da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal de Roraima,
Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé,
CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
armand@osite.com.br

Benedito Dutra Luz de Souza

Engenheiro Agrônomo, Especialista, Diretor - Presidente da
Agropecuária Milênio, Vila Fátima, Ramal do Braço Grande, s/n,
CEP 68647-000, Tracuateua, PA.
dutramilenio@yahoo.com.br

Bernardo de Almeida Halfeld-Vieira

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08,
Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
halfeld@cpafrr.embrapa.br

César Augusto Domingues Teixeira

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Rondônia, BR 364, km 5,5,
Área Rural, CEP 78900-000, Porto Velho, RO.
cesar@cpafro.embrapa.br

Daniel de Brito Fragoso

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Fundação Universidade do Tocantins,
Quadra 108 Sul, Conjunto L, Alameda 11, Lote 4, Centro, Caixa Postal
173, CEP 77054-9700, Palmas, TO.
daniel.bf@unitins.br

Emanuel da Silva Cavalcante

Engenheiro Agrônomo, Mestre, Embrapa Amapá, Rod. JK, km 05,
2600, Caixa Postal 10, CEP 68903-000, Macapá, AP.
emanuel@cpafap.embrapa.br

Evandro Ferreira das Chagas

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Estadual do Maranhão,
Cidade Universitária Paulo VI, Tirirical, CEP 65058-540, São Luis, MA.
evandro@uema.br

Fabíola Rodrigues Medeiros

Engenheira Agrônoma, Mestre, Bolsista da Fundação de Amparo a
Pesquisa e Extensão do Estado do Maranhão e está vinculada ao
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade
Estadual do Maranhão. Cidade Universitária Paulo VI, Tirirical,
CEP 65058-540, São Luis, MA.
fabiolaagro@hotmail.com

Fabrcio Khoury Rebello

Economista, Mestre, Banco da Amazônia. Avenida Presidente Vargas,
800, CEP 66017-000, Belém, PA.
fabriciorebello@hotmail.com.

Fátima Maria de Souza Moreira

Engenheira Agrônoma, Ph. D., Universidade Federal de Lavras,
Departamento de Ciência do Solo, Campus Universitário,
Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras, MG.
fmoreira@ufla.br

Flávio de França Souza

Engenheiro Agrônomo, Mestre, Embrapa Rondônia, BR 367, km 5,5,
Zona Rural, Caixa Postal 406, CEP 78900-970, Porto Velho, RO.
flaviofs@cpafro.embrapa.br

Francisco Douglas Rocha Cunha

Engenheiro Agrônomo, Especialista, Diretor - Presidente da
Agropecuária Brasil, Avenida Duque de Caxias, 355, Vila Sinhá,
CEP 68600-000, Bragança, Pará.
douglascaupi@hotmail.com

Francisco Rodrigues Freire Filho

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Meio-Norte,
Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, Caixa Postal 01,
CEP 64.006-220, Teresina-PI.
freire@cpamn.embrapa.br

Gilvan Barbosa Ferreira

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08,
Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
gilvan@cpafrr.embrapa.br

Gisalda Carvalho Filgueiras

Engenheira Agrônoma, Doutora, Universidade Federal do Pará, Rua
Augusto Corrêa, s/n, Guamá, CEP 66075-110, Belém, PA.
gfilgueiras@ufpa.br

Gustavo Ribeiro Xavier

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Agrobiologia, BR 465,
km 47, CEP 23890-000, Seropédica, RJ.
gustavo@cnpab.embrapa.br

Jefferson Fernandes do Nascimento

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal de Roraima,
Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé,
Monte Cristo, CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
jeffersonfn@yahoo.com.br

Jerri Édson Zilli

Licenciado em Ciências Agrícolas, Doutor, Embrapa Roraima,
BR 174, km 08, Distrito Industrial, Caixa Postal 133,
CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
zilli@cpafrr.embrapa.br

Joelma Lima Vidal Estrela

Engenheira Agrônoma, Mestre, Pesquisadora visitante do Conselho
Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
Embrapa Acre, Rodovia BR 364, km 14, Caixa Postal 321,
CEP 69908-970, Rio Branco, AC.
joelmavidal@pq.cnpq.br

José Ferreira da Silva

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal do
Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Avenida Otávio
Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado, CEP
69077-000, Manaus, AM.
jfsilva@ufam.edu.br

José Maria Arcanjo Alves

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal de Roraima,
Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé,
CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
arcanjoalves@oi.com.br

José Ricardo Pupo Gonçalves

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Amazônia Ocidental,
Rodovia AM 010, km 29, Flores, CEP69048-660, Manaus, AM.
jrpupo@hotmail.com

José Roberto Vieira Júnior

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Rondônia, BR 364, km 5,5,
Área Rural, CEP 78900-000, Porto Velho, RO.
vieirajr@cpafro.embrapa.br

José Tadeu de Souza Marinho

Engenheiro Agrônomo, Mestre, Embrapa Acre, BR 364, Km 14,
Caixa Postal 321, CEP 69908-970 - Rio Branco, AC.
tadeu@cpafac.embrapa.br

Kátia de Lima Nechet

Engenheira Agrônoma, Doutora, Embrapa Roraima, BR 174, km 08,
Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
katia@cpafrr.embrapa.br

Luiz Antônio de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, Ph. D., Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia. Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, Caixa Postal 478,
CEP 69060-001, Manaus, AM.
luizoli@inpa.gov.br

Lunalva Aurélio Pedroso Sallett

Bióloga, Mestre, Bolsista da Embrapa, Parque Estação Biológica -
PqEB - Av. W5 Norte Asa Norte, Caixa-Postal: 02372,
CEP 70770-900 - Brasília, DF.
lunalvaps@yahoo.com.br

Magna Maria Macedo Ferreira

Engenheira Agrônoma, Doutora, Universidade Federal de Roraima,
Centro de Ciências Agrárias, km 12, BR 174, s/n, Campus do Cauamé,
CEP 69310-270, Boa Vista, RR.

magna.m.m.ferreira@bol.com.br

Manoel da Silva Cravo

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Amazônia Oriental,
Caixa postal 48, Trav. Enéas Pinheiro, s/n, Bairro do Marco,
CEP 66095-100, Belém, PA.

mscravo@gmail.com

Marcos Antônio Souza dos Santos

Engenheiro Agrônomo, Mestre, Banco da Amazônia, Avenida
Presidente Vargas, 800, Centro, CEP 66017-000, Belém, PA.

marcos.santos@bancoamazonia.com.br

Moacir Antônio Tomazetti

Agricultor, empresário, sócio - proprietário das Sementes Tomazetti,
empresa produtora de sementes e grãos. Avenida das indústrias, 420,
Distrito Industrial, CEP 78.850-000, Primavera do Leste, MT.

sementes@sementestomazetti.com.br

Murilo Fazolin

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Acre, BR 364, km 14,
Caixa Postal 321, CEP 69908-970 - Rio Branco, AC.

murilo@cpafac.embrapa.br

Olzeno Trevisan

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Comissão Executiva do Plano da
Lavoura Cacaueira, BR 364, km 325, CEP 78950-000, Ouro Preto, RO.

olzenotrevisan@yahoo.com.br

Oscar José Smiderle

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08,
Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
ojsmider@cpafrr.embrapa.br

Raimunda Nonata Santos de Lemos

Engenheira Agrônoma, Doutora, Universidade Estadual do Maranhão,
Centro de Ciências Agrárias, Cidade Universitária Paulo VI, s/n,
Tirirical, Caixa Postal 09, CEP 65055-970, São Luis, MA.
raimunda.lemos@pq.cnpq.br

Roberta Zani da Silva

Engenheira Agrônoma, Doutora, Fundação Universidade do
Tocantins, Quadra 108 Sul, Conjunto L, Alameda 11, Lote 3, Centro,
Caixa Postal 173, CEP 77020-122, Palmas, TO.
roberta.zs@unitins.br

Roberto Dantas de Medeiros

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Roraima, BR 174, km 08,
Distrito Industrial, Caixa Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR.
roberto@cpafrr.embrapa.br.

Roberto Dantas de Medeiros Filho

In memoriam

Sandra Cátia Pereira Uchôa

Engenheira Agrônoma, Doutora, Universidade Federal de Roraima,
Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé,
CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
scpuchoa@click21.com.br

Sandra Regina de Sousa Cardoso

Bióloga, Mestre, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, CEP 18610-307, Botucatu, SP.
srscardoso@bol.com.br

Sônia Maria Figueiredo Albertino

Engenheira Agrônoma, Mestre, Universidade Federal do Amazonas, Avenida Otávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado, CEP 69077-000, Manaus, AM.
sonialbertino@ufam.edu.br

Valdinar Ferreira Melo

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal de Roraima, Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé, CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
valdinar.melo@pq.cnpq.br

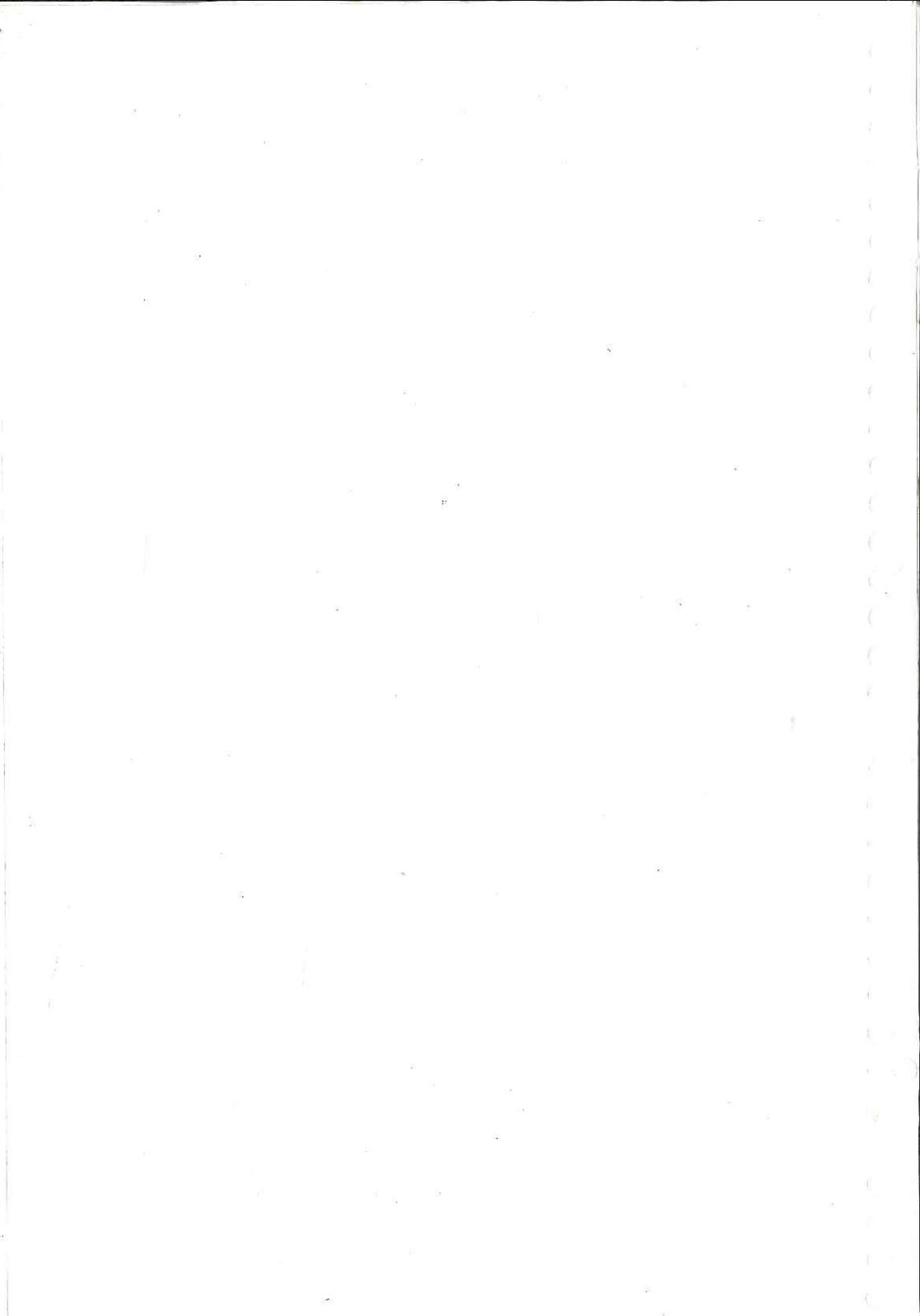
Wellington Farias Araújo

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Federal de Roraima, Centro de Ciências Agrárias, BR 174, km 12, s/n, Campus do Cauamé, CEP 69310-270, Boa Vista, RR.
wellington.farias@pq.cnpq.br



AGRADECIMENTOS

Os editores agradecem a colaboração de Antônio Cordeiro de Santana, Edson Alves Bastos, Francisco Amaral Villela, Lindete Miria Vieira Martins, Marcone César Mendonça Chagas e Ribas Antônio Vidal, os quais auxiliaram na revisão técnica dos originais, contribuindo para a melhoria dessa obra. Em especial, agradecem ao pesquisador **Dr. Manoel da Silva Cravo** pela revisão final do livro.



APRESENTAÇÃO

O feijão-caupi ganha espaço privilegiado na agricultura nacional. Antes conhecido apenas por agricultores familiares do nordeste e norte brasileiro, essa leguminosa denominada pelos cientistas por *Vigna unguiculata* é originária do continente africano e faz parte da culinária regional do nordeste com os famosos baião-de-dois e acarajé.

Fonte de proteína vegetal e sabor incomparável, o feijão-caupi é um dos cultivos mais adaptados a pouca disponibilidade hídrica e nutricional, que aliados a adaptação ao calor tropical, revela-se uma alternativa promissora para a produção de proteína a baixo custo e em menos de 80 dias de cultivo.

A tecnologia apresenta suas novas cultivares, mais resistentes a pragas, com porte ereto e grãos diferenciados, atendendo a demanda de mercados globais. Por outro lado, os produtores aprovam o cultivo do feijão-caupi no período de safrinha após culturas tradicionais como a soja ou milho, aumentando a efetividade do uso do solo e de máquinas agrícolas. O mercado internacional habituado ao consumo em larga escala, como Índia, Turquia e Egito promete ser um novo destino para a produção do Estado do Mato Grosso, que já supera a marca de 100.000 ha plantados.

Na Amazônia, populações indígenas, assentados da reforma agrária e pequenos agricultores diversificam seus produtos, garantindo uma melhor alimentação e fonte de renda segura com o cultivo dessa leguminosa, que por suas características pode se tornar em pouco tempo a principal fonte de proteína vegetal para toda a região.

Esse livro apresenta as peculiaridades da cultura na região Amazônica, considerando os diferentes sistemas de produção e destaca as inovações tecnológicas para nortear o cultivo do feijão-caupi em todos os segmentos da agricultura. A apresentação da cultura, seu manejo correto e sua importância na alimentação humana são temas aqui revelados de extrema importância para os que consomem e os que plantam essa riqueza vegetal chamada feijão-caupi.

Dr. Francisco Joaci de Freitas Luz
Chefe Geral da Embrapa Roraima

PREFÁCIO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é cultivado nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com destaque para o continente africano como o maior produtor. Há cultivos também na América do Sul, América Central, Ásia, Oceania, Sudoeste da Europa e nos Estados Unidos. O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais.

Apesar de ser considerada uma cultura de subsistência, o feijão-caupi assume expressiva importância socioeconômica no cenário da agricultura das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, constituindo-se em uma das principais fontes de proteína de baixo custo para a alimentação humana e geração de emprego e renda para a população.

Historicamente, a cultura do feijão-caupi sempre esteve associada a pequenos produtores do Nordeste brasileiro e chegou ao Norte através da migração, onde predomina o cultivo em pequenas propriedades que utilizam exclusivamente mão-de-obra familiar e pouca adoção de tecnologias.

As informações oficiais sobre o feijão-caupi na Amazônia brasileira são escassas, apesar de existirem muitos resultados de pesquisa e experiência de profissionais com a cultura nas diversas instituições da região. No entanto, os dados estão dispersos, limitando o avanço de novas pesquisas, a geração de tecnologias e a adoção daquelas disponíveis.

No final do ano de 2007, o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, estruturado através de convênio entre a Universidade

Federal de Roraima e a Embrapa Roraima, organizou um workshop sobre a cultura do feijão-caupi no Estado de Roraima. No evento houve a participação de vários pesquisadores e profissionais que atuam com a cultura em Roraima, além de pesquisadores de outras instituições, como a Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Meio-Norte e Universidade Federal de Viçosa. Na ocasião foram discutidos diversos temas de relevância para a Amazônia e, como resultado das discussões, surgiu a idéia de organização de um livro sobre a cultura do feijão-caupi na região amazônica.

A partir desse evento, foram levantados os diversos profissionais que desenvolveram ou estão envolvidos com pesquisas na cultura do feijão-caupi na região, procurando-se valorizar experiências individualizadas nas diversas instituições. Dessa forma, esta obra representa o embrião de uma série de pesquisas e geração de tecnologias aplicadas às condições amazônicas. Além disso, o esforço para a organização deste livro resultará no estabelecimento de parcerias entre pesquisadores e entre instituições, o que culminará com o fortalecimento da pesquisa sobre a cultura e dará visibilidade à agricultura alicerçada em bases sustentáveis na Amazônia.

Nos dez capítulos que compõem este livro são relatados avanços científicos e técnicos sobre o cultivo do feijão-caupi na Amazônia brasileira, disponíveis para as diversas áreas do conhecimento, visando contribuir para a formação e atualização de estudantes, profissionais da área de assistência técnica, produtores e demais interessados na cultura.

Editores

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1
ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS, 23

CAPÍTULO 2
SISTEMAS DE CULTIVO, 59

CAPÍTULO 3
MELHORAMENTO, 105

CAPÍTULO 4
FERTILIDADE DO SOLO, 131

CAPÍTULO 5
FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO, 185

CAPÍTULO 6
MANEJO DE PLANTAS DANINHAS, 223

CAPÍTULO 7
DOENÇAS, 245

CAPÍTULO 8
INSETOS-PRAGA E SEUS INIMIGOS NATURAIS, 271

CAPÍTULO 9
IRRIGAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA, 305

CAPÍTULO 10
COLHEITA E ARMAZENAMENTO DE
GRÃOS E SEMENTES, 327



CAPÍTULO 1

ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Gisalda Carvalho Filgueiras

Marcos Antônio Souza dos Santos

Alfredo Kingo Oyama Homma

Fabício Khoury Rebello

Manoel da Silva Cravo

1 - INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das fontes alimentares mais importantes e estratégicas para as regiões tropicais e subtropicais do mundo. Atualmente, a área total cultivada está em torno de 11,3 milhões de hectares, sendo o continente africano o principal produtor. Há cultivos também na América do Sul, América Central, Ásia, Oceania, Sudoeste da Europa e nos Estados Unidos. O Brasil assume papel de destaque nesse contexto, ocupando o terceiro lugar entre os maiores produtores mundiais (RODRIGUES et al., 2004).

No País, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, o feijão-caupi se constitui em uma das principais alternativas sociais e econômicas para as populações rurais. Também é essencial na dieta destas populações, sendo uma das espécies de feijão com maior teor de proteínas, além de possuir carboidratos, vitaminas e minerais essenciais ao organismo humano. Seu consumo se dá sob diversas formas, fazendo parte da culinária regional (AQUINO; SILVA, 1986; SANTANA; KHAN, 1989; SANTANA; SANTOS, 2000; RODRIGUES et al., 2004).

Dada a importância socioeconômica do produto e a necessidade de se formular estratégias para ampliar o desempenho da cadeia produtiva do feijão-caupi na Amazônia, torna-se fundamental conhecer os principais aspectos de produção e comercialização desta cultura.

O presente capítulo propõe-se a discutir a importância socioeconômica da cultura do feijão-caupi na Amazônia, especialmente a partir de dados do Estado do Pará que representou mais de 37% de toda a produção dessa cultura na região nos anos de 2007 e 2008. Sua estrutura contempla a descrição do panorama geral sobre o cultivo no Brasil e no mundo, com destaque para uma apreciação sobre a evolução histórica de sua introdução na Amazônia. Em sequência, discutem-se aspectos do mercado do feijão-caupi, particularmente quanto a sua produção, concentração espacial e análise de preços.

Na seção seguinte apresentam-se estimativas de custos de produção com base nos sistemas de produção adotados no Nordeste Paraense e, ainda, o perfil dos produtores de feijão-caupi, enfatizando aspectos socioeconômicos, dos sistemas de produção empregados, comercialização, organização social, assistência técnica e acesso ao crédito. Por fim, contempla-se uma seção com as considerações finais e recomendações com vistas ao fortalecimento dessa importante atividade produtiva no contexto amazônico.

2 - ASPECTOS HISTÓRICOS DO FEIJÃO-CAUPI

O padre João Daniel (1722-1776), missionário da Companhia de Jesus, viveu na Amazônia entre 1741 e 1757. Durante esse período, foi preso por ordem do interventor Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês do Pombal (1699-1782), e passou 18 anos no cárcere (1757-1776), do qual não sobreviveu. Em uma de suas crônicas, ele descreve o feijão (o que leva a crer que fosse a espécie *Vigna unguiculata*) da seguinte maneira:

Há várias espécies deste legume ordinariamente já conhecidas, mas as que mais se usam são os fradinhos, e algumas castas logo ao terceiro mês principiam a dar com tanta abundância, que se equivocam com as folhas, uns em flor, outros em

vagens, e outros já maduros, continuando a sua fecundidade por muitos meses; e frutificariam todo o ano, se os seus cultores tivessem a providência de os regar. Porém, ainda que se não usa, há paragens onde duram por alguns anos, se as ervas os não afoga, arrebetando de novo pelo pé, ou raiz, como eu mesmo observei. O seu maior uso é comerem-se verdes, quando se tem perto de casa, e na verdade para isso são nobres, pelo bom comprimento de suas vagens, quase de palmo. Usam mais destes que dos grandes, por serem de melhor gosto; e na verdade bem cozinhados têm boa entrada, ainda nas casas opulentas, ou sejam verdes, e de sapata, ou secos, cozidos com água só com sal, e depois tirados da água, e temperados no fogo com frigideira com azeite, vinagre, cebola, bem picada, e, segundo alguns, também com seu dente de alho e, depois de fervidos, apresentados na mesa; e já o cheiro basta para convidar, e fazer crescer a água na boca, antes de levar a ela (DANIEL, 2004, p. 429).

Ao que tudo indica a introdução do feijão-caupi na Amazônia se deu pelos imigrantes nordestinos, que colonizaram a região a partir do século XVIII, inicialmente para trabalhar na extração do látex para a produção da borracha e, posteriormente no garimpo. Esses imigrantes trouxeram consigo parte dos costumes e da culinária nordestina, que tem o feijão-caupi como um dos principais ingredientes.

Outra contribuição para introdução do feijão-caupi na Amazônia foi a migração norte-americana. O major Warren Lundsford Hastings liderou, no dia 17 de setembro de 1867, grupos de americanos insatisfeitos com os resultados da Guerra de Secessão, no qual foram derrotados em 1865. Esses grupos desembarcaram do navio Inca, em

Santarém, com 278 pessoas, muitas das quais regressaram depois ao país de origem. Os colonizadores norte-americanos introduziram nas várzeas de Santarém variedades de *cow-pea*, que são conhecidas por “feijão-miúdo”, “feijão-de-santarém”, “feijão-de-praia” ou, ainda, “feijão-manteiguinha”, que se tornou um prato típico da região.

O Professor Clibas Vieira (1927-2004), da Universidade Federal de Viçosa, um dos maiores estudiosos do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) no País, faz o seguinte comentário no seu livro de memórias “O Feijão e Eu”:

Suas plantas estão longe de exibir o porte esbelto e elegante dos pés de milho e, quando maduras, muitas vezes acamam sobre o solo, contrastando com a beleza de um trigal maduro com suas espigas loiras e eretas onduladas pelo vento. Sim, nisso tudo o feijão leva desvantagem, mas em matéria de beleza das sementes, nenhuma planta o supera: foscas ou brilhantes, grandes ou pequenas, reniformes, redondas, compridas ou achatadas, elas ostentam diferentes cores – vermelha, negra, amarela, rósea, parda, branca, alaranjada, roxa, etc. – muitas vezes com uma ou duas cores suplementares na forma de sarapintas, estrias, manchas, coloração parcial ou marmoreação (VIEIRA, 1996, p. 109).

Clibas Vieira iniciou suas atividades com o feijoeiro na década de 1950, tendo destacado papel no desenvolvimento da pesquisa do feijão no País. Os cargos desempenhados por Clibas Vieira identificam o interesse governamental sobre esta cultura, na fase pré-Embrapa. Em 1963, foi nomeado pela Portaria nº 316, do Ministro da Agricultura, como membro da Comissão Brasileira do Feijão e, em 1972, diretor do Projeto Nacional do Feijão.

No Pará, a criação do Campo Experimental de Tracuateua, em 1925, com arquitetura inglesa, aconteceu para dar apoio à produção de fumo e feijão, bastante cultivado no nordeste paraense. Em 1958, ocorreu o início das pesquisas com o feijão dos gêneros *Vigna e Phaseolus* no Instituto Agrônômico do Norte (IAN) e, em 1962, Natalina Tuma da Ponte utilizou a equação de Mitscherlich para avaliar os efeitos da matéria orgânica na produção de feijão. O resultado mais importante foi o lançamento da variedade de feijão-caupi IPEAN V-69, que perdurou por várias décadas.

Em 1977, o melhoramento de feijão-caupi na Embrapa, até então conduzido por várias unidades isoladamente, passou a ser coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão, unidade descentralizada fundada em 4 de outubro de 1974 e instalada em novembro do mesmo ano, com sede em Goiânia, tendo inicialmente a responsabilidade voltada para a pesquisa do arroz, passando, a partir de 1975, a dedicar-se também à cultura do feijão comum e, de 1977 a 1991, à do feijão-caupi. O interesse pela pesquisa com feijão-caupi foi ampliado com a criação da Embrapa Meio-Norte, por meio da fusão do Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada (1986) à Unidade Executora de Pesquisa Âmbito Estadual (UEPAE) de Teresina (1975), em 22 de março de 1993. As pesquisas sobre a cultura ficaram sob a liderança dessa Unidade da Embrapa, em parceria com uma rede nacional de pesquisa em nove Estados brasileiros. Segundo Freire Filho et al. (2008), entre 1988 e 2007, foram lançadas 31 novas cultivares portadoras de resistência a vírus, com alta qualidade de grãos e adaptadas a diferentes ecossistemas das Regiões Norte (6 cultivares), Nordeste (24) e Sudeste (1).

Dentre as cultivares de feijão-caupi destaca-se o feijão canapu, muito plantado e apreciado no Nordeste brasileiro, tendo coloração marrom. Essa variedade foi trazida para o Brasil por escravos africanos no século XVI, vinda da África Oriental (SÁ; BATISTA, 2008). Segundo o pesquisador Manoel da Silva Cravo (Embrapa Amazônia Oriental), essa variedade chegou a ser plantada no nordeste paraense, com boa

produtividade, mas não foi lançada oficialmente pela pesquisa. A desvantagem dessa variedade, muito utilizada para o preparo do baião-de-dois, é a mudança de cor dos grãos com o tempo de armazenamento, mudando de marrom esverdeado brilhante para marrom escuro, assemelhando-se a feijão velho. A pesquisa está trabalhando no sentido de eliminar essa característica desfavorável dessa variedade, para posterior lançamento.

A cultivar de feijão-caupi IPEAN V-69 foi desenvolvida pela professora Natalina Tuma da Ponte, da antiga Escola de Agronomia da Amazônia, em 1969, e por muitas décadas foi a mais utilizada no Estado do Pará e até mesmo em outros Estados da região amazônica. Já as cultivares de feijão-caupi BR 3 Tracueteua e a BR 2 Bragança foram resultados do trabalho de melhoramento liderado pelo pesquisador José Francisco de Assis Feliciano da Silva e colaboradores durante a década de 1980. Essas duas cultivares, principalmente a BR 3 Tracueteua, conhecida como "Quebra Cadeira", ainda são as mais plantadas no Pará e em toda a região amazônica.

Em 2005, o pesquisador Manoel da Silva Cravo e sua equipe lançaram o Sistema Bragantino, no qual utilizam uma rotação de culturas e combinam as vantagens do consórcio da mandioca com o feijão-caupi, permitindo melhor aproveitamento da área e com maior lucratividade.

No dia 14 de setembro de 2005 foi efetuado o lançamento das cultivares de feijão-caupi BRS Milênio e a BRS Urubuquara, no município de Tracueteua e, em 2007, a BRS Novaera, que foram desenvolvidas pelo pesquisador Francisco Rodrigues Freire Filho, especialista em melhoramento genético da Embrapa Meio-Norte em colaboração com o pesquisador Manoel da Silva Cravo, da Embrapa Amazônia Oriental, além de outros pesquisadores que compõem a Rede Nacional de Pesquisa com feijão-caupi. Esses pesquisadores também efetuaram, em 2005, a purificação da BR 3 Tracueteua, cujas sementes atualmente estão sendo comercializadas para plantio na região.

3 - PRODUÇÃO MUNDIAL DO FEIJÃO-CAUPI

A produção mundial de feijão advém do cultivo dos gêneros *Phaseolus* e *Vigna*, sendo que este último envolve as diferentes cultivares de feijão-caupi. Em 2007, a área total colhida foi de 38,2 milhões de hectares. Deste total o gênero *Phaseolus* foi responsável por 70,42% da área cultivada e 78,10% da produção.

Os dados da FAO (2008) apontam para uma área colhida de 11,3 milhões de hectares de feijão-caupi no mundo, o que correspondeu a uma produção de 5,4 milhões de toneladas e uma produtividade de 478,33 kg ha⁻¹. Os principais países produtores são Nigéria e Níger onde, em 2007, foram colhidos cerca de 9,26 milhões de hectares. Há cultivos também em outros países da América do Sul, América Central, Ásia, Oceania, sudoeste da Europa e nos Estados Unidos.

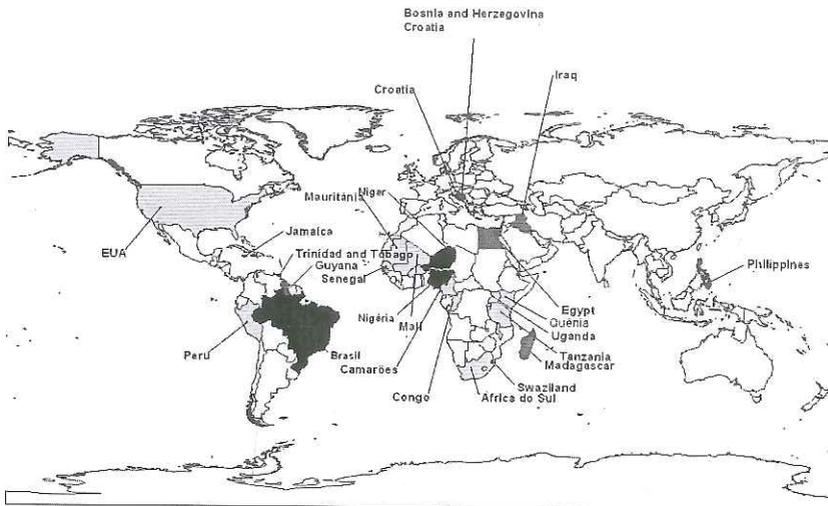


Figura1 - Distribuição mundial da área colhida com feijão-caupi, 2007.

No Brasil, os levantamentos estatísticos consideram a cultura de feijão de forma agregada. Apenas em alguns Estados onde a produção de feijão-caupi assume destaque é que se dispõe de dados com algum nível de desagregação. Assim, as informações do Brasil, que constam na base de dados da FAO, expressam a produção total de feijão,

subestimando a área colhida e a produção mundial de feijão-caupi. Estima-se que a área colhida com feijão-caupi no Brasil esteja na faixa de 1.500 mil hectares ano⁻¹, número que coloca o Brasil na condição de terceiro maior produtor mundial (SINGH et al., 2002). A Figura 1 mostra a dispersão mundial da produção desta leguminosa, segundo os países.

No Brasil o feijão-caupi é explorado principalmente nas Regiões Norte e Nordeste, conforme será visto mais adiante, embora, ultimamente, já esteja sendo explorado no Centro-Oeste.

4 - OFERTA E DEMANDA DE FEIJÃO NO BRASIL

O feijão, em razão de sua importância alimentar e de compor a cesta básica dos brasileiros, tem parcela garantida no agronegócio nacional, principalmente por sua conexão com a pequena produção familiar. A Tabela 1 apresenta o balanço da oferta e demanda do feijão no Brasil.

Tabela 1 – Balanço de oferta e demanda do feijão no Brasil, safras: 1999/2000 a 2007/2008, em mil toneladas.

Safras	Estoque inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo	Exportação	Estoque final
1999/2000	132,7	3.098,0	78,8	3.309,5	3.050,0	4,7	254,8
2000/2001	254,8	2.587,1	130,3	2.972,2	2.880,0	2,3	89,9
2001/2002	89,9	2.983,0	82,3	3.155,2	3.050,0	16,2	89
2002/2003	89	3.205,0	103,3	3.397,3	3.130,0	2,8	264,5
2003/2004	264,5	2.978,3	79,2	3.322,0	3.150,0	2,3	169,7
2004/2005	169,7	3.045,5	100,7	3.315,9	3.200,0	2,3	113,6
2005/2006	113,6	3.471,2	70	3.654,8	3.300,0	1,5	353,3
2006/2007	353,3	3.339,7	65	3.758,0	3.350,0	26	382
2007/2008	382	3.544,7	70	3.996,7	3.400,0	30	566,7
Média	205,5	3.139,20	86,6	3.431,30	3.167,80	9,8	253,7
Desvio padrão	112,3	292,6	21	317,1	165,1	11,3	160,1
Coef. var.(%)	54,6	9,3	24,3	9,2	5,2	115,5	63,1
Amplitude	293	957,6	65,3	1.024,50	520	28,5	477,7

Fonte: CONAB (2008a)

As estatísticas descritivas das variáveis da Tabela 1 mostram que a média observada para a produção de feijão (3.139 mil toneladas), é inferior ao consumo (3.168 mil t), indicando que existe demanda para

esta cultura se expandir, fato confirmado pelos dados da importação, muito superior à exportação, realizada, talvez, apenas para manter as relações de troca com outros países. Em termos de amplitude e/ou variabilidade nas safras, a oferta foi a que sofreu maior impacto, sendo a menor destas registrada em 2000/2001, com aproximadamente 3 milhões de toneladas e em 2007/2008 a maior, com aproximadamente 4 milhões de toneladas, logo, uma amplitude de um milhão de toneladas do produto.

Estima-se que 70% do feijão produzido no território brasileiro sejam do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e 30% do feijão-caupi. Fogem a esta regra os Estados das Regiões Nordeste e Norte, cuja produção de feijão chega a ser quase que exclusiva de feijão-caupi. Por exemplo, no Estado do Pará, devido às condições edafoclimáticas, a produção de feijão-caupi chega a 85% do total de feijões produzidos, e em outros Estados, como Amazonas, Amapá e Roraima a produção de feijão-caupi atinge praticamente 100% da área cultivada com feijão. Na Tabela 2, observa-se o comportamento da área colhida e da produção do feijão no Brasil e suas regiões.

Tabela 2 – Área colhida (ha) e produção (t) do feijão no Brasil e nas regiões brasileiras, 2000 e 2007.

Regiões	Variáveis	2000	2007	Variação (%) 2007 – 2000
Brasil	Área (ha)	4.332.545	3.828.270	-11,64
	Produção (t)	3.056.289	3.242.290	6,09
Norte	Área (ha)	184.352	169.104	-8,27
	Produção (t)	110.496	128.294	16,11
Nordeste	Área (ha)	2.355.473	2.060.011	-12,54
	Produção (t)	1.132.213	789.349	-30,28
Sudeste	Área (ha)	690.571	602.953	-12,69
	Produção (t)	677.853	817.776	20,64
Sul	Área (ha)	935.511	792.419	-15,3
	Produção (t)	868.591	1.123.802	29,38
Centro	Área (ha)	166.638	203.783	22,29
Oeste	Produção (t)	267.136	383.069	43,4

Fonte: IBGE, 2008.

Em nível nacional, a área colhida com feijão diminuiu ao longo de sete anos, passando de 4,3 milhões para 3,8 milhões de hectares, uma variação negativa de praticamente 12%. Contudo, percebe-se que a produção, no mesmo período, cresceu, saindo de 3,1 milhões para 3,2 milhões de toneladas, logo, uma variação positiva de 6%. Observando a Tabela 2, constata-se que praticamente todas as demais Regiões tiveram essa trajetória, exceto o Centro- Oeste, que registrou, no período analisado, uma variação positiva na área colhida com feijão, na ordem de 22,29%. Quanto à produção, as variações foram positivas para todas as Regiões brasileiras, exceto o Nordeste, que registrou variação negativa para a quantidade produzida (-30,28%). O aumento da quantidade produzida, com relação inversa ao comportamento da área, indica aumento da produtividade, decorrente de uso intensivo de tecnologias, o que pode ser confirmado pela visualização da produtividade regional (Figura 2).

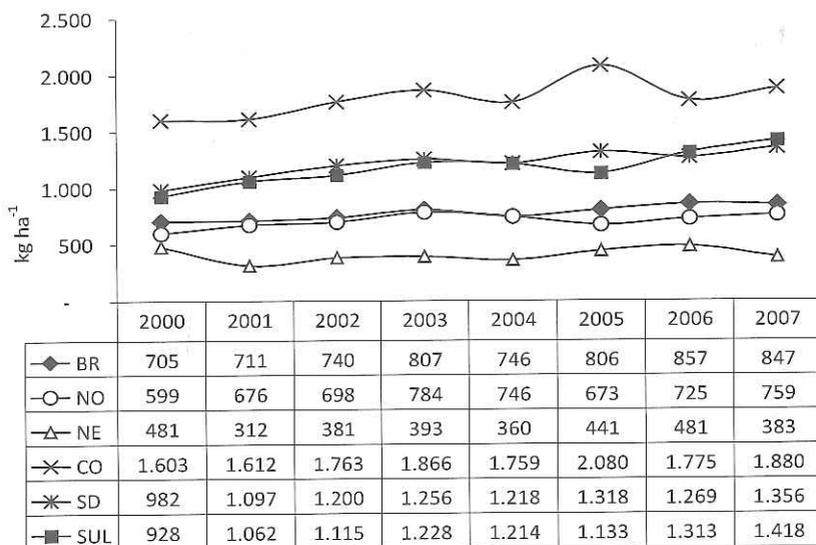


Figura 2 – Evolução da produtividade do feijão, em kg ha^{-1} , nas regiões brasileiras: 2000 a 2007. Fonte: IBGE, 2008.

A produtividade média do feijão no Brasil, de 2000 a 2007, ficou em 777 kg ha⁻¹, sendo a maior observada para o Centro-Oeste (1.792 kg ha⁻¹), confirmando a trajetória de alta produtividade do cerrado para os grãos, como resultado de grandes inversões de capital financeiro, humano e tecnológico, este último relacionado à pesquisa agrícola. O Sudeste e o Sul registraram uma produtividade média muito próxima (1.212 e 1.176 kg ha⁻¹, respectivamente). Em que pese ter a maior área colhida, mais de dois milhões de hectares em 2007, o Nordeste possui a menor produtividade para o feijão, apenas 404 kg ha⁻¹, portanto, abaixo da média nacional, assim como a do Norte (708 kg ha⁻¹), denotando ausência de maiores investimentos relacionados à aplicação de tecnologias para explorar essa leguminosa e, conseqüentemente, aumentar sua produtividade.

5 - O MERCADO DE FEIJÃO-CAUPI NA AMAZÔNIA

5.1 - PRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI NA AMAZÔNIA

Nesta seção apresentam-se dados sobre a área plantada, produção e produtividade de feijão-caupi na Amazônia. Os dados foram levantados junto a diversas fontes, como as Unidades da Embrapa na Região, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Secretarias e Órgãos Estaduais de Agricultura.

Registra-se, no entanto, a dificuldade de se ter informações desagregadas por variedade de feijão cultivado. Nesse aspecto, seria importante que as instituições que geram essa informação, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a CONAB, passassem a adotar essa desagregação, vindo a auxiliar no processo de avaliação do desempenho de cada variedade e contribuir para a elaboração de políticas públicas específicas.

Conforme pode ser analisado na Tabela 3, estima-se que na Amazônia Legal haja cerca de 285 mil hectares plantados com feijão, sendo aproximadamente 53% com feijão-caupi. A produção dessa

espécie chega a 130 mil toneladas (47% do feijão total) e a produtividade média é de 815 kg por hectare, doze quilos a menos do que a verificada, em média, para o feijão total.

O Estado do Pará é o maior produtor de feijão-caupi na Amazônia Legal, com 37% da área plantada nos anos de 2007 e 2008, seguido por Mato Grosso e Maranhão, respectivamente, com 27% e 23%. Juntos, os três Estados respondem por cerca de 87% da área plantada e da produção na região. O Estado mato-grossense, embora seja o maior produtor de feijão total na região, dada sua baixa especialização em feijão-caupi, que é da ordem de 45%, fica com o segundo lugar no *ranking* dos maiores produtores, podendo nas próximas safras tornar-se o maior produtor.

Tabela 3 – Estimativa de área plantada, produção e produtividade de feijão total e feijão-caupi na Amazônia Legal, safra 2007/2008.

Estados	Área plantada (mil ha)		Feijão-caupi/total (%)	Produção (mil t)		Feijão-caupi/total (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Total ¹	Feijão-caupi ²		Total ¹	Feijão-caupi ²		Total ¹	Feijão-caupi ²
Pará	65,7	56	85	54	49	91	814	870
Mato Grosso	89,2	40	45	137	48	35	1532	1200
Maranhão ³	88,1 (34,6)	88,1 (34,6)	100	40 (16,4)	40 (16,4)	100	450 (487)	450 (487)
Tocantins	16,9	11	65	15	10	67	872	870
Amazonas	4,6	4,6	100	4	4	100	900	900
Amapá	1,4	1,4	100	1	1	100	696	696
Roraima	1	1	100	1	1	100	667	667
Acre	5,8	1	17	3	1	33	501	500
Rondônia	65,9	< 1	2	45	< 1	2	683	850
Total ou média (Valores aproximados)	285	150	53	276	130	47	794	782

¹Fonte: CONAB (2008b).

²Fonte: Marinho (2001); Cravo e Souza (2007); Menezes et al. (2007); A GRANJA (2008); CONAB (2008b).

³Os dados entre parêntese de área plantada, produção e produtividade referem-se a área da Amazônia Legal no Estado do Maranhão (IBGE, 2008);

Obs.: Para a estimativa de área plantada, produção e produtividade de feijão-caupi nos estados do Amazonas, Rondônia, Amapá, Tocantins e Maranhão, foram obtidas informações junto às Unidades da Embrapa na região Norte e Secretarias e Órgãos Estaduais de Agricultura.

Os Estados do Amazonas, Amapá e Roraima, embora destinem, relativamente, poucas áreas ao cultivo de feijão plantam, de forma comercial, exclusivamente o gênero *Vigna*. O mesmo ocorre com o Estado do Maranhão, que destina 34,6 mil hectares de área, na sua porção que compõe a Amazônia Legal.

A maior produtividade regional de feijão-caupi, estimada em 1.200 kg ha⁻¹, é observada no Estado do Mato Grosso. A alta especialização na cultura de grãos e o uso de tecnologia moderna estão na base dessa equação, salientando-se que o feijão-caupi no Mato Grosso é cultivado, como “safrinha”, após as colheitas de milho, arroz ou soja, aproveitando todos os resíduos de adubos dessas culturas, o que lhe confere alta produtividade, conforme descrito no Capítulo 2 deste livro. Com esse desempenho, sua produção fica apenas mil toneladas menor que a verificada no Estado do Pará, ainda que cultive uma área equivalente a 71,4% da paraense.

O Estado maranhense, por sua vez, possui o pior indicador de produtividade, com 487 kg ha⁻¹ e, Amazonas, Pará, Tocantins e Rondônia possuem produtividades acima da média regional.

As produções dos Estados do Amazonas, Amapá, Acre e Rondônia concentram-se no período que compreende a 2ª safra, com plantio entre os meses de janeiro e fevereiro e colheita entre março e abril. Os Estados do Mato Grosso, Maranhão e Tocantins produzem tanto na 1ª safra, quanto na 2ª. Produzindo na 3ª safra, com plantio entre abril e junho, conforme já mencionado anteriormente, apenas o Estado do Mato Grosso que, na safra 2007/2008, destinou uma área de 12,2 mil ha, ou cerca de 13,7% do total destinado ao cultivo com feijão-caupi nesse calendário agrícola. Em Roraima, o plantio é feito em julho/agosto e colheita em setembro/outubro, segunda metade do período chuvoso, que vai de maio a setembro (CONAB, 2008b). No Estado do Pará os plantios se concentram entre maio e julho.

Cabe destacar algumas iniciativas que estão sendo implementadas na Amazônia, como forma de expandir a produção e consumo de feijão-caupi. No Estado do Mato Grosso - a partir de uma ação que integra o Programa de Segurança Alimentar e Nutricional do Estado, a Secretaria de Trabalho, Emprego, Cidadania e Assistência Social (SETECS), a empresa Sementes Horizonte, a Secretaria de Desenvolvimento Rural do Mato Grosso (SEDER), a Empaer, a Conab e prefeituras -, firmou-se uma

parceria no sentido de estimular o plantio do feijão-caupi em 13 municípios da Baixada Cuiabana, beneficiando aproximadamente mil e trezentas famílias (FREITAS, 2008).

Para os Estados do Maranhão e Tocantins, a Secretaria de Política Agrícola (SPA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, definiu o zoneamento agrícola para o cultivo do feijão-caupi, indicando os municípios apropriados para o plantio, a época, as cultivares e os tipos de solos adequados para a semeadura nas regiões produtoras, minimizando, assim, os riscos de produção (BRASIL, 2008a; BRASIL, 2008b).

A pesquisa agrícola, por sua vez, tem sido desenvolvida em todos os Estados da região, com vistas à identificação de novas cultivares, definição de sistemas de cultivos e tecnologia de inoculação do feijão-caupi. Nesse sentido têm sido estabelecidas várias parcerias entre os centros da EMBRAPA e algumas Universidades.

Esses esforços, aliados a outros, podem revelar muitas vantagens competitivas da cultura do feijão-caupi na Amazônia, em relação ao feijão comum, especialmente com relação à rusticidade e às condições climáticas e de fertilidade do solo, sendo fortalecida a opção pelo cultivo do feijão-caupi na região.

5.2 - ASPECTOS DA PRODUÇÃO NO ESTADO DO PARÁ

Ao longo das duas últimas décadas a produção de feijão-caupi no Estado do Pará vem passando por mudanças socioeconômicas significativas, deixando de ser uma cultura tipicamente de subsistência para assumir papel importante, como um dos principais produtos de renda para centenas de agricultores familiares.

Segundo dados da Secretaria Executiva de Agricultura do Estado do Pará (SAGRI), para o ano de 2007, o Valor Bruto da Produção (VBP) de grãos foi da ordem de 550 milhões de reais. O feijão responde por 14,23% desse VBP, movimentando diretamente cerca de 78 milhões de reais, sendo 83% devido ao feijão-caupi (aproximadamente 65 milhões

de reais) e 17% ao *Phaseolus* (SAGRI, 2008a). Também merece destaque o fato de que esta participação tem crescido ao longo dos últimos anos, pois na safra 2001/2002 foi de 76,33%, o que mostra, em termos relativos, uma variação de 6,67% (Figura 3), quando se comparam as duas safras.

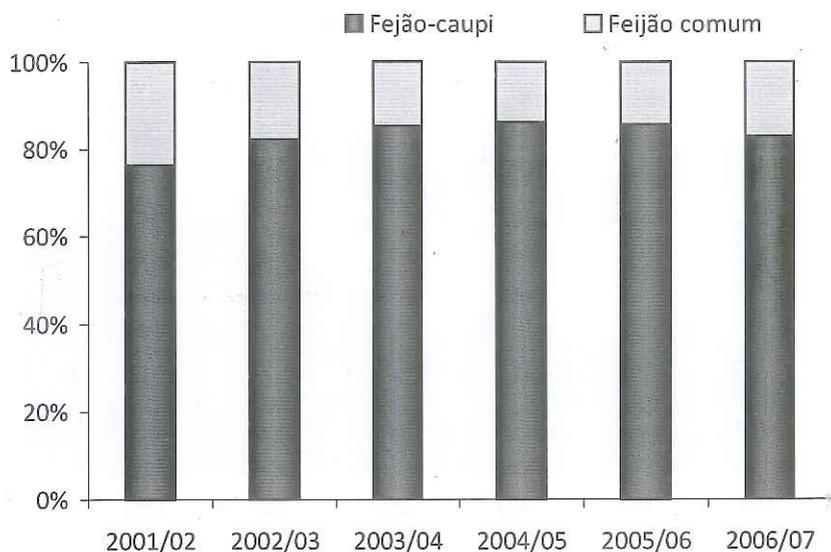


Figura 3 – Distribuição percentual da produção de feijão por espécie no Estado do Pará, 2001-2002/2006-2007. Fonte: SAGRI, 2008a.

Quanto à distribuição entre as mesorregiões, a de maior concentração da produção é o nordeste paraense. Em 2007, foi responsável por 54,51% de toda área colhida com feijão e 59,06% da produção estadual. A produção das outras cinco mesorregiões representa aproximadamente 40% do total. A Figura 4 ilustra a evolução da produção, por mesorregião, e permite identificar que, ao longo dos últimos anos, o nordeste paraense tem ampliado sua participação, pois em 2000 respondia por 37,39% da área colhida e 43,34% da produção, além de registrar um aumento na produtividade, já que em 2000 foi de apenas 742 kg ha⁻¹ e, em 2007, chegou a 908 kg ha⁻¹.

O aumento da produção do feijão-caupi é demonstrado pelos dados da Tabela 4, que mostra as taxas geométricas de crescimento da área colhida, produção e rendimento dessa leguminosa.

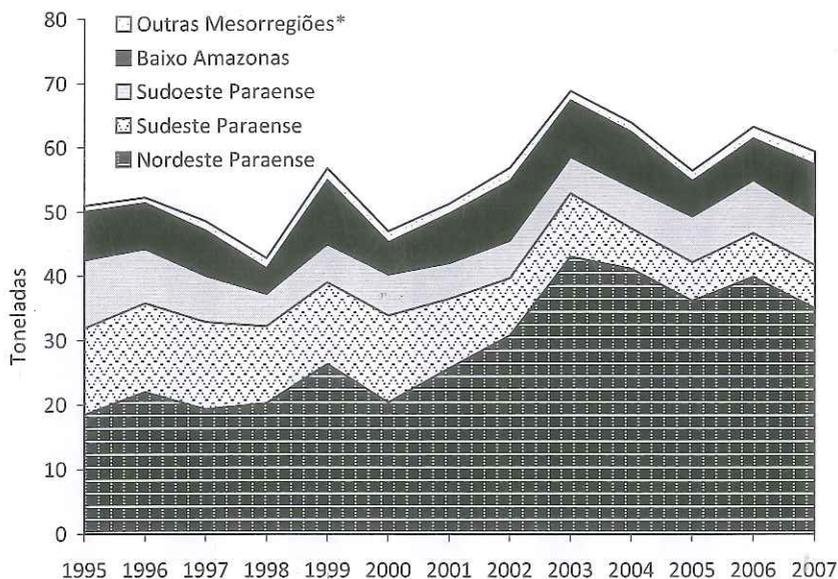


Figura 4 – Evolução da produção de feijão-caupi (mil toneladas) nas mesorregiões do Estado do Pará, 1995-2007. Fonte: IBGE, 2008; SAGRI, 2008a. Nota: (*) valores relativos às mesorregiões do Marajó e Metropolitana de Belém.

A Taxa Geométrica de Crescimento (TGC) da área colhida, no período de 15 anos, foi de 3,15% ao ano; a produção, com taxa de 5,83% e o rendimento com 2,58% ao ano. Portanto, essas taxas evidenciam o incremento destas variáveis da produção do feijão-caupi nos últimos anos no Pará, o que resulta, em parte, dos incentivos de crédito rural, via Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), que no período de janeiro de 1995 a julho de 2008 concedeu, em valores nominais, o montante de R\$ 803.581,93 para produtores do nordeste paraense, com destaque aos municípios de Augusto Corrêa, Bragança, Capanema e Tracuateua. A SAGRI, também, através do Programa de Fomento à

Tabela 4 – Taxas geométricas de crescimento (TGC) da área colhida, produção e produtividade do feijão-caupi no Estado do Pará, 1993-2007.

Anos	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
1993	36.286	23.370	644,05
1994	48.904	29.255	598,21
1995	46.082	30.424	660,21
1996	46.082	32.068	695,89
1997	44.795	30.473	680,28
1998	45.553	30.684	673,59
1999	52.262	38.072	728,48
2000	46.966	33.288	708,77
2001	49.468	36.335	734,52
2002	57.277	44.328	773,92
2003	63.678	56.545	887,98
2004	62.568	54.358	868,78
2005	59.039	48.837	827,2
2006	61.827	53.908	871,92
2007	58.535	49.041	837,81

Taxas de Crescimento – 1998-2007 (% ao ano)

	TGC (% ao ano)	Teste t	Nível de significância
Área colhida	3,15	6,28	1%
Produção	5,83	8,64	1%
Rendimento	2,58	8,98	1%

Fonte: elaborado a partir de dados básicos da SAGRI, 2008a.

Agricultura Familiar, distribuiu sementes para a produção de feijão-caupi, sendo em 2007, 128 toneladas, adquiridas ao valor de R\$ 512.000,00 e em 2008, mais de 120 t, com um custo de R\$ 840.000,00, beneficiando 3.200 e 3.000 agricultores, respectivamente. Considerando-se o ano de 2008, os 20 municípios com maior demanda por sementes foram: Tracuateua (9 t);

Augusto Corrêa (8 t); Capanema (8 t); Bragança (7,18 t); Castanhal (3,92 t); Salinópolis (3 t); Itaituba (3 t); Ipixuna (2,6 t); Santa Luzia do Pará (2,5 t); São João de Pirabas (2,5 t); Igarapé-Açu (2, t); Tomé-Açu (2,3 t) e Nova Timboteua; Primavera; Viseu; São João da Ponta; Concórdia do Pará; Capitão Poço; Monte Alegre; Tucumã, com 2 toneladas de sementes por município (SAGRI, 2008b).

O cultivo mecanizado de feijão-caupi no Estado do Pará representa 54,18% da área colhida e 61,45% da produção (Tabela 5). O cultivo está concentrado na Microrregião Bragantina, que responde por 63,22% da área mecanizada e 40,70% da área total cultivada com feijão-caupi (mecanizada e não mecanizada).

Isso indica que a preferência do cultivo do feijão-caupi e a adoção de tecnologias apropriadas vêm avançando nessa microrregião em relação às demais. O feijão-caupi na Microrregião Bragantina é um produto que se destina, principalmente, ao abastecimento do mercado nordestino. A produção não mecanizada nas outras microrregiões do Estado do Pará, de modo geral, constitui-se de produção para autoconsumo e um pequeno excedente para o abastecimento dos mercados locais.

Tabela 5 - Área colhida, produção e rendimento do feijão-caupi segundo o uso ou não de mecanização agrícola, 2007.

Estado do Pará	Área colhida (ha)	Produção (toneladas)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
Total	56.188	48.951	871
Mecanizado	30.442	30.080	988
Percentual	54	61	
Não mecanizado	25.746	18.871	733
Percentual	46	39	

Fonte: IBGE, 2008.

O rendimento médio de feijão-caupi nas áreas mecanizadas é 255 kg ha⁻¹ maior que a obtida nas áreas não mecanizadas, ou seja, a mecanização proporciona um incremento de 34,8% no rendimento da lavoura.

5.3 - COMPORTAMENTO DE PREÇOS DO FEIJÃO-CAUPI

Nos últimos nove anos o preço do feijão-caupi sofreu aumentos significativos. Tomando como referência os preços praticados no mercado atacadista do Estado do Pará, observa-se que a saca de 60 kg que custava R\$ 100,47 em 2000, atingiu, em 2008, o valor de R\$ 162,04. Isto representou um crescimento real, ou seja, descontando a inflação, da ordem de 6,5% ao ano (Figura 5).

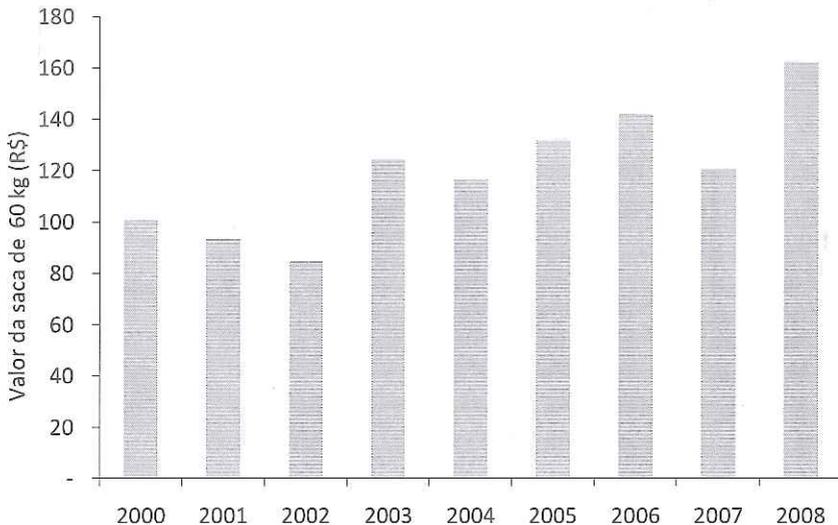


Figura 5 – Evolução do preço real do feijão-caupi em nível de atacado no Estado do Pará, 2000-2008. Fonte: SAGRI, 2008a. Nota: (i) para o ano de 2008 o preço corresponde à média do primeiro semestre; (ii) os preços foram deflacionados pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (Base: jun. 2008 = 100,00).

Este comportamento está diretamente associado às consecutivas quebras de safra observadas ao longo dos últimos anos na Região Nordeste que é, tradicionalmente, responsável pelo maior

volume de produção e consumo deste produto, em termos nacionais. Isto tem condicionado a retração da oferta que, em contraposição a uma demanda tradicional, tem gerado aumento persistente dos preços.

Além dessa tendência, é válido ressaltar que o feijão-caupi sofre flutuações de preço ao longo do ano, em função dos períodos de safra e entressafra. A Figura 6 apresenta os índices estacionais de preços do feijão-caupi para cada mês. Observa-se que o período de alta ocorre durante o primeiro semestre (janeiro a junho). O pico de preço é observado no mês de fevereiro, cujo índice é de 116,24%. No Estado do Pará esse período (janeiro a junho) corresponde à entressafra do feijão-caupi, fase em que os produtores executam as operações de preparo de área, plantio e tratamentos culturais da lavoura. Esse é um período em que a oferta é menor, o que explica porque os preços ficam mais elevados nesses meses.

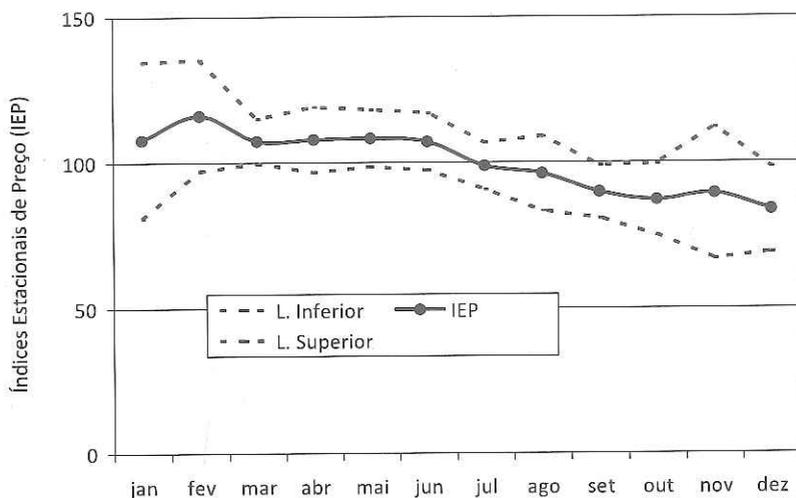


Figura 6 – Índices Estacionais de Preço (IEP) do feijão-caupi no mercado atacadista do Estado do Pará no período 2000-2006. Fonte: Garcia e Santos (2006).

A partir do mês de agosto os preços começam a declinar, em função do aumento da oferta do produto (colheita), mantendo-se abaixo da média anual até o mês de dezembro. Nestes meses, os índices

estacionais de preços estão abaixo da média anual (100,00). O mês que apresenta preços mais baixos é dezembro, cujo índice é de 83,75%. A amplitude de variação dos preços, dada pela diferença entre o maior índice (116,24), do mês de fevereiro, e o menor índice (83,75), do mês de dezembro é de 32,49%. Isto representa a faixa de variação média dos preços do produto entre a safra e a entressafra (Figura 6).

6 - ESTIMATIVA DE CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI

Nesta seção analisam-se as estimativas de custos de produção de feijão-caupi obtidas em levantamento realizado no ano agrícola 2006/2007. Os dados foram levantados por meio de entrevistas com produtores dos municípios paraenses de Augusto Corrêa, Bragança, Capanema, Primavera, Salinópolis e Tracuateua, que são áreas representativas dessa produção, em nível estadual. Entre os agricultores familiares foi possível identificar dois sistemas predominantes. O primeiro é classificado como tradicional (no toco), pois envolve o preparo manual da área (broca, derruba, queima e coivara) e não emprega adubação química. O segundo envolve o preparo mecanizado do solo e a utilização de adubação química, sendo os demais tratamentos culturais e a colheita executados de forma manual.

A seleção destes sistemas, para efeito de estimativa dos custos, ocorreu em função de ainda serem os mais representativos na região. Contudo, é válido destacar que os sistemas de produção de feijão-caupi estão avançando tecnologicamente, sobretudo com a entrada de grandes produtores que empregam a mecanização no preparo da área, plantio e colheita, incluindo o beneficiamento semimecanizado e a utilização de insumos químicos no controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Muitos já realizam análise de solo para orientar a adubação e calagem e, nos últimos anos, também já começam a adotar sistemas de plantio direto, proporcionando redução dos custos de produção.

A metodologia utilizada no presente estudo foi de orçamento unitário, como consta em Noronha (1987) e empregada por Silva et al.

(1998) para analisar custos de produção de feijão-caupi no município de Tracuateua. Os custos foram desagregados em duas contas: a) insumos e b) serviços, cuja soma totaliza os custos operacionais efetivos (COE). Posteriormente, calcularam-se os custos associados à assistência técnica (3% sobre o COE) e juros (4% sobre o COE imobilizado por um período de seis meses). Os resultados são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Estimativas de custos de produção de um hectare de feijão-caupi no nordeste paraense, sistema tradicional (toco), safra 2006-2007.

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço (R\$)	Valor (R\$)	Participação (%)	
					(A)	(B)
1. Insumos	-	-	-	137,00	14,5	13,7
Sementes	kg	45	2,00	90,00	9,5	9,0
Inseticida	litro	1	30,00	30,00	3,2	3,0
Sacaria	unid.	15	1,00	15,00	1,6	1,5
Barbante	rolo	1	2,00	2,00	0,2	0,2
2. Serviços	-	-	-	810,00	85,5	81,1
Limpeza da área	h/t	12	15,00	180,00	19,0	18,0
Plantio	h/t	3	15,00	45,00	4,8	4,5
Capinas	h/t	12	15,00	180,00	19,0	18,0
Colheita	tarefa	3	100,00	300,00	31,7	30,1
Beneficiamento	h/t	5	15,00	75,00	7,9	7,5
Comercialização	unid.	15	2,00	30,00	3,2	3,0
3. Custo Operacional Efetivo - COE (A)	-	-	-	947,00	100,0	94,9
4. Assistência técnica	-	-	-	28,41	-	2,9
5. Juros	-	-	-	22,96	-	2,3
6. Custo Operacional Total - COT (B)	-	-	-	998,37	-	100,0

Fonte: pesquisa de campo.

h/t = horas de trator; Produtividade média = 800 kg ha⁻¹.

Os dados da Tabela 6 indicam que o custo operacional efetivo para implantação e condução de um hectare de feijão-caupi, no sistema tradicional, é da ordem de R\$ 947,00. Deste total, 14,47% envolvem a aquisição de insumos e 85,53% a remuneração de mão-de-obra em serviços desenvolvidos desde a fase de preparo de área até a colheita e beneficiamento do produto. Este resultado confirma a importância da

cultura como fonte de ocupação da mão-de-obra familiar, fato também observado em outros levantamentos na região (MENEZES et al., 2007). Quando acrescidos os custos associados à assistência técnica e juros, obtém-se um custo operacional total (COT) de R\$ 998,37 por hectare.

Tabela 7— Estimativas de custos de produção de um hectare de feijão-caupi no nordeste paraense, sistema semi-mecanizado, safra 2006-2007.

Especificação	Unidade	Quantidade	Preço	Valor	Participação (%)	
			(R\$)	(R\$)	(A)	(B)
1. Insumos	-	-	-	317,00	25,4	24,1
Sementes	kg	45	2,00	90,00	7,2	6,9
Adbos	sc	3,5	50,00	175,00	14,0	13,3
Inseticida	litro	1	30,00	30,00	2,4	2,3
Sacaria	unid.	20	1,00	20,00	1,6	1,5
Barbante	rolo	1	2,00	2,00	0,2	0,2
2. Serviços	-	-	-	930,00	74,6	70,7
Limpeza e preparo de área	h/t	4	60,00	240,00	19,3	18,3
Plantio	d/h	2	15,00	30,00	2,4	2,3
Adubação	d/h	2	15,00	30,00	2,4	2,3
Capinas	d/h	10	15,00	150,00	12,0	11,4
Colheita	tarefa	3,5	100,00	350,00	28,1	26,6
Beneficiamento	h/t	6	15,00	90,00	7,2	6,9
Comercialização	unid.	20	2,00	40,00	3,2	3,0
3. Custo Operacional Efetivo - COE (A)	-	-	-	1247,00	100,0	94,9
4. Assistência técnica	-	-	-	37,41	-	2,9
5. Juros	-	-	-	30,23	-	2,3
6. Custo Operacional Total - COT (B)	-	-	-	1314,64	-	100,0

Fonte: pesquisa de campo.

h/t - horas/trator; d/h - dias/homem; Produtividade média = 1.200 kg ha⁻¹.

Efetuando-se a divisão do COE e COT pela produtividade estimada (800 kg ha⁻¹), o custo operacional efetivo médio (COEMe) e o custo operacional total médio (COTMe) são de R\$ 71,02 e R\$ 74,88 por saca de 60 kg, respectivamente. Na safra anterior os preços recebidos

pelos agricultores foram remuneradores e ficaram em torno de R\$ 120,00 por saca de 60 kg e, na atual, de R\$ 107,02 por saca, indicando uma margem de ganho.

No curto prazo, estes sistemas de produção têm se viabilizado, em função das reduzidas alternativas de investimento para este contingente de agricultores que encontram no cultivo da mandioca e, atualmente, no feijão-caupi as principais fontes de renda da propriedade. Outro fato que também tem viabilizado este tipo de prática itinerante têm sido os preços atrativos obtidos nas últimas safras em decorrência, principalmente, das repetidas quebras de safra nos Estados do Nordeste brasileiro, que tradicionalmente são os maiores produtores e consumidores de feijão-caupi.

Esse sistema tem sido amplamente utilizado na região amazônica. No longo prazo, entretanto, são inviáveis tanto sob a ótica ambiental quanto econômica. Sob a dimensão ambiental, a produtividade do cultivo está fundamentada na fertilidade natural dos solos, cujo preparo é conduzido com práticas de queimadas, não atendendo, portanto, princípios de preservação ambiental. Sob a dimensão econômica, o maior risco está associado à elevada flutuação de preços a que a lavoura está sujeita, em curto lapso de tempo. Na condição de produto principal ou único, como ocorre em muitas das propriedades; isto é preocupante, pois gera oscilações na renda familiar dos agricultores.

A Tabela 7 apresenta as estimativas de custo de produção para o sistema de produção de feijão-caupi semimecanizado e com utilização de adubação química. Este sistema é implantado em áreas cultivadas em anos anteriores e emprega mecanização para limpeza da área e revolvimento do solo. As demais atividades (plantio, tratamentos culturais e colheita) são desenvolvidas manualmente.

O custo operacional efetivo deste sistema é de R\$ 1.247,00 por hectare, em que 25,42% são atribuídos à aquisição de insumos, 19,25% ao custo de mecanização e 55,33% a mão-de-obra familiar. Adicionados

os custos associados à assistência técnica e juros, obtém-se um COT de R\$ 1.314,64 por hectare. Dividindo o COE e COT pela produtividade estimada (1.200kg ha^{-1}) o COEMe e o COTMe calculados são de R\$ 62,35 e R\$ 65,73 por saca 60 kg, respectivamente.

7 - PERFIL DOS PRODUTORES DE FEIJÃO-CAUPI NA AMAZÔNIA

Tradicionalmente, o cultivo de feijão-caupi na Amazônia tem sido desenvolvido por pequenos produtores, com baixo aporte tecnológico. Nos últimos anos, no entanto, tem ocorrido certa modernização por parte desses agricultores, assim como, a presença de produtores especializados na produção de grãos.

Em toda a região, ainda predomina o sistema de derruba-e-queima para o cultivo do feijão-caupi, sem mecanização (roça de toco) e sem uso de fertilizantes e calcário (para maiores detalhes, ver Capítulo 2). Esses cultivos são feitos, normalmente, em consórcios com outras culturas, como a mandioca e milho, porém sem a adoção de um espaçamento adequado para as outras culturas consorciadas com o feijão-caupi, o que provoca uma concorrência por luz, água e nutrientes, redundando em baixas produtividades de todas as culturas envolvidas no sistema.

O plantio do feijão-caupi na agricultura familiar, normalmente, é feito com máquinas do tipo "tico-tico" ou "matraca", no espaçamento de $0,50\text{ m} \times 0,30\text{ m}$ ou $0,50\text{ m} \times 0,25\text{ m}$ (para cultivares de porte ereto) e $0,80\text{ m} \times 0,30\text{ m}$ ou $0,70\text{ m} \times 0,30\text{ m}$ (para cultivares enramadoras), com duas sementes por cova e com densidade média aproximada de 110.000 a 130.000 plantas ha^{-1} (cultivares de porte ereto) e de 67.000 a 95.000 (cultivares enramadoras), respectivamente, considerando-se uma viabilidade média das sementes de 80%.

Em função desse sistema de cultivo, aliado à colheita manual, as áreas com feijão-caupi são pequenas, tipicamente de subsistência, conduzidas por agricultores familiares.

Os agricultores familiares que dispõem de recursos, na maioria dos casos, não usam resultados de análise de solo para definir as quantidades dos insumos a aplicar. Em consequência, a grande maioria não faz calagem, o que leva ao esgotamento do Ca e Mg do solo e aumento da acidez. Por outro lado, é muito comum esses agricultores aplicarem, anualmente, uma mesma quantidade de determinada "fórmula" de fertilizante (recomendada por vendedores), levando ao acúmulo de certos nutrientes no solo, como é o caso do P e do Zn, o que aumenta os custos de produção e, muitas vezes, diminui a produtividade do feijão-caupi (CRAVO; SMYTH, 2005).

Outros problemas que ocorrem nos cultivos de base familiar na Amazônia são o uso de sementes de má qualidade e a falta de controle de plantas daninhas e pragas, contribuindo para a diminuição da produtividade da cultura.

No sentido de ampliar essa discussão, são apresentadas as características socioeconômicas e tecnológicas dos pequenos agricultores regionais, a partir dos resultados de pesquisa desenvolvida no município de Capanema, no ano agrícola de 2006/2007, onde foram aplicados cem questionários nas comunidades de Samambaia, Tamatateua e Vila Sorriso, que são tradicionais no cultivo de feijão-caupi. O município da pesquisa fica localizado na mesorregião do nordeste paraense, Estado do Pará, área típica do sistema de produção adotado pelos pequenos produtores regionais.

A idade média dos agricultores entrevistados é de 39,02 anos, sendo que a maior parcela (40%) situa-se na faixa de 30 a 45 anos de idade. Apenas 6% têm mais de 60 anos de idade. O nível de escolaridade é baixo, pois 73% não concluíram sequer as séries iniciais do ensino fundamental e, também, foi constatado que apenas 8% concluíram ou estão cursando o ensino médio. O percentual de agricultores que nunca frequentaram escolas é de 5%.

Estes agricultores (85%) residem nas mesmas comunidades há mais de 20 anos e suas famílias envolvem um total de 543 pessoas, correspondendo a uma média de 5,43 pessoas por família.

Em termos de renda, foi identificado que 65% das famílias entrevistadas obtêm rendimentos mensais inferiores a um salário mínimo (SM) e, estendendo-se até dois salários, são envolvidas 93% das famílias. A renda média global por família é de aproximadamente R\$ 349,45 ao mês.

A produção de feijão-caupi responde por 47,41% de toda a renda das famílias. Esta participação é ainda mais destacada entre as famílias com renda inferior a 0,5 SM e de 0,5 a 1 SM, cuja participação é de 55,84% e 53,28%, respectivamente. Em termos gerais a renda das atividades agropecuárias representa 74,5% do total de rendimentos das famílias. Os 25,5% complementares advêm de programas governamentais de assistência social e de outras atividades não rurais.

A área total das propriedades cobertas pela pesquisa foi de 310,03 hectares e 86% delas possuem área total inferior a cinco hectares. A área média é de apenas 3,10 hectares.

As áreas inseridas no processo produtivo, ou seja, aquelas ocupadas com lavouras temporárias, permanentes, pastagens totalizam 269,55 hectares, representando 86,94% da área total do conjunto de propriedades. As lavouras temporárias (feijão-caupi, mandioca e outras) ocupam 53,61% da área total. As lavouras permanentes são pouco significativas e representam apenas 5,42% da área ocupada; as áreas de pasto, por sua vez, ocupam 27,92%.

Nestas comunidades, uma característica marcante é a limitação do fator de produção terra. Nas propriedades cobertas pela pesquisa, praticamente não existem áreas de capoeira ou outra vegetação em estágio de regeneração. As áreas em pousio representam 13,06% da área total, aproximadamente 40 hectares. Entretanto, estão sob propriedade de poucos agricultores, particularmente aqueles que possuem propriedades com área superior a 10 hectares.

No ano de 2005, 57% das propriedades cultivaram áreas inferiores a 1 hectare e, se somadas as propriedades que cultivaram entre 1 e 3 hectares, esse valor atinge 89%. As áreas cultivadas com extensão superior a 3 hectares representam apenas 11% do total.

Na última safra estes agricultores, em conjunto, cultivaram 166,20 hectares de feijão-caupi. Isto proporcionou uma média de 1,75 ha de feijão-caupi por propriedade. Os valores extremos oscilam entre 0,68 hectare e um máximo de 7,15 hectares.

Foram identificados três sistemas de produção distintos. Todos são praticados em áreas cultivadas em anos anteriores ou em capoeira fina, pois permitem maior dinamismo no preparo de área e plantio, além de reduzir os custos do cultivo.

O primeiro sistema (Sistema 1), envolve o preparo mecanizado do solo e utilização de adubação química. No Sistema 2, é realizado o preparo mecanizado do solo, contudo, não é efetuada a adubação química. O Sistema 3 é o tradicional (no toco), pois envolve o preparo manual da área e não emprega adubação química, esta função é desempenhada pelas cinzas disponibilizadas pela queimada. Em termos de adoção pelos agricultores, o Sistema 2 é o mais representativo, seguido pelos Sistemas 3 e 1, respectivamente.

Os níveis de produtividade de grãos obtidos são diferenciados. A média global dos três sistemas é de 962,47 kg ha⁻¹. O melhor resultado, em média, é obtido no Sistema 1, cuja produtividade é 5,02% superior à média global, atingindo o nível de 1.010,81 kg ha⁻¹. Os Sistemas 2 e 3 apresentam produtividade média de 988,17 e 1.002,10 kg ha⁻¹, respectivamente.

Na última safra, os preços recebidos pelo feijão-caupi foram remuneradores, assim, os agricultores que conseguiram armazenar o produto chegaram a receber R\$ 90,00 a saca de 60 kg, havendo registros de produtores que chagaram a vender o produto por até R\$ 100,00/saca. Este é um comportamento que tem gerado estímulos para a expansão da área cultivada.

Existem poucos canais de comercialização alternativos para o escoamento da produção de feijão-caupi destas comunidades, o que é uma realidade para toda a região amazônica. O primeiro deles, de caráter residual, envolve a venda do produto, quando verde, nas próprias comunidades e em suas proximidades e, principalmente, na sede do município. Outra destinação da produção é para a alimentação da família (autoconsumo), sendo que uma parcela do produto também é reservada para utilização como semente na safra do ano seguinte. Nos últimos anos, em função dos preços remuneradores, os agricultores têm diminuído significativamente este tipo de prática, optando pela comercialização integral da produção. É importante destacar que em alguns Estados da Amazônia, como Roraima, existem programas governamentais de distribuição de sementes de feijão-caupi, que atingem praticamente todos os agricultores, o que tem ocasionado a perda de sementes de materiais rústicos (MENEZES et al., 2007).

Nos casos de agricultores que arrendam áreas para produzir, o que é prática muito comum nestas comunidades, em função da pequena dimensão das propriedades, uma parte da produção é destinada para o pagamento do arrendatário (pago em feijão). Desta mesma forma, os produtores que efetuam mecanização e adubação química também utilizam uma parte da produção para pagar o serviço do trator e o fertilizante que, modo geral, são disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Capanema.

O canal mais significativo tem uma atuação marcante de agentes intermediários, que adquirem a maior parte da produção logo após a colheita e beneficiamento. Tal fato se deve à ausência de infraestrutura adequada para armazenamento do feijão-caupi que, atualmente, é "guardado" de modo rústico em camburões de metal ou em garrafas.

Recentemente tem sido observado avanço nesse sentido. Na Vila de Tamatateua, por exemplo, existe um armazém comunitário de aproximadamente 150 m², construído com apoio da Prefeitura Municipal de Capanema, da Fundação Banco do Brasil e do Governo do Estado do

Pará e repassado para uma cooperativa local. Este é um passo importante no sentido de aprimorar o processo de comercialização da produção local. Outro passo, ainda a ser efetivado, diz respeito ao processo de gestão comunitária dessas infraestruturas.

Em termos de organização social, foi detectado que 61% dos produtores participam de associações de produtores. Enquanto com relação à assistência técnica constatou-se que apenas 12% dos entrevistados recebem algum tipo de informação. A imensa maioria (88%) não obtém acesso a nenhum tipo de serviço de assistência técnica.

Os agricultores também foram arguidos quanto a sua participação em cursos de capacitação técnica e de natureza organizacional e gerencial. Os resultados apontam uma baixa frequência para capacitação na área de organização, gestão e também na área técnica. O contingente de agricultores que não participou de iniciativas deste tipo é expressivo, assumindo valores de 74% na área organizacional e gerencial e 76% na área técnica.

Também foi verificado que estes produtores estão à margem dos instrumentos oficiais de crédito rural, visto que apenas 24% dos entrevistados acessaram linhas de crédito nos últimos cinco anos. A maioria (76%) não obteve recursos oficiais. Nesse campo os desafios que se apresentam envolvem o fortalecimento do capital social e a capacitação produtiva e gerencial destes atores. Estes elementos, acompanhados por instrumentos de crédito adequados, podem contribuir para minimizar os problemas atualmente enfrentados pelos agricultores, gerando impactos positivos na agregação de tecnologias ao processo produtivo.

Em anos recentes, em função da procura do feijão-caupi, principalmente para atender a demanda do mercado do Nordeste brasileiro, essa cultura vem despertando o interesse de médios e grandes produtores da região nordeste paraense que veem, nessa leguminosa, uma grande oportunidade para o agronegócio. Assim, houve um aumento das áreas plantadas, sendo, para isso, necessário o

uso da mecanização agrícola em todas ou quase todas as etapas do cultivo dessa cultura. Uma descrição completa sobre esse tipo de produtores é feita no Capítulo 2 deste livro, que versa sobre sistemas de cultivo de feijão-caupi na Amazônia.

8 - CONCLUSÕES

O Brasil ocupa lugar de destaque na produção e consumo de feijão. Contudo, estas variáveis têm apresentado comportamento estável ao longo dos últimos anos, sinalizando para a necessidade de definições estratégicas para estimular a expansão deste mercado.

No caso particular do feijão-caupi, ressalta-se que o consumo está vinculado às tradições da culinária das Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Além de ser uma importante fonte de alimento e renda para os pequenos agricultores destas regiões, ainda predomina o cultivo em sistemas de produção típicos da agricultura familiar.

Nos Estados do Pará, Mato Grosso e Maranhão, essa importância tem sido realçada substancialmente nos últimos anos, onde a cultura do feijão-caupi, além de manter sua importância para o autoconsumo das famílias, também vem assumindo contornos de atividade comercial, haja vista que muitos agricultores vêm empregando a mecanização e o uso de fertilizantes, como alternativa para elevar a produção e a produtividade da cultura. Atualmente, o feijão-caupi representa 14,23% do Valor Bruto da Produção de grãos da economia paraense, movimentando diretamente R\$ 78,29 milhões. Nos últimos sete anos, a produção de feijão-caupi no Estado do Mato Grosso quase que triplicou, confirmando a trajetória de alta produtividade do cerrado para os grãos, como resultado de grandes inversões de capital financeiro, humano e tecnológico, este último relacionado à pesquisa agrícola.

Na pesquisa de campo realizada no nordeste paraense, identificaram-se, predominantemente, dois sistemas de produção de feijão-caupi, para os quais foram levantados seus custos. No primeiro,

classificado como tradicional (no toco) - pois envolve o preparo manual da área (broca, derruba, queima e coivara) e não emprega adubação mineral -, obteve-se um custo operacional total, para um hectare, da ordem de R\$ 998,37. O segundo envolve o preparo mecanizado do solo e a utilização de adubação mineral, sendo os demais tratos culturais e a colheita executados de forma manual, ficando o custo operacional total na ordem de R\$ 1.314,64 ha⁻¹. As produtividades para os dois sistemas foram de 800 e 1.200 kg ha⁻¹, respectivamente.

A produção de feijão-caupi dos Estados do Amapá, Amazonas, Rondônia, Acre e Roraima se destina principalmente para o autoconsumo, com os excedentes sendo comercializados em feiras livres e mercados locais. A produção paraense, por seu turno, é escoada quase que totalmente para os mercados do Nordeste. Isto tem se tornado mais intenso principalmente nos últimos quatro anos, em decorrência dos preços elevados. Um dos grandes problemas nesse aspecto refere-se à existência de poucos canais alternativos para escoar a produção. O canal mais significativo tem uma atuação marcante de agentes intermediários que adquirem a maior parte da produção logo após a colheita e o beneficiamento, dada a ausência de infraestrutura adequada para armazenamento, o que lhes asseguram uma maior pressão na formação do preço. No Mato Grosso parte da produção é comercializada nos mercados do Nordeste e do Sudeste brasileiros e a maior parte é exportada.

Outros pontos que merecem atenção das políticas públicas são os instrumentos oficiais de crédito, fortalecimento do capital social, ampliação dos serviços de assistência técnica e maior eficiência nos serviços prestados pelas prefeituras. O atraso no apoio ao preparo mecanizado das áreas tem criado uma fila de espera arriscada, especialmente em relação à época de plantio, o que é agravado em alguns municípios, dada a grande demanda por máquinas.

Da mesma forma, é preocupante o predomínio de cultivos no sistema itinerante, no qual os produtores não utilizam tecnologias para

fertilização da terra, levando ao esgotamento das reservas nutricionais do solo, deixando para trás um rastro de áreas degradadas, tornando-se necessário um programa governamental de recuperação dessas áreas para reintrodução ao processo produtivo, como uma medida de preservação ambiental.

Agradecimentos

Aos pesquisadores Jerri Édson Zilli e Aloisio Alcantara Vilarinho, da Embrapa Roraima, e ao professor José Maria Arcanjo Alves, da Universidade Federal de Roraima, pelas sugestões, informações e correções que enriqueceram este texto; e ao geólogo Carlos Romano Ramos, da Secretaria de Estado de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia do Estado do Pará, pelo desenho do mapa.

REFERÊNCIAS

FEIJÃO-CAUPI: o mundo quer, Primavera do Leste produz. **A Granja**, v. 713, n. 64, 2008.

AQUINO, S. F. F.; SILVA, J. F. A. F. **Vamos cultivar o caupi**. Belém: FCAP, 1986. 22 p.

BRASIL. Portaria nº 191, de 9 de setembro de 2008. Aprova o Zoneamento Agrícola para a cultura de feijão caupi no Estado do Maranhão, ano-safra 2008/2009.v Disponível: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis_consulta/consultarLegislacao>. Acesso em: 15 nov. 2008a.

BRASIL. Portaria nº 245, de 10 de novembro de 2008. Aprova o Zoneamento Agrícola para a cultura de feijão caupi no Estado do Tocantins, ano-safra 2008/2009. Disponível: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis_consulta/consultarLegislacao>. Acesso em: 15 nov. 2008b.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento**

brasileiro da safra de grãos 2007/2008: décimo primeiro levantamento, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 25 set. 2008a.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento brasileiro da safra de grãos 2007/2008:** décimo segundo levantamento, set. 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2008b.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Atributos físico-químicos e limitações dos solos de áreas produtoras de Feijão-caupi no nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Resumos...** Recife, 2005. CD-ROM.

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 15-21. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas.** Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. 450 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Base de Dados.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/>>. Acesso em: 26 jul. 2008.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; SITOLIN, I. M. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas.** Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. 1 v. 1337 p.

FREITAS, A. **Cultivo do feijão-caupi melhora renda de agricultores da baixada cuiabana.** Disponível em: <<http://www.secom.mt.gov.br/ng/conteudo.php?sid=54&cid=41770&parent=0>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

GARCIA, A. C. S.; SANTOS, M. A. S. Análise estacional de preços de feijão-caupi no Estado do Pará no período 2000-2006. **Lato & Senso**, Belém, v. 7, n.1, p. 66-71, jun. 2006.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**: banco de dados agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br_Hlt117070939r_Hlt117070939/bda>. Acesso em: 05 jul. 2008.

MARINHO, J. T. S.; PEREIRA, R. C. A.; COSTA, J.G. da. **Caracterização de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em plantios no Acre. 2001**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 13 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 31).

MENEZES, A. C. S. G.; ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A; GALVÃO, A.; MESSIAS, O. I.; MELO, V. F. Importância sócio-econômica e condições de cultivo do feijão-caupi em Roraima. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 22-30. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentos e viabilidade econômica**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

RODRIGUES, J. E. L. F; ALVES, R. N. B; TEIXEIRA, R. N. G; ROSA, E. S. **Adubação NPK, na cultura de feijão-caupi em agricultura familiar, no Município de Pontas de Pedras-PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 95).

SÁ, R. M.; BATISTA, J. A. S. B. **Fortaleza do feijão canapu**. Disponível em: <<http://www.slowfoodbrasil.com/content/view/107/60/>>. Acesso em: 04 set. 2008.

SECRETARIA EXECUTIVA DE AGRICULTURA DO PARÁ - SAGRI. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.sagri.pa.gov.br/dados.htm>>. Acesso em: 28 jul. 2008a.

SECRETARIA EXECUTIVA DE AGRICULTURA DO PARÁ – SAGRI. **Programa de Fomento à Agricultura Familiar: Projeto produção de grãos - caupi**. Belém, 2008b.

SANTANA, A. C.; KHAN, A. S. Estrutura do mercado de caupi na Amazônia. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 27, n.3, p. 193-308, jul./set. 1989.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S. O mercado de caupi no Estado do Pará: aplicação do método dos momentos generalizados. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 34, p. 14-28, jul./dez. 2000.

SILVA, J. F. A.; FERREIRA, C. A. P.; CARVALHO, R. A. **Custo de produção de caupi nos sistemas de cultivo manual e mecanizado, em Tracuateua, Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 13 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 78).

SINGH, B. B.; EHLERS, J. D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F. R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A.; TARAWALI, S. A.; SINGH, B. B.; KORMAWA, P. M.; TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p.287-300.

VIEIRA, C. **O feijão e eu: memórias de um ex-aluno**. Viçosa: UFV; Associação de Ex-Alunos da UFV, 1996. 178 p.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE CULTIVO

Manoel da Silva Cravo
Benedito Dutra Luz de Souza
Francisco Douglas Rocha Cunha
Emanuel da Silva Cavalcante
José Maria Arcanjo Alves
José Tadeu de Souza Marinho
José Roberto Vieira Júnior
Jose Ricardo Pupo Gonçalves
Antonio Carlos Reis de Freitas
Moacir Antônio Tomazetti

1 - INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, feijão-de-corda, feijão-macáçar, feijão-da-estrada, feijão-de-praia ou feijão-de-rama (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), como é conhecido nas diversas partes da Amazônia, é uma cultura de grande importância socioeconômica no Brasil, especialmente na Região Nordeste, onde é mais consumido, graças à forte influência da cultura africana desde o século XVII. Ainda hoje a África possui a maior área plantada de feijão-caupi no mundo, com quase 9.000.000 de hectares.

No Brasil, terceiro maior produtor do mundo, o plantio anual é estimado em cerca de 1.500.000 hectares, sendo mais de 90% destes localizados na Região Nordeste, onde a produtividade média está em torno de 317 kg ha⁻¹ (FREIRE FILHO; RIBEIRO, 2005). Entretanto, os dados existentes, normalmente, não separam os feijões dos gêneros *Phaseolus* e *Vigna* (Tabela 1), havendo informações apenas para feijão de modo geral.

Tabela 1 - Área colhida, produção e produtividade de “feijões”, nas diversas regiões brasileiras e no Brasil, em 2007.

Regiões e País	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Norte	169.104	128.294	759
Nordeste	2.060.011	789.349	383
Sudeste	602.953	817.776	1.356
Sul	792.419	1.123.802	1.418
Centro Oeste	203.783	383.069	1.880
Brasil	3.828.270	3.242.290	847

Fonte: IBGE, 2008.

Na Amazônia Legal, da mesma forma, é difícil definir a área plantada e a produtividade do feijão-caupi. Para se ter uma idéia da participação dessa cultura na região, realizou-se um levantamento de dados (ver Capítulo 1, Tabela 3) sobre “feijões” de modo geral, procurando-se separar feijão dos gêneros *Phaseolus* e *Vigna*. Mesmo podendo não representar exatamente a realidade, são dados importantes para retratar a situação da cultura na região.

Observa-se que os Estados do Maranhão, Amazonas, Amapá e Roraima plantam somente feijão-caupi e os demais também plantam feijão do gênero *Phaseolus*. Observa-se também que o Estado que tem a maior área plantada e produção dentro da Amazônia Legal é o Pará, sendo o terceiro em termos de produtividade, ficando atrás dos Estados do Mato Grosso e Tocantins.

É importante ressaltar que todos os Estados da região possuem condições edafoclimáticas propícias para o cultivo e produção dessa leguminosa. Em termos climáticos, a amplitude térmica da Amazônia é da ordem de 1 - 2°C, com valores médios situando-se entre 24 a 26°C (SALATI; MARQUES, 1984). A precipitação média é de, aproximadamente, 2.300 mm anuais, embora existam regiões nas fronteiras do Brasil, Colômbia e Venezuela onde o total anual atinge cerca de 3.500 mm. Nestas regiões não existe período de seca, sendo, portanto, limitadas para a produção de grãos secos dessa cultura.

Considerando-se as características climáticas da Amazônia bem como o fato do feijão-caupi se desenvolver bem na faixa de temperatura compreendida entre 19 a 34°C e necessitar de pelo menos 50 mm de precipitação pluviométrica ao mês durante seu desenvolvimento (OLIVEIRA; CARVALHO, 2008; PINHO et al., 2005), pode-se afirmar que o clima se constitui em um fator favorável para o desenvolvimento da cultura na região.

Pelos dados da Figura 1 pode-se verificar que a temperatura de Tracuateua, município central do pólo produtor de feijão-caupi no Pará, varia de 20 a 33°C e a precipitação pluviométrica no período de plantio, que se estende da segunda quinzena de maio a início de julho, situa-se acima de 100 mm mensais. Portanto, tanto a temperatura quanto a disponibilidade de água estão dentro das faixas consideradas adequadas (OLIVEIRA; CARVALHO, 1988), desde que sejam respeitadas as melhores épocas para plantio.

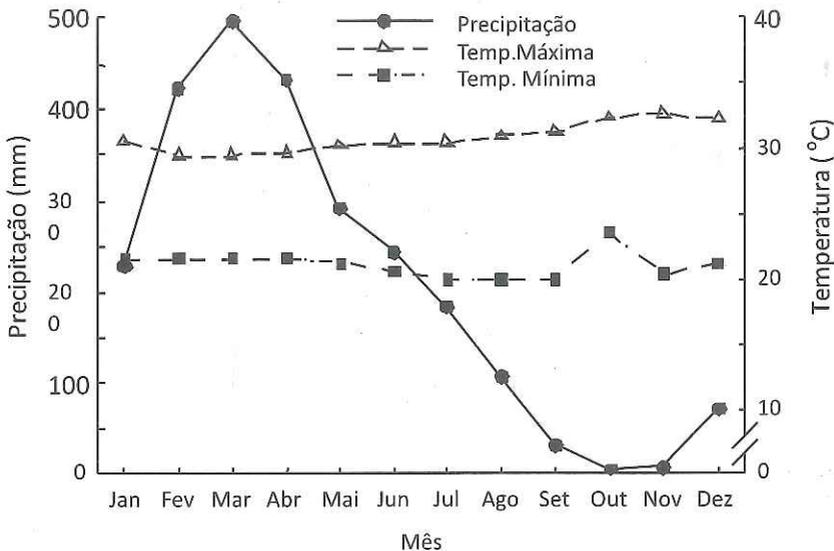


Figura 1 - Temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica do município de Tracuateua, localizado no centro do pólo produtor de feijão-caupi no Pará.

No que se refere aos solos, na grande maioria dos locais onde é cultivado o feijão-caupi na Amazônia, segundo relato de pesquisadores e técnicos de instituições atuantes na região, há ocorrência das classes Latossolos e Argissolos, tal como nas principais áreas produtoras do Estado do Pará (CRAVO; SMYTH, 2005). Essas duas classes de solos cobrem mais de 70% da superfície da região e, mesmo necessitando de um manejo adequado, com uso racional de fertilizantes e calcário, representam um grande potencial para exploração com a cultura do feijão-caupi (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição das classes de solos da região amazônica geográfica.

CLASSE DE SOLOS	ÁREA OCUPADA	
	(km ²)	%
Latossolos	2.103.440	41,05
Argissolos	1.687.880	32,94
Plintossolos	376.260	7,34
Gleissolos	314.450	6,14
Neossolos Quartzarênicos	246.540	4,81
Neossolos Litólicos	133.150	2,60
Espodossolos	99.950	1,95
Concrecionários Lateríticos	74.480	1,45
Cambissolos	40.250	0,79
Nitossolos	23.900	0,47
Outros Solos	23.380	0,46
Total	5.123.680,00	100,00

Fonte: Adaptado de Lima (2009).

No Estado do Pará, os Latossolos (Oxisols) e os Argissolos (Ultisols) são os solos mais representativos nas áreas produtoras de feijão-caupi, mesmo sendo caracterizados, com raras exceções, como de baixa fertilidade natural e elevada acidez (CRAVO; SMYTH, 2005). O cultivo desses solos por agricultores que não dispõem de recursos para aquisição de fertilizantes e calcário tem sido possível com a queima da vegetação, cujas cinzas têm efeito fertilizante e corretivo da acidez, permitindo o cultivo por um a dois anos consecutivos (CRAVO; SMYTH, 1997).

No que se refere às características físicas, tais solos são favoráveis ao uso agrícola, pois são profundos e bem drenados, ocorrendo em relevo plano a suave ondulado, de fácil mecanização e sem grandes problemas de erosão.

Além disso, os Gleissolos que ocorrem em áreas de várzea e que, normalmente, apresentam elevada fertilidade, embora apresentem problemas de drenagem e só possam ser utilizados por curto período durante o ano, também são utilizados para o cultivo do feijão-caupi na região, sobretudo por dispensarem, na maioria dos casos, o uso de fertilizantes e calcário.

Diante dessas considerações, pode-se afirmar que os solos não se constituem fator limitante ao desenvolvimento da cultura do feijão-caupi na região amazônica, desde que adequadamente manejados.

2 - SISTEMAS DE CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI PRATICADOS NA AMAZÔNIA

Dada a grande extensão da região amazônica, diversos são os sistemas de cultivo do feijão-caupi adotados pelos produtores, variando desde os mais rudimentares, como é o caso do sistema de derruba-e-queima e do "abafado", passando pelo sistema de cultivo em várzea ou "praia", praticados, principalmente, por agricultores familiares ribeirinhos, até o totalmente mecanizado, com a utilização de tecnologias modernas, adotados por agricultores empresariais. Desta forma, neste capítulo, procurar-se-á descrever as principais práticas adotadas, em cada sistema utilizado, em toda a Amazônia Legal, com o intuito de mostrar ao público a diversidade de processos adotados para a produção dessa importante leguminosa na região.

2.1 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SISTEMA DE DERRUBA-E-QUEIMA

Em toda a região, ainda predomina o sistema de derruba-e-queima para o cultivo do feijão-caupi, sem mecanização (roça de toco) e, geralmente, sem uso de fertilizantes e calcário. Esses cultivos são feitos, normalmente, em consórcios com outras culturas, como a mandioca e milho, porém sem a adoção de um espaçamento adequado, o que provoca uma concorrência por luz, água e nutrientes, resultando em baixas produtividades das culturas envolvidas no sistema.

Em função de algumas peculiaridades, como plantio e colheita efetuados manualmente, as áreas de cultivo são pequenas, tipicamente de subsistência, conduzidas por agricultores familiares. Além disso, outra característica desse sistema é a baixa utilização de práticas de manejo, como rotação de culturas e controle de pragas e doenças. É comum observar-se o cultivo do feijão-caupi por anos consecutivos na mesma área, ocasionando o esgotamento do solo e a incidência de pragas e doenças.

Nas áreas de capoeira ou de floresta nativa, no primeiro ano de cultivo, dificilmente o agricultor derruba a vegetação para plantio de feijão-caupi. Normalmente ele faz o preparo para que a área seja utilizada com a cultura de arroz, milho e mandioca, entrando o feijão-caupi como cultura secundária (CAVALCANTE; PINHEIRO, 1999; CRAVO; SMYTH, 1997).

As operações de preparo de área se baseiam na broca e derrubada da floresta ou capoeira, que são efetuadas manualmente, com auxílio de pequenas ferramentas agrícolas. Após a derrubada, espera-se entre 30 a 40 dias para que a vegetação seque completamente, o que facilita a queima. Após a queimada é feita a limpeza da área, em uma operação denominada de “encoivramento”, que consiste na amontoa e queima do material lenhoso que não foi destruído pelo fogo na primeira queima, a fim de facilitar a operação de plantio. Após o encoivramento, o material lenhoso remanescente consiste apenas dos tocos das árvores maiores, o que caracteriza esses plantios como “roça de toco”.

Com o uso dessas áreas por dois a cinco anos, dependendo do tipo de vegetação antes existente, os tocos apodrecem, permitindo a realização da mecanização para o preparo da área, sem necessidade da operação de “destoca”, prática muito comum no nordeste do Estado do Pará, onde a maioria das áreas apresenta vegetação secundária (“capoeirinha”, também denominada de “juquirá”), não tendo mais tocos grandes. Entretanto, na maioria dos Estados da região, os produtores abandonam essas áreas e, após alguns anos, fazem nova derrubada e queima da vegetação de capoeira para a realização dos plantios, sem mecanização.

O plantio do feijão-caupi, na agricultura familiar, na maioria dos Estados, é feito em monocultivo, com a abertura das covas sendo realizada com “canto” da enxada, com “espeque” (bastão de madeira com cerca de 1,20 m de comprimento, pontiagudo, o que facilita a abertura de furos na terra, onde são depositadas as sementes) ou, ainda, com terçados (Acre), sem uma profundidade estabelecida e sem espaçamento definido (EMBRAPA, 1987). É comum, também, na maioria dos Estados, o plantio com uso de máquinas do tipo “tico-tico” ou “matraca”, que normalmente realizam o plantio e a adubação ao mesmo tempo (CRAVO; SOUSA, 2007b).

A maioria dos produtores utiliza suas próprias sementes, que guardam de um ano para o outro, armazenadas em pequenos tambores ou em garrafas do tipo “pet”, lacradas com cera de abelha e outros meios.

Alguns produtores utilizam cinzas secas nos depósitos de guardar sementes, para evitar o aumento da umidade, como uma forma de conservá-las. Outros misturam pequenas quantidades de pimenta-do-reino moída para evitar o ataque de pragas.

Embora existam recomendações de cultivares melhoradas em todos os Estados, para os diversos ecossistemas (CAVALCANTE; PINHEIRO, 1999; CRAVO; SOUSA, 2007b; MARINHO et al., 2001; NOGUEIRA, 1981a; NOGUEIRA, 1981b; DIAS, 1996; GONÇALVES, 2008;

VIEIRA JÚNIOR, 2008; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2002; VILARINHO et al., 2005a; VILARINHO et al., 2005b; ALVES et al., 2006; ALVES et al., 2007), todas com potencial produtivo acima de 1.000 kg ha⁻¹, a utilização dessas sementes somente é feita por meio dos programas de distribuição dos governos estaduais e municipais, que nem sempre atendem todos os produtores, o que os força a usarem suas próprias sementes, contribuindo para a baixa produtividade de grãos.

Devido a essa característica e, para que a cultura do feijão-caupi expresse seu real potencial de produção, dentre outros cuidados, as plantas daninhas que ocorrerem durante esse período devem ser manejadas de alguma forma, uma vez que as espécies que se desenvolverem posteriormente não causarão grandes perdas na produção (CARDOSO et al., 2005).

No sistema de derruba e queima, na maioria dos Estados, as capinas são realizadas manualmente, com enxadas ou com facões (terçados). Essas práticas se tornam mais convenientes, considerando-se que as áreas são pequenas e com presença de tocos, o que dificulta o uso de implementos agrícolas e, até mesmo, de tração animal.

A cultura do feijão-caupi na região amazônica pode ser atacada por diversas pragas e doenças, desde a semeadura até o armazenamento (ver Capítulos 7 e 8). O controle dessas pragas e doenças pelos pequenos produtores é muito raro e, quando feito, usam produtos químicos, na maioria dos casos, por indicação de comerciantes e sem receituário agrônomo. Além disso, outro problema em relação aos defensivos é que os produtores não usam equipamentos de proteção ao realizarem a aplicação, expondo-se aos perigos de intoxicação, mostrando a falta de informações e ocasionando prejuízos à saúde dos agricultores.

O processo de colheita do feijão-caupi é variável na região, predominando a catação manual das vagens, à medida que elas secam. Essa prática, embora necessite de 10 a 12 homens dia⁻¹ ha⁻¹, apresenta o menor grau de perdas no campo (CAVALCANTE; PINHEIRO, 1999), permitindo a seleção manual das vagens, principalmente das cultivares

de maturação desuniforme. Em se tratando de cultivares enramadoras, são necessárias três ou mais colheitas para que todas as vagens sejam aproveitadas, sendo a primeira quando a lavoura apresenta, aproximadamente, 80% das vagens em ponto de colheita. Quando a cultivar utilizada é de porte semi-ereto ou ereto, as colheitas são reduzidas para duas, ou apenas uma.

Em alguns Estados, quando as vagens estão secas, as plantas são arrancadas e passam pelo processo de bateção com pedaços de madeira, sobre uma lona plástica, para soltarem os grãos. Após essa etapa, o processo de limpeza das sementes é manual e, normalmente, realizado por mulheres.

No caso do feijão-caupi se destinar ao consumo de grãos verdes, a colheita é realizada quando os grãos estão completamente formados, próximo à maturação fisiológica, e a vagem ainda possui alto teor de umidade.

A secagem do feijão-caupi inicia-se no campo, após a maturação fisiológica das vagens e é complementada após a colheita. Normalmente, em toda a região, a colheita é realizada em um período de grande incidência de luz solar, o que facilita a secagem das vagens, após a colheita, expostas por três a cinco dias ao sol, reduzindo a umidade dos grãos para 10% a 13%, condição adequada para o beneficiamento. Após as etapas de trilhagem e ventilação, os grãos são espalhados ao sol, sobre lonas ou pisos cimentados, para diminuir e uniformizar a umidade e, após esse processo, os grãos se encontram prontos para a comercialização.

O processo predominante de retirada dos grãos das vagens entre os pequenos produtores dos diversos Estados é o manual, normalmente feito pelos diversos membros da família, geralmente nos finais de tarde ou início da noite, aproveitando o momento em que as vagens estão bem secas.

Entretanto, esse processo se constitui em um entrave para a expansão das áreas de cultivo, devido à escassez de mão-de-obra para a

colheita, podendo causar a perda da produção no campo, por deterioração dos grãos, caso ocorram chuvas fortes nesse período.

O beneficiamento dos grãos ou semente do feijão-caupi compreende duas etapas. A primeira é a retirada dos grãos das vagens, podendo ser feita totalmente manual, descascando vagem a vagem, ou pode ser feita colocando-as em sacos de aniagem (fibra de malva ou juta) e batendo com um pedaço de madeira, normalmente flexível, para não danificar os grãos ou, ainda, por meio de máquinas "trilhadeiras" acopladas a tratores ou a jeeps. Na segunda etapa é feita a "ventilação", para a eliminação das impurezas (restos de cascas, arilos e outras impurezas), a fim de se manter os grãos bem limpos.

Como a produção do feijão-caupi nesse sistema, em todos os Estados da região, é feita em pequena escala, o armazenamento limita-se a curtos períodos antes da comercialização. Caso haja necessidade de armazenagem mais prolongada, é importante que a umidade seja mantida entre 10 a 13%, o que raramente é conseguido nas pequenas propriedades, uma vez que os produtores armazenam os grãos em sacos de "ráfia" (fibra de polietileno), permitindo seu re-umedecimento.

Alguns produtores, quando desejam armazenar os grãos por um período mais longo, utilizam tambores metálicos de até 200 litros, latas e garrafas, todos hermeticamente fechados, o que permite o armazenamento do produto por até doze meses, com poucas perdas de suas características qualitativas. Em alguns Estados, como é o caso de Rondônia e do Pará, os produtores costumam misturar à massa de grãos folhas de nim indiano (*Azadirachta indica*) ou pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) moída, objetivando o "expurgo" para o controle de insetos, como é o caso do caruncho do feijão (*Callosobruchus maculatus*), que é a principal praga dos produtos armazenados.

Os expurgos químicos raramente são feitos pelos produtores, principalmente pelo fato do armazenamento ser feito por curtos espaços de tempo e, até mesmo, por completo desconhecimento.

A maior parte do feijão-caupi colhido, proveniente do sistema de cultivo de derruba-e-queima, é utilizada para consumo dos produtores em suas comunidades. O restante pode ser vendido na porta da propriedade para atravessadores ou comercializado em feiras livres, ou ainda, vendido para comerciantes locais que fazem a revenda.

Particularmente no Estado de Roraima, a produção de feijão-caupi se destina, principalmente, ao mercado interno, porém sem ainda satisfazer a demanda, possuindo um mercado bastante atraente para o seu estabelecimento (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2000; VILARINHO et al., 2005a; ALVES et al., 2007).

Os preços obtidos com o feijão-caupi variam em função do local e da qualidade dos grãos, alcançando preços mais elevados os que apresentam melhor qualidade, maior tamanho e cores claras, com exceção da cultivar “manteiguinha” que, embora apresente grãos pequenos, alcança preços bem elevados no mercado.

Uma prática que vem se tornando bastante frequente é a comercialização do feijão-caupi para consumo como grãos verdes, como acontece em Roraima, Amapá, Maranhão e Pará. Assim sendo, nas feiras livres desses Estados é muito comum se encontrar pequenos maços de vagens de feijão-caupi maduras e com alto teor de umidade sendo vendidas aos consumidores, por preços relativamente elevados.

2.2 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SISTEMA “ABAFADO”

A origem dessa prática está relacionada com a agricultura indígena e consiste em um sistema de preparo de área em que a vegetação secundária é roçada e as sementes são semeadas a lanço. É um sistema que é utilizado em parte do Estado do Maranhão, principalmente nas regiões do Mearim, Pindaré, Alto Turi e de alguns municípios do nordeste do Estado do Pará. Esse sistema é praticado por agricultores familiares, com área média de cultivo de 0,5 ha por produtor, proporcionando uma produtividade média de 600 kg ha⁻¹ de grãos.

Na escolha das áreas para plantio, normalmente, são levados em consideração três critérios: a) a idade da capoeira; b) o tipo de vegetação; e, c) tipo de solo. No critério idade da capoeira, há uma preferência por aquelas com idade em torno de três anos de formação, o que facilita o preparo da área, com a derrubada da vegetação.

A vegetação preferida é a do tipo arbustiva diversificada e não muito densa. Nos terrenos onde predominam determinadas plantas, como a ingá-preta (*Inga sp.*) e imbaúba (*Cecropia sp.*), há um indicativo de boa qualidade para o cultivo do feijão-caupi e, onde predominam capins, embireira (*Guazuma ulmifolia*) e assa-peixe (*Vernonia polysphaera*), pode ser um indicativo de má qualidade.

No critério solos, os de textura arenosa, em terrenos altos, são preferidos quando a semeadura é realizada no período chuvoso e, em solos areno-argilosos, quando a semeadura for realizada no final do período chuvoso.

No preparo da área, para facilitar a semeadura, são abertas veredas (picadas) de um lado ao outro da área, com aproximadamente 1,0 m a 1,5 m de largura, espaçadas de cinco a sete metros, conforme o porte da vegetação, a partir das quais é feito o semeio, a lanço, de 35 a 50 kg ha⁻¹ de sementes de feijão-caupi, dentro da vegetação.

Após a semeadura é feita uma roçagem rasteira da vegetação herbácea e dos arbustos, deixando os "tocos", para permitir que as plantas do feijão-caupi enramem sobre a vegetação roçada.

O sistema é denominado de "abafado" em razão das sementes germinarem por baixo da vegetação derrubada e deixada sobre a área, como uma cobertura morta. Neste caso, as variedades mais indicadas para esse sistema são as de hábito enramador, pois elas têm a capacidade de "cobrir" a vegetação derrubada com suas ramas, lançando as vagens sobre os restos da vegetação.

Nesse sistema de plantio, os produtores não utilizam adubos e nem defensivos e as principais vantagens residem no menor uso de mão-de-obra,

na simplificação do preparo de área e, principalmente, em evitar o uso do fogo, deixando toda a massa da vegetação natural e do próprio feijão-caupi sobre a superfície do terreno, o que poderá contribuir para melhoria da matéria orgânica do solo.

A colheita é manual, no sistema de catação vagem a vagem, em etapas de três em três dias, conforme a maturação, sendo a maior parte colhida na etapa inicial. Como a vegetação da capoeira utilizada, normalmente, não é muito densa, não há dificuldade para realizar a colheita.

2.3 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI EM VÁRZEAS OU "PRAIAS"

As várzeas amazônicas são áreas inundáveis por águas ditas brancas ou barrentas, com grande quantidade de sedimentos em suspensão originados na região andina, sob constante erosão (PRANCE, 1980; SIOLI, 1964). A formação dessas várzeas data dos períodos mais frios e secos do Pleistoceno, quando ocorreram flutuações de grande amplitude no nível do mar (IRION, 1976).

A área total de inundação da Amazônia é de 1.350.000 km² e dois terços desse total são áreas de várzeas (JUNK, 1993). Devido a essa grande extensão e ao seu potencial, esse ecossistema desperta grande interesse para atividades agrícolas e pecuárias na região.

Durante seis meses por ano, o nível das águas dos rios sobe, inundando grandes áreas ao longo de suas calhas, normalmente no primeiro semestre de cada ano. Terminado esse período de enchente, o nível das águas baixa, trazendo à tona uma grande extensão de terras denominadas, pelos ribeirinhos, de "várzeas", "praias", ou "barrancas", formadas por sedimentos depositados pelas águas barrentas dos rios, as quais têm por característica a alta fertilidade.

Os solos predominantes nessas várzeas são os Gleissolos, apresentando, na maioria dos casos, pH próximo do neutro e teores muito elevados de P, Ca, Mg e K (CRAVO et al., 1996), o que favorece a atividade agrícola nas regiões de ocorrência. A umidade do solo

permanece constantemente próxima à capacidade de campo, com pouco ou nenhum propágulo de plantas daninhas, onde os produtores do Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima e parte ocidental do Pará plantam o feijão-caupi e outras culturas, dispensando, na maioria dos casos, o uso de adubação, irrigação e de herbicidas, o que favorece o cultivo a um custo consideravelmente baixo.

O preparo da área, normalmente, consiste em uma limpeza dos restos de vegetação morta pela enchente do rio, com plantio imediato do feijão-caupi, sem mecanização. Em alguns casos, como nas margens do Rio Solimões no Estado do Amazonas, antes do período de enchente, os produtores realizam uma operação denominada "vazante", que consiste da roçagem de toda a vegetação existente na área pré-destinada ao futuro plantio. Assim, quando da descida do nível das águas, a área se encontra totalmente limpa, sem necessidade de limpeza adicional. Essa operação permite o plantio imediato após a descida das águas, o que proporciona a produção mais rápida das culturas.

As épocas de plantio variam em função da descida do nível das águas em cada local. Nas regiões do Solimões e Baixo Amazonas, a descida das águas ocorre no mês de agosto e, no Alto Solimões, no mês de maio (NOGUEIRA, 1981a), quando se iniciam os plantios. Nos demais Estados, os plantios ocorrem no segundo semestre de cada ano.

Os espaçamentos utilizados nas áreas de várzeas são de 0,80 m x 0,70 m até 1,0 m x 0,80 m, dependendo se a cultivar utilizada é de porte ereto ou enramador. Esses maiores espaçamentos são explicáveis, pelo fato de os solos de várzeas apresentarem fertilidade mais elevada e maior disponibilidade de água durante o ciclo da cultura, o que favorece o maior crescimento vegetativo dessa espécie.

Os tratos culturais utilizados se restringem, principalmente, a capinas e amontoas realizadas por volta dos 20 a 30 dias após o plantio. Os demais processos, do plantio à colheita, são semelhantes aos praticados nos cultivos de terra firme, por pequenos produtores.

No Estado do Acre, o feijão-caupi é cultivado principalmente nos vales dos rios Juruá e Purus, em cultivos solteiros e consorciados com milho verde e melancia. Os principais produtores dessa leguminosa são os municípios de Sena Madureira, Feijó, Rodrigues Alves, Tarauacá, Cruzeiro do Sul e Mâncio Lima.

Em Rondônia, segundo informações da Secretaria de Agricultura, a área plantada varia entre 300 e 500 ha por ano, em função da disponibilidade das “praias” às margens do Rio Madeira, bem como do preço alcançado pelo produto em cada safra. As áreas de produção atingem entre 0,5 e 1,0 ha por família, característica da agricultura de subsistência. Em alguns casos, os produtores associam-se e fazem plantios conjuntos, manejando e dividindo os esforços do trabalho de plantio e da colheita. A produtividade de grãos de feijão-caupi nas várzeas de Rondônia varia entre 500 e 1.200 kg ha⁻¹, em função do tipo de cultivar usada e das características do solo, a cada baixada do rio.

No Estado do Amapá, o cultivo do feijão-caupi também é feito em áreas de várzeas, por pequenos produtores, basicamente para subsistência (CAVALCANTE; PINHEIRO, 2000). Contudo, devido aos rios locais sofrerem influência das marés, com regimes de enchentes diferentes dos mencionados anteriormente, os cultivos são feitos nas “várzeas altas” ou de “restingas”, que são localizadas nas proximidades dos rios, mas somente são inundáveis nos meses de março e setembro de cada ano, quando as marés são mais altas, ou seja, as marés de equinócio (LIMA et al., 2001). Nessas várzeas altas, as águas das marés não permanecem mais do que duas horas sobre o solo, sendo nela depositadas as maiores partículas de sedimentos, conferindo ao solo boas características físico-químicas para os plantios.

2.4 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SISTEMA MECANIZADO TRADICIONAL

Em anos recentes, em função da procura do feijão-caupi, principalmente para atender a demanda do mercado do Nordeste brasileiro, essa cultura vem despertando o interesse de médios e grandes produtores da região que veem, nessa leguminosa, uma grande oportunidade para o agronegócio (EMATER, 2005). Essa situação é particularmente importante nos Estados do Pará, Maranhão, Tocantins e Mato Grosso, onde a cultura do feijão-caupi vem tomando contornos empresariais e se expandindo a cada ano.

A necessidade de plantio de áreas cada vez maiores, entretanto, exigiu mudanças no sistema de cultivo praticado, que era totalmente manual, desde o preparo de área até a colheita e beneficiamento, para um sistema parcial ou totalmente mecanizado. Essa mudança foi provocada por diversos fatores que impediam a expansão das áreas de cultivo, destacando-se a necessidade de recuperar a fertilidade do solo, por meio da aplicação de fertilizantes e calcário, exigindo o emprego de máquinas para a incorporação desses insumos ao solo, bem como a implementação de tratos culturais durante a condução da cultura.

Outro ponto de estrangulamento para a expansão das áreas plantadas é a colheita manual. Na agricultura familiar, por se tratar de pequenas áreas, a colheita manual ainda é factível, mas quando se trata de áreas grandes, a mão-de-obra existente na região não tem sido mais suficiente, o que acarreta sérios problemas aos grandes produtores, levando até mesmo a perdas totais de lavouras no campo. Além disso, a colheita manual torna-se mais cara devido ao baixo rendimento dos trabalhadores.

Atualmente, com a aquisição de máquinas diversas pelos médios e grandes produtores, facilitada pelo financiamento bancário, e pela oferta aos pequenos produtores de patrulhas mecanizadas de órgãos públicos e associações comunitárias, todo o processo de preparo de área, tratos culturais e colheita passaram a ser feitos total ou

parcialmente por máquinas. Isto é bastante notável no “pólo produtor” de feijão-caupi, da região bragantina do Estado do Pará, em Balsas, no Maranhão, em parte do Tocantins e no Mato Grosso.

No Estado do Pará, as operações de preparo do solo envolvem a destoca (em áreas novas), seguida de uma a duas gradagens pesadas e uma gradagem niveladora. Em áreas de plantios contínuos, onde não mais existem tocos, normalmente são realizadas apenas as operações de gradagem pesada e niveladora.

Devido a esse contínuo uso de gradagens, ano após ano, na maioria dos casos os solos apresentam uma camada adensada na subsuperfície, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de feijão-caupi, caracterizado pelo enrolamento da raiz pivotante.

Em regiões de cerrado, como as que ocorrem no Amapá e Roraima, as áreas normalmente são preparadas por meio de uma aração e duas gradagens leves, com o arado sendo ajustado para operar em uma profundidade de 25 a 35 cm, para eliminar possíveis camadas adensadas e favorecer o desenvolvimento das raízes. Outra opção que também é usada para preparo das áreas em cerrado é passar duas vezes uma grade aradora, dias antes da semeadura.

Nos Estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso, as áreas utilizadas para cultivo de feijão-caupi são as mesmas antes utilizadas para o cultivo de arroz, milho ou soja, com o feijão-caupi entrando como cultura “safrinha”, conforme será descrito mais adiante, neste capítulo. Portanto, são os solos normalmente preparados para as culturas anteriores, que recebem calcário e fertilizantes, havendo necessidade apenas de complementação de adubação potássica para a cultura do feijão-caupi.

No nordeste do Pará, onde o cultivo do feijão-caupi é mais expressivo, a maioria dos produtores usa adubação, mas sem utilizar resultados de análise de solo. As quantidades aplicadas, em geral, são as mesmas a cada ano e correspondem àquelas indicadas pelos vendedores de adubos. Devido a isso, têm sido constatados acúmulos de alguns nutrientes no solo, como é o caso do fósforo e do zinco (CRAVO; SMYTH,

2005), causando problemas para o desenvolvimento da cultura do feijão-caupi e prejuízos financeiros para o produtor, que continua aplicando adubos fosfatados, em áreas em que esse elemento se encontra com teores no solo acima do nível crítico para a cultura do feijão-caupi.

A calagem dificilmente é utilizada nos cultivos de feijão-caupi no Pará e, quando praticada, a quantidade nem sempre é calculada com base em resultados de análise do solo, ocorrendo por ocasião das gradagens pesadas, com as adubações sendo realizadas no momento do plantio.

Detalhes sobre o cálculo da quantidade de calcário a ser aplicada e as recomendações de adubação podem ser encontrados no Capítulo 4.

Após as operações de gradagem das áreas, os produtores costumam deixá-las em repouso por 25 a 30 dias, para que o “banco de sementes” existente no solo, e revolvido durante as gradagens, germine. Após esse período é feito o controle químico das plantas daninhas, eliminando a necessidade de capinas durante o ciclo da cultura.

Caso haja incidência de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura, principalmente durante os primeiros 30 a 35 dias após o plantio, os produtores costumam fazer uma pulverização na lavoura, para controle de plantas daninhas de folha estreita (gramíneas), com uso de herbicida seletivo para esse tipo de vegetação. Contudo, quando a infestação é por plantas daninhas de folha larga, não há como fazer o controle químico durante o desenvolvimento da cultura. Cabe destacar que embora não existam produtos herbicidas registrados para a cultura do feijão-caupi junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é bastante comum a utilização de diversos produtos nas lavouras, especialmente com recomendações para outras culturas. Maiores detalhes sobre o manejo de plantas daninhas podem ser obtidos no Capítulo 6 deste livro.

Neste sistema de cultivo o plantio é feito de forma totalmente mecanizada, no espaçamento de 0,70m entre linhas (cultivares enramadoras), com 6 a 9 sementes por metro linear e de 0,50 m (não

enramadoras), com 7 a 11 sementes por metro linear, o que fornece uma densidade média de 96.000 e 160.000 plantas por hectare, respectivamente, considerando uma viabilidade (poder germinativo) das sementes de 90%.

As cultivares atualmente plantadas na região, tanto na agricultura familiar quanto na empresarial, encontram-se na Tabela 2 do Capítulo 3. Contudo, as cultivadas em maior escala são a BR3 Tracuateua, também conhecida como “Quebra Cadeira” (plantada em aproximadamente 70% da área no Pará), a BRS Guariba (largamente cultivada no Mato Grosso), BR2 Bragança, Serrinha, Canapu, Palha de Seda, Sempre Verde e a BR 17 Gurguéia. Atualmente, estão em fase de expansão de áreas plantadas as novas cultivares lançadas pela Embrapa, que são: a BRS Milênio, BRS Urubuquara (lançadas em 2005) e a BRS Novaera (lançada em 2007). Essas novas cultivares têm grãos brancos, semelhantes aos da BR3 Tracuateua e deverão ser cultivadas em maior escala, à medida que haja disponibilidade de sementes.

A colheita predominante é a parcialmente mecanizada, compreendendo duas etapas: na primeira, quando a lavoura apresenta acima de 80% das vagens maduras, é feito o arranquio das plantas e o enleiramento, com as plantas enleiradas permanecendo no campo por 8 a 15 dias, com revolvimento periódico, até que fiquem totalmente secas. Na segunda etapa é passada uma máquina recolhedeira sobre as leiras, que faz o recolhimento destas e, ao mesmo tempo, a debulha dos grãos (CRAVO; SOUSA, 2007b). Quando o corte é feito com máquina, o período de permanência no campo pode diminuir para 8 a 12 dias, uma vez que as plantas estão sem raízes, facilitando a secagem. Nesse processo, a perda de grãos situa-se entre 1 a 3%, dependendo da calibração da máquina, do grau de secagem das vagens e da habilidade do operador.

Atualmente, a etapa de arranquio manual para enleiramento também está sendo eliminada, uma vez que em algumas propriedades utilizam-se máquinas “ceifadeiras”, que cortam as plantas rente ao solo e, ao mesmo tempo, enleiram. Posteriormente (cerca de 8 a 10 dias),

outra máquina faz o recolhimento das leiras e o beneficiamento dos grãos ou sementes.

Em outras propriedades, especialmente no “pólo produtor de feijão-caupi” do Pará, em parte do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso, já são empregadas máquinas que fazem a colheita totalmente mecanizada, utilizando-se variedades semi-eretas, como é o caso da Serrinha, BR17 Gurguéia e da BRS Guariba, cujas vagens situam-se na parte superior das plantas, mesmo após secas, o que facilita esse tipo de colheita. Para a colheita totalmente mecanizada, não podem ser utilizadas variedades de hábito prostrado, como é o caso da BR3 Tracuateua, cujas vagens ficam praticamente no chão.

Variedades adequadas para a colheita totalmente mecanizada devem apresentar determinadas características que permitam o uso das máquinas, tais como: a) porte ereto, com as vagens inseridas na parte superior das plantas; b) maturação uniforme; c) senescência uniforme das folhas e caules; e d) resistência ao acamamento, características essas que as variedades atualmente em uso não apresentam completamente. As variedades plantadas que mais se aproximam dessas características são a “serrinha” e a BRS Guariba (não oficialmente recomendadas para o Estado do Pará) e a BRS Milênio, que atualmente começa a ser difundida na região.

Em agosto de 2007, entretanto, foi lançada para a Amazônia, parte do Nordeste e Centro-Oeste, a cultivar BRS Novaera, que apresenta características que permitem a colheita totalmente mecanizada, representando um grande avanço para o agronegócio do feijão-caupi. Mesmo assim, devido ao fato de não apresentar o secamento uniforme das folhas e hastes, para que se proceda a colheita totalmente mecanizada, é necessário a dessecação da lavoura, antes da colheita.

2.5 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SISTEMA PLANTIO DIRETO E CULTIVO MÍNIMO

Esse sistema, largamente adotado nas regiões de maior produção de grãos do país, começa a ser adotado no cultivo de feijão-caupi em alguns Estados da região, especialmente no Pará e Maranhão, mesmo em pequena escala e com algumas diferenças em relação ao padrão. No Mato Grosso, as técnicas utilizadas, conforme serão descritas no item "Sistema Safrinha", são as típicas do sistema de plantio direto. O plantio direto, segundo depoimentos de produtores da região, tem possibilitado produtividades de grãos próximas a 1.500 kg ha^{-1} , sendo estas mais elevadas e com custos de produção mais baixos do que no sistema tradicional.

Para a adoção do sistema de plantio direto, entretanto, não basta apenas eliminar o uso anual de máquinas e fazer o plantio das culturas sobre os restos de vegetação da área. De acordo com observações e informações de produtores da região, é preferível que a área a ser convertida ao plantio direto tenha sido desbravada há pelo menos 4 anos. Durante esse período, surgem muitas rebrotas de árvores, especialmente da família *Lecitidaceae*, que dificultam o uso de máquinas para incorporação de calcário e fertilizantes, bem como para as operações de plantio e colheita. A eliminação dessa vegetação tem um custo muito elevado e, por isso, é preferível, de acordo com os produtores, esperar esses 4 anos para implantar o sistema, quando a quantidade dessas rebrotas torna-se reduzida.

Decorrido esse período, considerando-se que os solos da região são de baixa fertilidade natural e foram explorados com os cultivos anteriores, torna-se necessário fazer a correção da acidez e fertilidade antes de adotar o sistema de plantio direto. As operações de preparo do solo, para o primeiro cultivo no plantio direto, são realizadas, normalmente, com uma a duas gradagens pesadas e uma de nivelamento, para incorporar os fertilizantes e o calcário. Após essas operações, espera-se entre 25 e 30 dias, para ser feito o controle das plantas daninhas emergentes, com o uso racional de herbicidas.

Nos anos subsequentes, as operações para o plantio direto são realizadas em duas opções. Na primeira, os produtores fazem uma roçagem e, em seguida (quase instantaneamente), fazem uma pulverização com uma mistura de herbicidas para folhas largas e estreitas, normalmente com produtos à base de glyphosate, que é mais econômico, e um pré-emergente (s-metolachlor), o que praticamente elimina a necessidade de capinas durante o ciclo da cultura. Em mais de 60% dos casos, usando-se esse procedimento, não há necessidade de novo controle. Entretanto, caso seja necessário, é comum a aplicação de herbicida à base de imazethapyr, aos 20 a 25 dias após o plantio do feijão-caupi, para controle de plantas daninhas de folhas largas e estreitas, juntamente com as aplicações de inseticidas, fungicidas e adubação foliar, para diminuir os custos de produção. Agindo assim, conforme informações dos produtores, 90% das lavouras não têm tido problemas com plantas daninhas.

Na segunda opção, caso haja ervas daninhas que resistam aos herbicidas à base de glyphosate, os produtores frequentemente realizam a dessecação da vegetação com uma mistura de glyphosate e 2,4-D. Neste caso, espera-se pelo menos 15 dias para proceder ao plantio, para evitar danos às plântulas pelos efeitos residuais do herbicida à base de 2,4-D.

Como mencionado anteriormente, é importante ressaltar que não existem defensivos agrícolas registrados para a cultura do feijão-caupi, havendo, entretanto, amplo uso por parte dos agricultores, seja de herbicidas, inseticidas ou fungicidas. No tocante à falta de produtos registrados para a cultura do feijão-caupi, percebe-se que existe uma importante oportunidade para fabricantes de defensivos agrícolas buscarem o registro, haja vista a importância que a cultura tem tomado.

O espaçamento utilizado no plantio direto é semelhante ao do sistema tradicional, com 0,40 m a 0,50 m entre linhas. Contudo, para garantir um bom estande, os produtores usam 20% a mais de sementes, devido à dificuldade de aprofundamento das mesmas, podendo apodrecer ou serem consumida por animais.

Uma comparação sobre os custos de produção, nos diversos sistemas utilizados no Pará (Tabela 3), mostra as vantagens do sistema de plantio direto em relação aos demais, com os custos de produção de uma saca de 60 kg de grãos diminuindo de R\$ 99,33 (sistema tradicional), para R\$ 44,90 (no sistema de plantio direto), ou seja, 54,43% a menos, diferença essa que é acrescida ao lucro do produtor. Esse menor custo, entretanto, só é conseguido quando a colheita é feita de forma totalmente mecanizada.

Tabela 3 - Coeficientes técnicos e custos para plantio de 1 ha de feijão-caupi, em diferentes sistemas de cultivo, considerando-se preços para a safra de 2008.

Atividade	Custos por Sistema (R\$1,00)			
	Sistema Tradicional			
	Roça de Toco	s/análise de solo	Cultivo Mínimo	Plantio Direto
Preparo de Área	306,00	240,00	140,00	76,00
Plantio/Adubação	90,00	80,00	80,00	80,00
Insumos	296,50	664,50	616,50	616,50
Tratos Culturais	54,00	219,00	40,00	40,00
Colheita	350,00	350,00	280,00	280,00
Beneficiamento	85,50	85,50	30,00	30,00
TOTAL	1.182,00	1.639,00	1.186,50	1.122,50
Produção Esperada	16,5 sacos	16,5 sacos	20 sacos	25 sacos
Custo/saco 60 kg	71,64	99,33	59,32	44,90

Fonte: Benedito Dutra (Agropecuária Milênio), Francisco Douglas Rocha Cunha (Agropecuária Brasil) e Manoel da Silva Cravo (Embrapa Amazônia Oriental), 2008.

O plantio direto, portanto, pode ser visto como uma alternativa das mais vantajosas, não só para o produtor como para o meio ambiente. Esse sistema, entretanto, ainda não dispõe de resultados de pesquisa com feijão-caupi na região, devendo ser considerado como prioridade para os próximos passos da pesquisa, para o aprimoramento dos conhecimentos, considerando-se que as características dos solos, da cultura e do ambiente amazônico diferem bastante das condições onde esse sistema é empregado no Brasil.

Outra prática bastante utilizada na região nordeste do Pará é o “cultivo mínimo”, que pode ser considerado como um intermediário entre o sistema tradicional e o sistema de plantio direto.

Para implantação da cultura do feijão-caupi, utilizando o cultivo mínimo, em áreas usadas anteriormente com feijão-caupi ou mandioca, sem a presença de tocos, pelo menos 25 dias antes do plantio, é passada uma ou duas vezes a grade niveladora, conforme as características do solo e da cobertura vegetal, deixando-se a área semipreparada. Logo após a semeadura, aplicam-se 2,5 L ha⁻¹ de herbicida à base de glyphosate e 2,5 L ha⁻¹ de herbicida à base de trifluralin, caso haja infestação por plantas daninhas de folha estreita (gramíneas). Dessa forma, é possível o controle das ervas daninhas durante todo o ciclo da cultura.

O custo de produção do feijão-caupi, utilizando-se esse sistema é 40% mais baixo do que o custo do sistema tradicional (Tabela 3). Além disso, essa prática não causa grandes problemas ao solo e mantém a maior parte dos restos culturais na superfície da área, permitindo a realização do plantio sem a necessidade de utilização de plantadeiras de plantio direto e, por isso, vem se expandindo na região produtora de feijão-caupi do Pará.

2.6 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI EM ROTAÇÃO E CONSÓRCIOS – SISTEMA BRAGANTINO

Nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil, os pequenos produtores rurais fazem uso de sistemas de cultivos múltiplos para melhor utilizarem os recursos disponíveis. O consórcio de mandioca com o feijão-caupi e/ou milho é um dos sistemas de cultivo mais utilizado em todos os Estados da região amazônica, apresentando vantagens sobre o monocultivo, tais como: maior estabilidade da produção, melhor utilização da terra, redução da erosão do solo, melhor aproveitamento de água e nutrientes, melhor utilização da força de trabalho, maior eficiência no controle de plantas daninhas e por fornecer fonte diversificada de alimento na propriedade (MATTOS, 1993; CRAVO et al., 2008). Entretanto, quando os plantios são realizados em consórcio com milho ou mandioca, os agricultores não usam arranjos espaciais

adequados, o que provoca uma concorrência das plantas por luz, água e nutrientes, resultando em baixas produtividades das culturas envolvidas e com os grãos do feijão-caupi apresentando baixa qualidade.

No Estado de Roraima, em decorrência da importância socioeconômica da produção de mandioca para o consumo humano (mandioca para mesa ou macaxeira) e de feijão-caupi para o mercado de Boa Vista, Araújo (2008) conduziu uma pesquisa com o objetivo de realizar a avaliação agroeconômica do consórcio de cultivares de mandioca plantadas em fileiras duplas, com cultivares de feijão-caupi (2,0 m x 0,5 m x 0,5 m), visando à produção de raízes frescas de mandioca para mesa e grãos verdes e secos de feijão-caupi em áreas de cerrado. A maior relação benefício/custo, no valor de 6,07, foi encontrada com a comercialização da produção de raiz fresca da mandioca e de grãos verdes de feijão-caupi, no consórcio da cultivar de mandioca para mesa Aciolina com a cultivar de feijão-caupi UFRR Grão Verde, ou seja, a atividade mostrou um retorno líquido de R\$ 6,07 para cada real investido.

Esses resultados são extremamente promissores, porém a tecnologia ainda não está sendo usada pelos produtores locais, devendo ser feito um trabalho de transferência dessa tecnologia em futuro próximo.

A prática de rotação de culturas traz inúmeros benefícios para a agricultura, pois mantém a área ocupada produtivamente na maior parte do ano, evitando a exposição do solo às intempéries, a infestação da área por plantas daninhas, interrompe o ciclo de determinadas pragas e, também, aumenta a possibilidade de lucros na atividade agrícola (AZEVEDO et al., 1997). Na região nordeste do Pará, entretanto, os produtores normalmente desmatam uma fração da propriedade para o plantio de mandioca, outro para arroz e milho e, depois da colheita, realizam o plantio do feijão-caupi, não com o objetivo de realizar rotação de culturas propriamente dita, mas sim com o intuito de aproveitar as áreas desmatadas (CRAVO et al., 2008).

Nesta região, especialmente nas pequenas propriedades, além dos consórcios com culturas anuais, é comum o consórcio de feijão-caupi com culturas perenes, como coco, citros, maracujá, pimenta-do-reino, banana e outras. Nesses consórcios, entretanto, não tem sido obedecido um arranjo espacial das culturas perenes que diminua a concorrência com o feijão-caupi, o que normalmente prejudica a produtividade de grãos da leguminosa (CRAVO et al., 2008).

Buscando diminuir esse problema e melhorar a produtividade das culturas em rotação e consórcio, foi lançado o Sistema Bragantino (CRAVO et al., 2005) que traz, no seu bojo, vantagens importantes, tanto nos aspectos agrônômicos quanto nos econômicos e ambientais, se comparadas com as do sistema tradicional de derruba-e-queima. Esse sistema vem sendo utilizado por diversos produtores familiares da região, com uma área plantada de mais de 1.000 hectares anuais, financiados pelos bancos oficiais. Alguns agricultores empresariais também vêm utilizando esse sistema, havendo áreas plantadas na região que variam de 20 a 200 hectares (CRAVO; SOUSA, 2007a).

No Estado do Amapá, em 2007/2008, foram iniciados trabalhos com esse sistema, tendo sido obtidos excelentes resultados de produção de milho e mandioca, em Unidades Demonstrativas instaladas naquele Estado, havendo o planejamento para plantio de 280 hectares em 2008/2009, em áreas de pequenos produtores.

O primeiro passo para instalação do sistema é a recuperação da fertilidade do solo em áreas degradadas, por meio de adubação de fundação, com calagem, fosfatagem e uso de micronutrientes, cujas quantidades são definidas com base em resultados de análise do solo.

Estando o solo recuperado, são feitos os plantios de milho ou arroz solteiros, seguidos do consórcio de mandioca, plantada em fileiras duplas, com o feijão-caupi. O sistema também admite se iniciar com o cultivo da mandioca, consorciada com milho ou arroz, de acordo com a preferência do produtor e, após a colheita dessas gramíneas, planta-se o feijão-caupi entre as fileiras duplas de mandioca (CRAVO et al., 2005).

Dados de produção de feijão-caupi, milho e mandioca, coletados em áreas de produtores (grandes e pequenos) da região nordeste do Pará, encontram-se na Tabela 4. Embora o feijão-caupi ocupe apenas 76% da área de cultivo, que são os espaços entre as fileiras duplas de mandioca, a produtividade média obtida tem sido superior a 1.000 kg ha^{-1} , um pouco abaixo da média regional em plantios solteiros (aproximadamente 1.200 kg ha^{-1}). Essa produtividade, embora mais baixa, representa um ganho muito grande ao produtor, considerando-se que além do feijão-caupi ele ainda tem as produções de milho e mandioca, sem custos adicionais no preparo de área.

Tabela 4 - Produtividade média de feijão-caupi, milho e mandioca, em diversos municípios do nordeste do Estado do Pará, utilizando-se as técnicas do Sistema Bragantino. 2008.

Município	Feijão-Caupi	Milho	Mandioca ¹
	-----kg ha ⁻¹ -----		t ha ⁻¹
Augusto Corrêa	980	-	26,3*
Bragança	1.000	-	42,4
Castanhal	-	2.650	24,7**
Mãe do Rio	800	2.000	78,7
Santa Maria do Pará	1.120	3.270	34,4
Terra Alta	925	3.175	42,0
Tracuateua – (área 1)	1.186	-	32,0
Tracuateua – (área 2)	1.200	-	37,5
Vigia	1.027	4.840	34,5
Média	1.030	3.187	39,2

Fonte: Cravo e Sousa (2007a).

¹ Produtividade média do estado do Pará = 12 t ha^{-1} ; * Mandioca colhida aos 10 meses, ainda imatura; ** Mandioca mansa ou de mesa, colhida aos 8 meses de idade.

A produtividade média do milho obtida nessas áreas (Tabela 4), embora esteja abaixo das produtividades obtidas em regiões produtoras dessa cultura no país, é muito maior do que a produtividade média alcançada pelos agricultores familiares da região, no sistema tradicional de derruba-e-queima, que é de 500 kg ha^{-1} , aproximadamente. Em algumas sub-regiões do nordeste do Pará, o

milho não é mais plantado, pois as condições de baixa fertilidade e acidez dos solos não mais permitem, impedindo os produtores de criarem aves, suínos, ovinos, caprinos e outros animais que se alimentam desse cereal. Assim sendo, a produção de milho obtida com o uso das técnicas do “Sistema Bragantino”, representa um grande avanço em relação ao sistema tradicional e possibilita ao produtor voltar a criar os animais.

A mandioca, em todos os locais, teve um rendimento produtivo excelente em comparação com os rendimentos obtidos pelos produtores no sistema tradicional de derruba-e-queima. A média de produtividade de raízes de mandioca de 39,2 t ha⁻¹ (Tabela 4) representa 3,27 vezes a produtividade média do Estado do Pará, que é de 12 t ha⁻¹, o que qualifica o “Sistema Bragantino” como de alta viabilidade agrônômica e econômica.

Além dos aumentos verificados nas produtividades das culturas individuais, deve-se considerar que, na maioria dos casos, são feitos cultivos de três culturas (milho, mandioca e feijão-caupi) por ano na mesma área, havendo aumento da produtividade de milho e mandioca, sem, entretanto, aumentar a área de plantio. Neste caso, os esforços físicos e dispêndios financeiros do produtor para o preparo da área são únicos para as três culturas.

Outras vantagens impactantes do uso das técnicas do sistema bragantino, em relação ao sistema de derruba-e-queima, são citadas abaixo, conforme Cravo et al. (2008):

- **Restaura a fertilidade do solo e potencializa o uso de áreas degradadas:** como os solos da região são de baixa fertilidade natural e degradados em sua maioria, há necessidade de ser feita a recuperação da fertilidade, por meio da adubação de fundação, para a implantação do “Sistema Bragantino”. Assim sendo, áreas antes consideradas degradadas terão a fertilidade do solo restaurada e podem ser reintroduzidas ao processo produtivo, de forma contínua e por tempo indeterminado;

- **Elimina a necessidade do uso de fogo no preparo de áreas e contribui para a preservação ambiental:** considerando-se que a fertilidade do solo foi restaurada, não haverá necessidade do produtor derrubar e queimar todo ano uma nova área da floresta. Com isso, além da eliminação do fogo, as áreas de floresta que seriam derrubadas podem ser transformadas em reserva florestal;

- **Permite o uso intensivo de uma mesma área:** essa afirmativa foi constatada utilizando-se nas rotações e consórcios, na maioria dos casos, o milho, o feijão-caupi e a mandioca. Com isso, os riscos da atividade agrícola são diminuídos, uma vez que se uma cultura não produzir bem por algum fator adverso (ataque de pragas e/ou doenças, fatores climáticos), ou ainda, se ocorrer uma redução no preço do produto, as outras culturas poderão compensar possíveis prejuízos e, até mesmo, pagar todo o financiamento bancário;

- **Oferta de emprego no campo durante o ano todo:** no sistema tradicional, onde os produtores fazem apenas um cultivo por ano ou trabalham apenas com uma cultura, como o feijão-caupi na região bragantina, só há oferta de emprego durante o ciclo da cultura, que dura cerca de 4 meses por ano e, no restante, não há oferta de emprego. Com o uso da rotação de culturas e com o cultivo contínuo no “Sistema Bragantino”, há necessidade de mão-de-obra durante todo o ano, ora para o preparo de área e demais atividades para a cultura do arroz ou do milho, ora para o plantio, condução, colheita e beneficiamento das culturas de mandioca e feijão-caupi plantadas em consórcio;

- **Aumenta a produtividade das culturas:** os dados da Tabela 8 reforçam esta afirmativa, quando comparados com as médias de produtividade das culturas na região ou no Estado do Pará;

- **Possibilita o aumento da renda dos produtores e a melhoria da qualidade de vida no campo:** devido ao aumento da produtividade e da diversificação de culturas plantadas (Tabela 4), há possibilidade de aumento da renda dos produtores, do poder de compra e, conseqüentemente, da melhoria da qualidade de vida no campo;

- **Diminuem os custos de produção com o plantio direto:** uma vez que, a partir do segundo cultivo da rotação de culturas, adota-se a prática do plantio direto, elimina-se a necessidade de mecanização da área, reduzindo-se os custos relativos a essa operação, para o próximo plantio. Por outro lado, com o controle de plantas daninhas, antes do plantio de feijão-caupi, não haverá necessidade de capinas durante o ciclo da cultura, contribuindo, também, para a diminuição dos custos de produção;

- **Diminuem os riscos de erosão e de assoreamento dos cursos d'água:** no sistema convencional, onde os produtores utilizam a mecanização, os trabalhos de preparo de áreas são feitos todos os anos, na maioria dos casos, no período de maior precipitação pluviométrica, deixando o solo exposto à erosão. No “sistema bragantino”, com a adoção do plantio direto, o preparo mecanizado da área é feito apenas antes do primeiro cultivo e, nos demais, o solo fica sempre protegido pela palhada das culturas anteriores, diminuindo os riscos de erosão do solo e, conseqüentemente, de assoreamento dos cursos d'água.

- **Contribui para garantir a segurança alimentar:** ao permitir o cultivo contínuo e diversificado de culturas alimentares e aumentar suas produtividades, o “Sistema Bragantino” contribui para garantir a segurança alimentar das famílias que têm, nessas culturas, a base alimentar. Além disso, a produção do arroz ou do milho possibilita a criação de aves e de outros animais, como suínos, ovinos e caprinos. A atividade de criação, por seu turno, além de possibilitar a melhoria da alimentação da família, pelo consumo de proteína animal, ainda pode contribuir para o aumento da renda na propriedade, pela venda dos animais e de seus produtos.

Por tudo que foi apresentado, o “Sistema Bragantino” pode ser considerado inovador, prático e factível como alternativa para substituir o sistema de derruba-e-queima, ainda largamente utilizado em toda a região, contribuindo para a preservação ambiental.

2.7 - CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI NO SISTEMA “SAFRINHA”

O sistema de cultivo conhecido como “safrinha” é feito com qualquer cultura, aproveitando as áreas utilizadas anteriormente com outras culturas. Normalmente, o cultivo é feito no final do período chuvoso, na tentativa de ainda se obter uma boa colheita, utilizando-se, principalmente, os resíduos da adubação da cultura principal, de forma a reduzir os custos de produção.

No caso específico do feijão-caupi, esse sistema começa a ser utilizado, mais intensamente, no Mato Grosso, com excelentes resultados, conforme depoimentos de produtores daquele Estado. A área plantada em 2008, utilizando esse sistema, foi de 50.000 hectares, com produtividades variando de 800 a 1.800 kg ha⁻¹, que podem ser consideradas como muito boas, quando comparadas com as obtidas nas principais regiões produtoras do país.

As cultivares atualmente utilizadas são a BRS Guariba, BRS Novaera e a Sempre Verde, compradas no Maranhão e Bahia, sendo, entretanto, a obtenção dessas sementes ainda um dos principais problemas enfrentados pelos produtores do Estado do Mato Grosso, pois não existe no país um volume suficiente para atender a demanda.

Neste item procurar-se-á descrever todo o processo que vem sendo empregado no Estado do Mato Grosso para o cultivo de feijão-caupi, utilizando o sistema de safrinha.

De um modo geral, as áreas destinadas ao cultivo do feijão-caupi são aquelas que facilitam a colheita mecanizada, de média a alta fertilidade, com poucos terraços ou nenhum, as quais foram utilizadas para o cultivo de soja, milho ou algodão. Essas áreas são utilizadas por não haver necessidade de “fertilização de base”, isto é, uso de calcário e fosfatagem, e com baixa necessidade de adubação potássica de cobertura.

A dessecação para o posterior plantio do feijão-caupi é feita logo após a colheita da cultura principal. Para tanto, aguarda-se a germinação das sementes da cultura anterior – denominadas

regionalmente de “tigueras” – perdas na colheita e a recuperação vegetativa das ervas daninhas remanescentes. Para que haja uma uniformidade de germinação das sementes da cultura anterior, provenientes das perdas na colheita, é interessante que se passe uma grade niveladora leve, bem superficial, de acordo com as condições de umidade do solo, e esperar alguns dias até que as sementes germinem.

O controle dessas “tigueras” é muito difícil com uso de herbicidas, como no caso da soja, que pertence à mesma família do feijão-caupi. Nesse caso, as sementes de soja são colhidas junto às do feijão, desvalorizando-o no mercado.

Para essa dessecação normalmente usam-se herbicidas à base de glyphosate na quantidade de 1 a 2 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo ou Paraquat, na dosagem de aproximadamente 200 a 300 g ha⁻¹. Além disso, existem também outras alternativas, com misturas de outros ingredientes ativos que também são utilizados, dependendo das plantas daninhas infestantes.

Na grande região sudeste do Mato Grosso, como também nas outras regiões do Estado, a melhor época para o plantio do feijão-caupi ocorre após a colheita da cultura principal (de verão), a qual seria do segundo decênio de janeiro ao segundo decênio de março, quando ocorre o final do período chuvoso.

Nesse período, considerando o ciclo da cultura do feijão-caupi em torno de 70 dias, aproximadamente, ainda há chuva suficiente (Tabela 5) para o bom desenvolvimento e produção dessa leguminosa, diferentemente do milho, que vinha sendo utilizado como safrinha, o qual tem um ciclo mais longo e, assim, normalmente, faltava chuva nos períodos mais críticos de exigência dessa cultura, afetando drasticamente a produção de grãos.

A opção pelo feijão-caupi ainda oferece a vantagem de o momento da dessecação de pré-colheita coincidir com o período de baixa precipitação, o que facilita a colheita e melhora a qualidade dos grãos.

Tabela 5 - Dados climatológicos médios de Primavera do Leste – MT, do período de 1961 e 1990.

Mês	Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	Precipitação (mm)
1	22,2	31,9	299,3
2	22,1	32,2	262,5
3	22	32,2	250,3
4	21,2	32	124,4
5	19	31,3	44,5
6	16,3	30,9	8,8
7	15,9	31,7	5,6
8	17,7	33,6	7,4
9	20,7	33,6	52
10	19,4	33,5	155,3
11	22,2	31,6	236,5
12	22	31,9	266,5

Fonte: <http://tempoagora.uol.com.br/previsaodotempo.html/brasil/climatologia/PrimaveradoLeste-MT/> Acesso em 12/12/2008.

Uma prática que vem sendo utilizada nesse sistema é o tratamento das sementes contra pragas e fungos do solo, mesmo não havendo comprovação científica dos benefícios de tal prática. Nos plantios a serem realizados no ano de 2009 existe uma previsão de utilização de inoculante específico para o feijão-caupi, o que pode favorecer maior aporte de N ao sistema.

A grande maioria dos produtores que plantam feijão-caupi no Mato Grosso procede à semeadura direta, sem revolvimento do solo, utilizando semeadoras tratorizadas, com rendimento de até 40 hectares diários. As máquinas são ajustadas para espaçamentos entre linhas de 0,45 m a 0,50 m, com uso de sementes suficientes para se obter um estande de 8 a 11 plantas por metro linear, gastando-se entre 48 a 55 kg ha⁻¹, o que corresponde a uma densidade de 170 a 200 mil plantas ha⁻¹, obtendo-se cerca de 1.800 kg ha⁻¹ de grãos.

No que se refere à adubação, em princípio, como citado anteriormente, não tem sido realizada a adubação de base, sendo a cultura conduzida apenas com os resíduos da cultura anterior.

Entretanto, em solos arenosos, com até 20% de argila, têm sido utilizados de 100 a 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 00-18-18 mais micronutrientes ou, 02-20-10 mais micronutrientes. Em outros casos, se faz o uso de 100 kg ha⁻¹ de MAP no plantio, com posterior cobertura com 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, aos 25 a 30 dias após a emergência das plantas.

O controle de plantas daninhas de folhas largas, conforme informações de produtores do Mato Grosso tem sido feito com a aplicação de herbicidas à base de Bentazona ou Lactofem, ou ainda, Imazetapir. Dependendo das condições climáticas e da disponibilidade no mercado, também têm sido utilizados produtos à base de Metolachlor (s-metolachlor).

A aplicação desses herbicidas é feita em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas, sendo mais eficiente quando feita no estágio inicial das plantas daninhas (2-4 folhas). No entanto, mesmo aplicados isoladamente, esses herbicidas causam uma pequena fitotoxicidade, mas imediatamente a planta de feijão-caupi se recupera. Contudo, quando o grau de infestação por plantas daninhas é intenso, esses produtos são usados em conjunto, causando uma maior fitotoxicidade.

Este cenário evidencia claramente a necessidade de avaliação de produtos herbicidas específicos para o feijão-caupi e, sobretudo, o registro de produtos junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Para o controle de plantas daninhas de folha estreita, têm sido utilizados produtos à base de Holoxifope-r-metilico ou Cletodim, ou ainda o Tepraloxymidim.

A experiência dos produtores de feijão-caupi no Mato Grosso indica que é importante a aplicação desses herbicidas até quando as plantas do feijão-caupi apresentem o terceiro trifolíolo, pois, a partir dessa fase, a cultura aumenta significativamente o número de folhas, sofrendo uma maior fitotoxicidade, além de promover o chamado "efeito guarda chuva", dificultando a distribuição do herbicida sobre as plantas daninhas. A partir

do lançamento do terceiro trifólo do feijão-caupi, a incidência de plantas daninhas é bem menor, caso elas tenham sido controladas até essa fase, pois a cultura começa a fechar as entrelinhas, diminuindo a incidência de luz e, conseqüentemente, das plantas daninhas.

Considerando-se que as cultivares de feijão-caupi atualmente utilizadas no Mato Grosso não apresentam maturação uniforme e as hastes e parte da folhas permanecem verdes, no período próximo da colheita, não há condições para a colheita mecanizada, sob pena de prejudicar a qualidade dos grãos. Desta forma, há necessidade de uma dessecação prévia da lavoura antes de se proceder à colheita. Esse procedimento vem sendo realizado no momento em que a cultura atinge o maior número de vagens fisiologicamente maduras e/ou secas e com um bom percentual de folhas ainda verdes, para viabilizar a aplicação e absorção do dessecante sistêmico.

Uma vez que na região produtora de feijão-caupi, e em quase todo o Estado do Mato Grosso, a partir de abril quase não ocorrem mais chuvas, os produtores aguardam o máximo de tempo possível para proceder à colheita, o que favorece a homogeneização da cultura, em termos de secagem das vagens e diminuição da umidade dos grãos e do próprio solo, fatores esses que contribuem para facilitar o desempenho das máquinas e melhorar a qualidade dos grãos.

No caso em que as plantas não apresentem folhas verdes suficientes para a absorção de herbicida sistêmico, mas as hastes e pecíolos permanecem verdes, o que é uma das características das cultivares que vêm sendo plantadas, tem sido usado o Paraquat, na dosagem de 0,8 L ha⁻¹ do produto comercial, mais 1,0 L ha⁻¹ do dessecante comercial Reglone. A decisão de usar o herbicida sistêmico ou de contato depende de uma avaliação preliminar no campo sobre o estágio de desenvolvimento das plantas.

As máquinas utilizadas são do tipo axial, as mesmas utilizadas para a colheita da soja, apenas com ajustes para a colheita do feijão-caupi. Essa é mais uma vantagem do uso da cultura do feijão-caupi como "safrinha",

pois não necessita de maquinário especial para a colheita, o que se traduz como um fator de economia no sistema. O rendimento dessas máquinas pode chegar ou até mesmo passar de 2.000 sacos de grãos por dia, dependendo de certas condições da lavoura, tais como: a) presença de plantas daninhas; b) produtividade; c) grau de dessecação da cultura; e, d) condições de umidade, fatores esses que são determinantes para o bom desempenho das máquinas na colheita.

Segundo relato de alguns produtores, dificuldades para a comercialização foram encontradas logo no início da produção no Estado, pois o mercado existente era para o feijão do gênero *Phaseolus*. Contudo, nos anos subsequentes, foram identificados nichos de mercado no Nordeste, Sudeste e no próprio Centro-Oeste, onde o consumo do feijão-caupi vem aumentando consideravelmente.

No que se refere ao mercado externo, a produção do Mato Grosso vem sendo exportada para alguns países como a Turquia, Canadá, Portugal, Índia, Israel e Egito, além de outros, em quantidades menos expressivas. Na safra de 2007, os volumes exportados foram bem mais expressivos do que os da safra de 2008, uma vez que o preço comercial interno do feijão-caupi esteve em alta, durante o ano todo, favorecendo a comercialização interna, o que, conseqüentemente, diminuiu as exportações.

O feijão-caupi do Mato Grosso tem tido preferência por parte dos exportadores e tem sido bem aceito no mercado externo, pela qualidade dos grãos, pela forma de estocagem e pelo volume de produto ofertado.

A busca por outros mercados, tanto internos quanto externos, tem sido o alvo dos principais produtores, pois esse é um fator determinante para a tomada de decisões sobre o aumento da área plantada e, conseqüentemente, da produção do Estado.

3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Em geral, a época mais apropriada para plantio da cultura do feijão-caupi na região amazônica está compreendida entre a segunda quinzena do mês de abril até junho (NOGUEIRA, 1981a; EMBRAPA, 1987; CRAVO; SOUSA, 2007b). Porém, devido às diferenças de épocas de ocorrência do período chuvoso, em alguns Estados, como Pará, Amapá e Roraima, os plantios se concentram nos meses de junho até a primeira quinzena de julho (CAVALCANTE; PINHEIRO, 1999; VILARINHO et al., 2006), sem riscos de falta de água nos períodos de floração e de enchimento dos grãos, que são críticos para a cultura. Além disso, deve-se evitar o plantio da cultura muito no início do período chuvoso, pois o excesso de água pode prejudicar a floração e levar à deterioração dos grãos antes da colheita (CRAVO; SOUSA, 2007b).

Para garantir uma boa população de plantas e um bom desenvolvimento da cultura é necessário que sejam bem definidos os espaçamentos e a densidade de plantio, que variam em função do porte de cada cultivar. No caso de cultivares de porte ereto e semi-ereto, os espaçamentos variam de 0,50 m x 0,30 m ou 0,50 m x 0,25 m em plantios manuais, com duas sementes por cova. Para cultivares de porte enramador e semi-enramador, cujas plantas ocupam uma área maior, os espaçamentos recomendados são de 0,80 m x 0,30 m ou 0,70 m x 0,30 m, também com duas plantas por cova. Usando-se esses espaçamentos têm-se densidades médias aproximadas de 133.000, 160.000, 83.000 e 95.000 plantas ha⁻¹, respectivamente (NOGUEIRA, 1981a; CAVALCANTE; PINHEIRO, 1999; EMBRAPA, 1987; VILARINHO et al., 2006; CRAVO; SOUSA, 2007b).

Em plantios mecanizados, os espaçamentos entre linhas são semelhantes aos do plantio manual, mas as semeadoras devem ser reguladas para distribuir entre 7 a 9 sementes por metro linear, o que fornece uma densidade média aproximada de 100.000 e 160.000 plantas ha⁻¹, para cultivares de porte enramador e ereto, respectivamente.

Em trabalhos de pesquisa realizados no nordeste paraense, com cultivares semi-eretas, foi demonstrado que o uso de densidades de plantios menores que 100.000 plantas ha⁻¹ e maiores do que 200.000 plantas ha⁻¹ causam diminuição da produtividade de grãos. Com densidade abaixo de 100.000 plantas ha⁻¹, apesar de serem produzidas vagens maiores e grãos de melhor qualidade, a produtividade de grãos diminui, devido ao baixo número de plantas por hectare. Já em densidades acima de 200.000 plantas ha⁻¹, além de se aumentar a necessidade de sementes, há predomínio de produção da parte vegetativa, com diminuição do tamanho das vagens e do número de grãos por vagem, culminando também na redução da produtividade.

A necessidade de sementes para o plantio do feijão-caupi varia em função de fatores como: a) espaçamento entre fileiras; b) densidade de plantio; c) tamanho das sementes; e, d) poder germinativo. Considerando-se esses fatores, a necessidade normalmente varia de 20 a 80 kg ha⁻¹ de sementes miúdas e graúdas, respectivamente, com um poder germinativo de aproximadamente 90%.

É recomendável sempre que seja feito um teste do poder germinativo das sementes, antes do plantio. Caso não seja possível, os cálculos da necessidade de sementes para plantio devem ser feitos com base em um poder germinativo de 80%.

Esses cuidados com espaçamento e densidade de plantio raramente são considerados pelos pequenos produtores, em todos os Estados, o que ocasiona baixas produtividades em seus plantios.

A mistura varietal e o uso de cultivares não indicadas para as regiões também são práticas predominantes na maioria dos Estados. Assim sendo, as variedades plantadas não têm um padrão definido, sendo utilizados materiais com grãos de coloração variando do preto ao branco e de diversos tamanhos.

O sistema de cultivo do feijão-caupi na Amazônia varia desde os sistemas mais rústicos, como o de derruba e queima, cultivo em "roças de toco", sistema "abafado" ou, ainda, nas margens e leitos de rios, após

as vazantes, até processos totalmente mecanizados, com uso das tecnologias mais modernas. Em todos os Estados, entretanto, há o predomínio dos sistemas de cultivo de subsistência, realizado por agricultores familiares com baixo aporte tecnológico.

Os solos da região utilizados para o cultivo do feijão-caupi, na sua grande maioria, são de baixa fertilidade e os agricultores que não dispõem de recursos para a compra e uso de insumos, como calcário e fertilizantes, lançam mão dos recursos que a natureza oferece: as cinzas das queimadas da vegetação, as áreas fertilizadas pelas inundações das margens dos rios de águas barrentas e até seus leitos secos. Desta forma, esses pequenos produtores conseguem produzir grãos suficientes para o sustento da família e, em alguns casos, geram algum excedente para comercialização.

As áreas de cultivo variam de frações de um hectare até milhares de hectares, com produtividades variando de menos de 500 kg ha⁻¹ até aproximadamente 2.000 kg ha⁻¹, dependendo do nível tecnológico utilizado, o que reflete o potencial da cultura do feijão-caupi na região.

Na maioria dos Estados, os plantios são feitos solteiros ou em rotação com culturas como o milho e mandioca. Há relatos, inclusive, de que as áreas utilizadas para plantios de feijão-caupi não são preparadas para essa cultura e, sim, para o cultivo da mandioca, com o feijão-caupi sendo plantado após sua colheita, não como um tipo de rotação, mas com o único propósito de utilizar a área já desmatada.

Os plantios consorciados, entretanto, devido às inúmeras vantagens que oferecem, são utilizados com bastante frequência, envolvendo, principalmente, as culturas de mandioca e milho com o feijão-caupi. O uso de consórcios envolvendo o feijão-caupi se destaca no Estado do Pará, onde a adoção do Sistema Bragantino vem aumentando a cada ano. São inúmeras as vantagens desse Sistema quando comparado ao sistema tradicional de derruba-e-queima, especialmente no que se refere à possibilidade de uso de áreas degradadas e/ou improdutivas; à possibilidade de cultivo de até três

culturas por ano, na mesma área, em vez de uma no sistema tradicional; ao aumento da produtividade das culturas e da renda dos produtores; e à preservação ambiental.

O cultivo do feijão-caupi em larga escala já é uma realidade, especialmente nos Estados do Pará e Mato Grosso, facilitado pelo domínio de diversas tecnologias, tais como: a) correção da fertilidade do solo; b) controle de plantas daninhas; e, c) plantio e colheita semimecanizada e, mais recentemente, totalmente mecanizada. A colheita semimecanizada já possibilitou a expansão da área de cultivo, que era prejudicada pela carência de mão-de-obra na região no período de colheita do feijão-caupi.

A colheita totalmente mecanizada vem se tornando possível na medida em que são disponibilizadas cultivares com características favoráveis a esse processo de colheita.

O sistema de plantio direto do feijão-caupi pode ser visto como uma alternativa das mais vantajosas e vem se expandindo, principalmente, nos Estados do Pará, Maranhão e Mato Grosso, com aumento de produtividade de grãos e diminuição dos custos de produção, contribuindo para a diminuição dos impactos negativos da mecanização agrícola. Entretanto, esse sistema ainda não dispõe de resultados de pesquisa na região, devendo ser considerado como prioridade de pesquisa, para o aprimoramento dos conhecimentos, considerando-se que as características dos solos, da cultura e do ambiente amazônico diferem bastante das condições onde esse sistema é largamente empregado no Brasil.

O sistema, neste trabalho denominado de "safrinha", é uma alternativa que vem sendo utilizada especialmente no Mato Grosso para produção de feijão-caupi, em substituição à cultura do milho, dadas as características de ciclo curto desta cultura, podendo produzir bem no final do período chuvoso daquele Estado. Os resultados obtidos pelos produtores são extremamente vantajosos em relação aos das áreas

tradicionais de produção, como as do Pará, pela alta produtividade obtida e, principalmente, pelos baixos custos de produção.

As pesquisas com o feijão-caupi vêm sendo realizadas em todos os Estados da região amazônica com resultados bastante promissores, o que permite afirmar que o sistema de cultivo dessa cultura na região com uso de tecnologias modernas deverá prevalecer sobre os demais sistemas de cultivo, como vem ocorrendo no Estado do Pará, especialmente no chamado “pólo produtor de feijão-caupi”, como também no Mato Grosso e no Maranhão.

4 - AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Silas Mochiutti, Chefe Geral da Embrapa Amapá, pelo empenho no fornecimento de informações sobre o feijão-caupi no Estado e ao Dr. Edyr Marinho Batista, pesquisador da Embrapa Amapá, pelo esforço ao resgatar e ordenar as informações existentes no acervo da Unidade, o que deu base para as contribuições do Estado para compor este capítulo.

Ao Engenheiro Agrônomo Osmar Boschilia, ao Assistente de Produção Leonardo Tomazetti e ao Gerente Comercial Gilvan Borges dos Santos, das Sementes Tomazetti, pelas informações detalhadas sobre o sistema de cultivo “safrinha” praticado no estado do Mato Grosso.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J.; SILVA, L.C.; BARROS, M. M. Competição de cultivares de feijão-caupi em área de cerrado no município de Boa Vista, Roraima. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. CD-ROM.

ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J.; NASCIMENTO, J. F.; LIMA, A.

C. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, L.C.; BARBOSA, R. N. T.; TEROSSI FILHO, C. A.; BARROS, M. M.; RODRIGUES, G. S. Programa de melhoramento do feijão-caupi da UFRR. CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 15-21. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

ARAÚJO, N. P. **Avaliação agroecômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca de mesa no cerrado de Roraima.** 2008. 25 p. Monografia (Especialização em Agroecologia) - Universidade Federal de Roraima.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. **Recomendações Técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 52 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 25).

CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; LIMA, M. G. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 211-228.

CAVALCANTE, E. S.; PINHEIRO, I. de N. **Exploração de caupi em área de várzea do Amapá: informações técnicas.** Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 3 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 45).

CAVALCANTE, E. S.; PINHEIRO, I. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Estado do Amapá.** Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 20 p. (Embrapa Amapá. Circular técnica, 6).

CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B.D.L. **Sistema Bragantino: Agricultura sustentável para a Amazônia.** Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

CRAVO, M. S.; DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J. F.; MARTINS, G.C. **Uso agrícola atual e potencial das várzeas do Estado do Amazonas.**

In: WORKSHOP SOBRE AS POTENCIALIDADES DE USO DO ECOSISTEMA DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa CCAA, 1996. p. 69-83.

CRAVO, M. S.; GALVÃO, E. U. P.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Sistema Bragantino: alternativa inovadora para produção de alimentos em áreas degradadas na Amazônia. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém: PA, v. 4, n. 7, 2008.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Atributos físico-químicos e limitações dos solos de áreas produtoras de Feijão-caupi no nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Resumos Expandidos...** Recife, 2005. CD-ROM.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 607-616, 1997.

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Sistema de Produção Bragantino In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. (Embrapa Roraima. Documentos, 4)

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

DIAS, M. C. **BR-8 Caldeirão, nova cultivar de feijão-caupi para o Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1986. 3 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 45).

EMBRAPA ACRE. **Cultura do caupi no Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1987. Folder.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Prefácio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-Caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 28-92.

GONÇALVES, J. R. P.; FONTES, J. R. A. Cultivo sustentável de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em ecossistema de várzea amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 17., Rio de Janeiro, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa, 2008.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática de dados. **Banco de dados Produção Agrícola – Feijão**. 2008.

IRION, G. Quaternary sediments of the upper Amazon lowland of Brazil. **Biogeographica**, The Hague, v.7, p. 163-167, 1976.

JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: HIGMAM, D.; HEJNY, S.; SYKYJOVA, D. (ed.). **Wetlands in the Amazon floodplain**. **Hidrobiologia**, Bacurest, v. 263, p. 155-162, 1993.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. da. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia brasileira: características e possibilidades agropecuárias**. 2.ed. Belém: FCAP, 2001. 341 p.

LIMA, V. C. **Projeto Solo na Escola. Solos da Amazônia: Mitos e Equívocos**. Boa Vista: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Disponível em: <<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/texto4.html>>. Acesso em: 12 mai. 2009.

MARINHO, J. T. S.; PEREIRA, R. C. A.; COSTA, J.G. da. **Caracterização de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em plantios no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 13 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 31).

MATTOS, P. L. P. de. Consorciação, In: FARIAS, A. R. N.; ALVES, A. A. C.; SOUZA, A. da S.; FUKUDA, C.; GOMES, J. de C.; SOUZA, J. da S.; CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA, L. D.; DINIZ, M. de S.; ALMEIDA, P. A. de; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. **Instruções práticas para o cultivo**

da mandioca. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1993. p. 30-38. (Embrapa CNPMPF. Circular Técnico, 19).

NOGUEIRA, O. L. **Cultura do feijão caupi no Estado do Amazonas.** Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1981. 21 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Circular Técnica, 4).

NOGUEIRA, O. L. "**Manaus**": nova cultivar de feijão caupi para o Amazonas. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1981.3 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Comunicado Técnico, 26).

OLIVEIRA, I. P.; CARVALHO, A. M. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmido e semi-árido do Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil.** Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 63-96.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L.; MEDEIROS, D. R.; MOREIRA, B. A. M. A cultura do Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Estado de Roraima. **Embrapa Informa**, Boa vista, v. 6, n. 1, 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. de; MEDEIROS, R. D. de; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Feijão caupi Amapá:** recomendação para Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 4 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 09).

PINHO, J. L. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; GONÇALVES, J. Aspectos fisiológicos. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi:** avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 191 – 210.

PRANCE, G.T. A terminologia dos tipos de florestas Amazônica sujeitas a inundação. **Acta Amazônica**, v.10, n.3, p. 499-504, 1980.

SALATI, E.; MARQUES, J. Climatology of the Amazon region. In: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon:** Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Netherlands: W. Junk N. V., 1984. 763 p.

SIOLI, H. Solos, tipos de vegetação e água na Amazônia. **Boletim Geográfico**, v. 79, p. 147-153, 1964.

VILARINHO, A. V.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q. **Recomendação do Cultivar de Feijão-caupi BRS Guariba para Cultivo em Roraima.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2006. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 12).

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; VILARINHO, L. B. O. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de porte prostrado em Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005, Gramado. **Anais...** Pelotas: Embrapa Trigo, 2005a. CD-ROM.

VILARINHO, A. A.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; VILARINHO, L. B. O. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de porte ereto em Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005, Gramado. **Anais...** Pelotas: Embrapa Trigo, 2005b. CD-ROM.

2003.117
ad 12327

CAPÍTULO 3

MELHORAMENTO

Aloisio Alcantara Vilarinho

Altevir de Matos Lopes

Francisco Rodrigues Freire Filho

José Ricardo Pupo Gonçalves

José Maria Arcanjo Alves

José Tadeu de Souza Marinho

José Roberto Vieira Júnior

Emanuel da Silva Cavalcante

1 - INTRODUÇÃO

Em comparação a outras culturas, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem seu potencial genético ainda pouco explorado. O desenvolvimento de cultivares mais produtivas, com resistência a pragas e doenças que ocorrem na cultura já permitiu obter, em condições experimentais, produtividades de grãos acima de 3.000 kg ha⁻¹, porém, a expectativa é que o potencial genético da cultura ultrapasse os 6.000 kg ha⁻¹ (BEZERRA, 1997; FREIRE FILHO et al., 2005d).

Para se chegar a esse nível de produtividade muito ainda tem que ser feito, tanto na área de melhoramento genético quanto na melhoria das condições de cultivo do feijão-caupi, uma vez que a maior parte dos produtores não faz uso das tecnologias disponíveis para a cultura. Além disso, uma fração significativa da área cultivada com feijão-caupi no Brasil tem problemas de déficit hídrico durante o desenvolvimento da cultura e/ou deficiência nutricional, demandando da pesquisa cultivares cada vez mais tolerantes aos estresses bióticos e abióticos para proporcionar melhores produtividades nessas condições adversas.

Neste capítulo será apresentado um histórico das atividades de pesquisa na área de melhoramento genético do feijão-caupi desenvolvidas pela Embrapa (e institutos de pesquisa que a precederam) e pela Universidade Federal de Roraima. Também será abordado um histórico sobre cultivares de feijão-caupi desenvolvidas e as recomendadas para cultivo na Amazônia.

2 - MELHORAMENTO GENÉTICO

Um dos primeiros trabalhos envolvendo o melhoramento genético do feijão-caupi na Amazônia se iniciou em 1958, no Instituto Agrônomico do Norte (IAN), que, em 1962, se transformou no Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (IPEAN), sediado em Belém, Pará.

No início, o programa constava basicamente de introdução de variedades, sendo o primeiro experimento conduzido em 1961, com a finalidade de avaliar, identificar e selecionar as melhores variedades de feijão-caupi de porte ereto. Em Belém, Ponte (1962), em ensaio de avaliação de 16 cultivares de feijão-caupi de porte ereto, incluindo Manteiguinha, Quarenta Dias Pretinho, Cinzento, Malhado Vermelho, Boca Preta e Garoto, detectou a existência de variabilidade genotípica entre as cultivares avaliadas. Em 1967 foi iniciado pelo IPEAN um programa de melhoramento genético da variedade Quarenta Dias Vermelho e, em 1969, após seleção dentro dessa variedade, foi selecionada a cultivar IPEAN V-69, ainda plantada em algumas regiões da Amazônia.

A atuação do IPEAN, além do Estado do Pará, estendia-se pelos Estados do Amazonas e do Acre e pelos Territórios do Amapá e de Roraima, tendo, no período de 1967 a 1970, conduzido uma série de ensaios nessas unidades da federação (GUZZELLI, 1988). Vieira et al. (1972) relatam que, em 1969, foi criado o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental - IPEAAOc, que também se integrou às pesquisas com feijão-caupi e contribuiu com o IPEAN para expandir as pesquisas com essa cultura para a Amazônia Ocidental.

Com a criação da Embrapa em 1975, o IPEAN passou, em 1976, a denominar-se Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU) e, posteriormente, Embrapa Amazônia Oriental.

No Estado do Amazonas, os primeiros relatos com pesquisas de feijão-caupi ocorreram em 1976, em ensaios realizados pela Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus (UEPAE de Manaus)/Embrapa, que realizou as primeiras avaliações de cultivares, bem como desenvolveu os primeiros experimentos de épocas de semeadura, espaçamento e consórcios com outras culturas, como o milho e a juta. Naquele momento buscavam-se genótipos com menor ciclo vegetativo, de porte ereto, maturação uniforme, com maior valor comercial e adaptabilidade tanto para áreas de várzea quanto para terra firme. Como resultado desses trabalhos surgiu a recomendação da primeira cultivar de feijão-caupi para o Estado do Amazonas, a IPEAN V-69 (NOGUEIRA; MARTINS, 1980).

No Acre, os trabalhos com melhoramento genético do feijão-caupi se iniciaram na década de 70 e constaram, até 1981, de introdução e avaliação de genótipos e populações segregantes.

Em 1977, o melhoramento de feijão-caupi na Embrapa, até então conduzido por várias unidades isoladamente, passou a ser coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF), Unidade Descentralizada fundada em 4 de outubro de 1974 e instalada em novembro do mesmo ano, com sede em Goiânia. Inicialmente, tinha a responsabilidade voltada para a pesquisa do arroz, passando, a partir de 1975, a dedicar-se também à cultura do feijão comum e, de 1977 a 1991, foram conduzidas pesquisas com feijão-caupi.

Durante esse período várias cultivares foram desenvolvidas. No Estado do Acre, no início da década de 80, começaram a ser avaliadas cultivares oriundas do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão e, em 1984, foram lançadas as cultivares BR 4 Rio Branco e BR 5 Cana Verde (EMBRAPA, 1987). A partir daí não foram mais desenvolvidos trabalhos com melhoramento do feijão-caupi pela Embrapa no Estado do Acre.

No Estado do Amazonas, os trabalhos coordenados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão começaram em 1979 e consistiam, inicialmente, em ensaios com 15 genótipos de porte semiereto provenientes do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), da Nigéria. Os genótipos do IITA foram avaliados em terra firme e várzea com o objetivo de identificar cultivares de larga adaptação e alta produção para programas de cruzamento, além de avaliar a importância da interação genótipos x ambientes e determinar a produtividade sob variadas condições de cultivo e ambientes.

Em 1980, as pesquisas com feijão-caupi se intensificaram na Embrapa Amazônia Ocidental e diversos ensaios foram instalados, visando avaliar genótipos de diferentes localidades nos ecossistemas de várzea e terra firme. Consistiram basicamente em ensaios preliminares e avançados em rede nacional, ensaios regionais e ensaios com genótipos de tegumento branco, que foram conduzidos até 1986. Esses ensaios permitiram o lançamento das cultivares Manaus e BR 8 Caldeirão, em 1981 e 1986, respectivamente, pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Após a recomendação da cultivar BR 8 Caldeirão, em 1986, poucas pesquisas com feijão-caupi foram realizadas na Embrapa Amazônia Ocidental e não há relatos de ensaios realizados dessa época até 2006, quando foram reiniciados os trabalhos de melhoramento nessa Unidade da Embrapa.

No Estado do Pará, no período de 1981 a 1983, foram conduzidos pelo CPATU, em dois diferentes locais, doze ensaios envolvendo cultivares enramadoras e não enramadoras, constituídos cada ensaio de 20 cultivares oriundas de diversas localidades. Os resultados obtidos possibilitaram, em 1984, a recomendação das cultivares BR 2 Bragança, que corresponde ao acesso V-48 CR, procedente do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA, Costa Rica e BR 3 Tracueteua, selecionada da cultivar local denominada Quebra Cadeira.

A partir de 1984, as pesquisas com essa cultura foram paralisadas no Pará, sendo reiniciadas somente em 2002, em uma parceria envolvendo a Embrapa Meio-Norte, a Embrapa Amazônia Oriental e a iniciativa privada, representada por empresas produtoras de sementes de feijão-caupi localizadas no nordeste do Estado.

No Amapá, os trabalhos com feijão-caupi tiveram início no ano de 1980, com a criação do Núcleo de Pesquisa do Amapá, posteriormente, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial (UEPAT do Amapá), depois Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) e, finalmente, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá (CPAF-AP). Os trabalhos iniciais faziam parte do Programa Nacional de Pesquisa de feijão - PNP Feijão, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF).

As pesquisas com feijão-caupi abrangeram, inicialmente, três ambientes: área de mata de terra firme, campos de cerrados e áreas de várzeas. Durante os anos de 1980 a 1984 foram avaliados inúmeros genótipos, sendo que muitos deles mostraram grande potencial de produção nas condições locais e boa tolerância a pragas e doenças.

No período de 1982 a 1984, a linhagem CNC 0434 participou de sete ensaios no Amapá, sendo indicada para plantio nos ecossistemas de mata e cerrado do Estado (CAVALCANTE; ATROCH, 1995). Vale mencionar que essa cultivar também foi recomendada para cultivo no Estado do Maranhão (EMBRAPA, 1986), haja vista que os ensaios eram realizados em rede e envolviam a UEPAT de Macapá, a Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária e o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF). A cultivar CNC 0434 é originária de seleção feita na geração F_2 da população 7732-2, introduzida do International Institute of Tropical Agriculture, da Nigéria, em 1978 (RIOS et al., 1982).

Nas Unidades da Embrapa localizadas nos Estados de Roraima e Rondônia, embora não tenha ocorrido o lançamento de cultivares nesse período, também foram conduzidos trabalhos de melhoramento genético do feijão-caupi em conjunto com o Centro Nacional de

Pesquisa de Arroz e Feijão (COUTO et al., 1982; CORDEIRO; ALVES, 1983; EL-HUSNY, 1989).

As pesquisas com feijão-caupi na Região Norte foram ampliadas com a transferência, em 1991, da coordenação do Programa de Melhoramento de Feijão-caupi do CNPAF para a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina (UEPAE de Teresina), a qual, em 1993, por meio da fusão com o Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada, passou a chamar-se Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte - CPAMN ou Embrapa Meio-Norte. As pesquisas sobre feijão-caupi ficaram sob a liderança dessa Unidade da Embrapa, em parceria com outras Unidades Descentralizadas da Empresa e com todas as instituições participantes do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, interessadas na cultura do feijão-caupi.

Atualmente, os Estados da região amazônica que participam dessa rede são Roraima (Embrapa Roraima), Rondônia (Embrapa Rondônia), Amapá (Embrapa Amapá), Amazonas (Embrapa Amazônia Ocidental), Pará (Embrapa Amazônia Oriental), Tocantins (Embrapa Cerrados), Mato Grosso do Sul (Embrapa Agropecuária Oeste) e Maranhão (Embrapa Meio-Norte). Nessa rede de pesquisa em melhoramento, a cada dois ou três anos um novo conjunto de, aproximadamente, 20 linhagens de porte ereto ou semi-ereto e 20 linhagens de porte prostrado ou semi-prostrado, oriundas de cruzamentos ou introduções realizados pela Embrapa Meio-Norte e selecionadas em ensaios de avaliação preliminares são avaliadas. Após dois ou três anos de avaliação em vários ambientes, em cada Estado, os dados são analisados e, uma vez identificados os materiais superiores, entre eles são selecionados os mais promissores para lançamento. Esses materiais são registrados no Registro Nacional de Cultivares - RNC, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA e, após a elaboração de um plano de marketing e produzida uma quantidade adequada de semente genética, os mesmos são lançados comercialmente como novas cultivares.

Segundo Freire Filho et al. (2008a), entre 1988 e 2007, foram lançadas 31 novas cultivares portadoras de resistência a vírus, alta qualidade de grãos e adaptadas a diferentes ecossistemas das Regiões Norte (6 cultivares), Nordeste (24) e Sudeste (1). As cultivares desenvolvidas para a Região Norte nesse período foram: Amapá (CAVALCANTE et al., 1999); BRS Mazagão (CAVALCANTE et al., 2000); BRS Milênio (FREIRE FILHO et al., 2005c), BRS Urubuquara (FREIRE FILHO et al., 2005b), BR 3 Tracuateua Purificada (FREIRE FILHO et al., 2005a) e BRS Novaera (FREIRE FILHO et al., 2007).

Em 2008 foram registradas as cultivares BRS Cauamé e BRS Tumucumaque, as quais, atualmente, encontram-se em fase de lançamento comercial.

Na região amazônica, além das Unidades da Embrapa, os trabalhos de melhoramento são também realizados por universidades e outras instituições de pesquisa. No Estado de Roraima, a Universidade Federal de Roraima (UFRR) iniciou os trabalhos com feijão-caupi em 1998. Atualmente, estão sendo consolidadas várias linhas de pesquisa, visando à identificação de genótipos promissores e à obtenção de cultivares melhoradas para serem cultivadas em monocultivo e em consórcio, principalmente, com a cultura da mandioca, nas condições edafoclimáticas do cerrado de Roraima; resistência de genótipos de feijão-caupi à antracnose, *Colletotrichum lindemuthianum*, e ao manhoso, *Chalcoedermus bimaculatus*; resposta de genótipos de feijão-caupi a adubação e a obtenção de cultivares para a produção de grão verde.

Alguns genótipos estão sendo estudados no curso de agronomia da Universidade Federal de Roraima, dentre eles o Pretinho Precoce 1 e o UFRR Grão Verde. O Pretinho Precoce 1 apresenta sementes com tegumento de cor preta, alta precocidade e pedúnculo floral longo com as vagens acima da folhagem. Originou-se de segregações ocorridas dentro da linhagem IT 85D-3428-4, quando cultivada no cerrado de Roraima. O UFRR Grão Verde é destinado à produção de grão verde,

apresenta alta produtividade, excelente qualidade, facilidade de debulha manual da vagem verde, alta precocidade e porte ereto. Corresponde à linhagem IT 86D-719, introduzida do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), da Nigéria, que teve boa adaptação às condições no cerrado de Roraima (ALVES et al., 2001, 2006).

2.1 - CULTIVARES DESENVOLVIDAS PARA A REGIÃO AMAZÔNICA

Desde a década de 1950, quando se iniciaram os primeiros trabalhos de melhoramento genético do feijão-caupi na região, até 2008, foram desenvolvidas 16 cultivares (Tabela 1).

Dentre as cultivares apresentadas na Tabela 1, algumas não estão registradas para produção comercial de sementes, mas ainda assim são cultivadas na região. Outras cultivares, desenvolvidas para diferentes regiões produtoras de feijão-caupi do país, mas posteriormente recomendadas para alguns Estados dessa região, não são apresentadas.

2.1.1 - IPEANV-69

Foi a primeira cultivar desenvolvida pelos trabalhos de melhoramento do feijão-caupi na Região Norte. Foi obtida por meio da seleção de plantas individuais com teste de progênie, tendo como população base a cultivar local Quarenta Dias Vermelho. Considerando que essa cultivar era a mais difundida nas zonas produtoras do Pará na década de 60, o Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte - IPEAN iniciou, em 1967, um trabalho de seleção, objetivando melhorar a homogeneidade da maturidade das vagens e da planta, aumentar a produtividade e obter uma planta com um porte mais ereto.

Assim, com sementes provenientes dos locais de produção da cultivar Quarenta Dias Vermelho, foi cultivada uma área para seleção de plantas individuais tendo sido, após as avaliações, selecionadas 24 plantas, originando, após purificadas, 24 linhagens, que foram comparadas com a cultivar original. Foi observada diferença significativa entre a média da cultivar (768 kg ha⁻¹) e a média das linhagens (1.338 kg ha⁻¹),

Tabela 1 - Cultivares de feijão-caupi desenvolvidas para a Região Norte do Brasil, ano de lançamento, instituições envolvidas, Estado no qual foram obtidas e número no Registro Nacional de Cultivares.

Cultivar	Ano	Instituição	Estado	Nº no RNC
IPEAN V-69	1969	IPEAN	PA	-
Manaus	1981	Embrapa Amazônia Ocidental	AM	-
BR 2 Bragança	1984	Embrapa Amazônia Oriental	PA	227
BR 3 Tracuateua	1984	Embrapa Amazônia Oriental	PA	181
BR 4 Rio Branco	1984	Embrapa Acre	AC	-
BR 5 Cana Verde	1984	Embrapa Acre	AC	-
BR 8 Caldeirão	1986	Embrapa Amazônia Ocidental	AM	-
Amapá	1999	Embrapa Amapá	AP	4387
BRS Mazagão	2000	Embrapa Amapá	AP	10224
BRS Urubuquara	2005	Embrapa Amazônia Oriental	PA	19785
BRS Milênio	2005	Embrapa Amazônia Oriental	PA	19786
BRS Novaera	2007	Embrapas Meio-Norte, Amazônia Oriental, Roraima, Amapá, Amazônia Ocidental e Rondônia	PI, PA, RR, AP, AM, RO	22156
BRS Cauamé	2008	Embrapas Meio-Norte, Amazônia Oriental, Roraima, Amapá, Amazônia Ocidental e Rondônia	PI, PA, RR, AP, AM, RO	22890
BRS Tumucumaque	2008	Embrapas Meio-Norte, Amazônia Oriental, Roraima, Amapá, Amazônia Ocidental e Rondônia	PI, PA, RR, AP, AM, RO	22891
BRS Xiquexique	2008	Embrapas Meio-Norte, Amazônia Oriental, Roraima, Amapá, Amazônia Ocidental e Rondônia	RR, AM, PA, AP, PE, AL, SE, BA, MT, MS	22997
BRS Potengi	2008	Embrapas Meio-Norte, Rondônia, Roraima, Amazônia Ocidental e Rondônia	RR, RO, AM, MA, PI, RN, PE, MT, MS	22966

com diferencial de seleção de 570 kg ha⁻¹, porém, não houve diferença estatística entre as médias das linhagens entre si, de forma que estas foram agrupadas proporcionalmente para originar uma variedade multilinha com potencial de produção 74% superior ao da população original. Essa cultivar multilinha apresentou os atributos desejados de maior homogeneidade na maturidade e no porte da planta, compatíveis

com o que estava sendo buscado e foi lançada em 1969, recebendo a denominação de IPEAN V-69 (PONTE; LIBONATI, 1969). Guazzelli (1980), em um levantamento dos materiais mais cultivados nos Estados das Regiões Norte e Nordeste, constatou o uso de cultivares melhoradas apenas em três Estados: no Ceará, cultivares Seridó e Pitiúba; no Pará, IPEAN-V-69; e no Maranhão, IPEAN-V-69. Segundo Popinigis (1983), a cultivar IPEAN-V-69 se disseminou para vários Estados da Região Norte e para o Estado do Maranhão, de modo que até 1981 era uma das principais cultivares multiplicadas pelo Serviço de Produção de Semente Básica da Embrapa. Vale ressaltar que ainda hoje, 40 anos após o lançamento, ela é cultivada em algumas regiões da Amazônia.

2.1.2 - MANAUS

Na Embrapa Amazônia Ocidental, em 1981, foram conduzidos ensaios para avaliação de 10 cultivares de porte ereto em condições de várzea e terra firme. Dentre os genótipos avaliados sobressaiu, tanto em várzea quanto em terra firme, o genótipo CNC 05 11, que corresponde à linhagem 4r-0267-01F, introduzida do IITA, a qual foi recomendada para o Estado do Amazonas com o nome de Manaus (NOGUEIRA, 1981). O principal diferencial apresentado por essa cultivar é a maturação uniforme.

2.1.3 - BR 8 CALDEIRÃO

Em 1985 foram desenvolvidos na Embrapa Amazônia Ocidental vários ensaios regionais, no qual se destacou, em condições de terra firme, a linhagem TVx 4678-01D. Nos ensaios estaduais, realizados nesse mesmo ano, novamente a linhagem TVx 4678-01D destacou-se, comprovando a superioridade verificada nos primeiros ensaios. Desta vez, no entanto, mostrou alta adaptabilidade tanto em várzea quanto em terra firme, apresentando superioridade em todos os ambientes avaliados. Em 1986, diante desses resultados, foi lançada comercialmente com o nome de BR 8 Caldeirão. Essa cultivar apresenta hábito de crescimento indeterminado, de porte semi-ereto, apresenta

produtividade média de 940 kg ha⁻¹ e é indicada tanto para várzea quanto terra firme (DIAS, 1986; EMBRAPA, 1986).

2.1.4 - BR 4 RIO BRANCO E BR 5 CANA VERDE

Lançadas em 1984, foram obtidas por meio da parceria entre a Embrapa Arroz e Feijão e a Embrapa Acre. Foram testadas e recomendadas para áreas de várzea e de terra firme.

A cultivar BR 4 Rio Branco corresponde à linhagem CNCx 10-4D, obtida do cruzamento entre as cultivares Seridó x TVu, possui hábito de crescimento indeterminado, ciclo de 74 a 82 dias, vagens quando maduras de coloração amarelo-palha, grãos de cor bege-claro (mulato), 15 sementes por vagem e peso de 15 gramas por 100 sementes.

A cultivar BR 5 Cana Verde corresponde à linhagem CNCx 15-7D obtida do cruzamento entre as cultivares Pitiúba x Sempre Verde. Possui porte intermediário, ciclo de 76 dias, vagens quando maduras de coloração amarelo-palha, grãos de cor bege-claro (mulatinho), 14 sementes por vagem e peso de 14,4 gramas por 100 sementes (EMBRAPA, 1985a, 1986, 1987).

2.1.5 - BR 2 BRAGANÇA E BR 3 TRACUATEUA

No Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU ou Embrapa Amazônia Oriental, no período de 1981 a 1983, foram avaliados 20 genótipos não enramadores, sendo oito provenientes do IPEAN: IPEAN V-69, Quarenta Dias Vagem Roxa, Aristol 3, Garoto, Malhado Preto, Pretinho, Quarenta Dias Branco e Manaus; e doze provenientes do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA): Costa Rica: V-48 CR, V-28 CR, Top Set, Princess Ann, Texas Purple Hull, V-2 CR Vagem Vermelha, V-2 CR Vagem Branca, V-3 CR Vagem Branca, V-3 CR, V-38 Lot 7417, V-3 Vagem Roxa e V-5 PE. Além desses, foram avaliados mais 20 genótipos de porte enramador, sendo dois provenientes do IPEAN: Aristol 2 e Manteiguinha; nove da Empresa Pernambucana de Pesquisa

Agropecuária (IPA): Jaguaribe, Paraíba, Seridó, Pitiúba, V-48 PE, Sempre Verde, Bitu V-10, Quatro Lagoas e Quebra Cadeira; e nove do IICA: Climax CR, Chiapas 277, Rubi V-11, Producer P-49, Potomac, Snap Pea, Floricream, Guerrero 105 e Black Eyed Pea.

As avaliações foram conduzidas nos campos experimentais de Capitão Poço e de Tracuateua, situados no nordeste paraense, pertencentes ao grupo climático Ami, com temperatura média de 24,9°C e solos do tipo Latossolo Amarelo, texturas média e leve, respectivamente (SILVA et al., 1986).

Dentre os materiais não enramadores, houve diferença significativa entre os genótipos avaliados em relação à variável rendimento de grãos secos. A média geral de todos os ensaios foi de 1.200 kg ha⁻¹, destacando-se Pretinho (1.464 kg ha⁻¹), V-48 CR (1.410 kg ha⁻¹), V-2 CR Vagem Vermelha (1.317 kg ha⁻¹), V-5 PE (1.314 kg ha⁻¹), Quarenta Dias Branco (1.300 kg ha⁻¹), Quarenta Dias Vagem Roxa (1.298 kg ha⁻¹) e IPEAN-V-69 (1.273 kg ha⁻¹). Os resultados obtidos possibilitaram o lançamento, em 1984, da linhagem V-48 CR, com a denominação de cultivar BR 2 Bragança, que possui ciclo de 65 dias e tegumento de coloração creme (EMBRAPA, 1985b)

Dentre os materiais enramadores, observaram-se diferenças significativas entre os genótipos, para número médio de vagens por planta, peso médio de 100 sementes e para produção de grãos. A produtividade média das cultivares, em todos os ensaios, foi de 1.186 kg ha⁻¹. As maiores produtividades foram observadas nas cultivares Guerrero 105 (1.386 kg ha⁻¹), Pitiúba (1.338 kg ha⁻¹) e Quebra Cadeira (1.307 kg ha⁻¹), apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre elas. Os resultados obtidos possibilitaram o lançamento, em 1984, da cultivar Quebra Cadeira, com a denominação de BR 3 Tracuateua, sendo até hoje uma das cultivares mais plantadas no Estado do Pará. O ciclo da cultivar BR 3 Tracuateua é de 70 dias e o tegumento é de coloração branca (EMBRAPA, 1985b).

As cultivares BR 2 Bragança e BR 3 Tracuateua estão registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA) sob o número 00227 e 00181, respectivamente, sendo a BR 3 Tracuateua também recomendada para plantio no Estado de Roraima (EL-HUSNY et al., 1995).

2.1.6 - AMAPÁ

Lançada em 1999, a cultivar de feijão-caupi Amapá é fruto do trabalho conjunto entre a Embrapa Amapá e a Embrapa Meio-Norte (localizada no Estado do Piauí), em projeto liderado pela Embrapa Meio-Norte. A cultivar de feijão-caupi Amapá foi avaliada durante três anos sob a denominação de linhagem TE 87-108-6G. Após vários testes em campo experimental e em área de produtor, obteve boas produtividades e apresentou outras características agrônômicas desejáveis que levaram a Embrapa Amapá a recomendar o seu plantio para o Estado (CAVALCANTE et al., 1999).

A linhagem TE 87-108-6G foi obtida a partir do cruzamento, realizado na Embrapa Meio-Norte, entre a cultivar Snop Pea 46 e a linhagem CNCx 187-22D-1. Esta última, por sua vez, foi obtida do cruzamento entre a linhagem CNCx 19-5E e a variedade Macaibo. A linhagem CNCx 19-5E originou-se do cruzamento entre as variedades Pitiúba e Mississipe Silver (CAVALCANTE et al., 1999).

A cultivar Amapá está registrada no RNC sob o número 04387 e, atualmente, além do Estado do Amapá é também recomendada para plantio no Estado de Roraima (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2002a).

2.1.7 - BRS MAZAGÃO

Lançada em 2000, como resultado de trabalho conjunto entre Embrapa Amapá e Meio-Norte, a cultivar BRS Mazagão corresponde à linhagem IT87D-1627. Essa linhagem foi introduzida do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), sediado em Ibadan, Nigéria, em 1990, tendo sido registrada na coleção de germoplasma de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte com o código TE-1307. No Estado do

Amapá, foi avaliada durante um período de quatro anos, no campo experimental da Embrapa Amapá, localizado no Município de Mazagão, tendo apresentado produtividade média de 1.198 kg ha⁻¹. Testada em duas unidades de observação e uma unidade demonstrativa, as produtividades médias obtidas foram de 1.271 kg ha⁻¹ e 1.041 kg ha⁻¹, respectivamente (CAVALCANTE, 2000).

Está registrada no RNC sob o número 10224 e, além do Estado do Amapá, é também recomendada para plantio no Estado de Roraima (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2002b).

2.1.8 - CULTIVAR BR 3 TRACUATEUA PURIFICADA

Lançada em 1984 pelo CPATU e amplamente difundida no Estado do Pará, a cultivar BR 3 Tracuateua foi muito bem aceita na região Bragantina, onde passou a ser cultivada em larga escala. Ao longo dos anos, porém, acumulou variações no tipo de porte e de folha, cor da flor, forma e tamanho de grãos. A falta de uniformidade passou a dificultar o manejo da lavoura e a comprometer os preços obtidos pelos produtores (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Para recuperar o tipo original da cultivar, foi realizado um trabalho de seleção na cultivar BR3 Tracuateua, utilizando-se o método da seleção de plantas individuais com teste de progênie. Os critérios para seleção foram: qualidade de grão, sanidade, arquitetura e número de vagens por planta. Em setembro de 2000, foram selecionadas 274 plantas individuais, cujas progênies foram avaliadas nos anos de 2000 e 2001. Das 274 progênies, foram selecionadas 24. Dessas, 16 foram avaliadas pelos produtores em unidades de observação e nove foram selecionadas para ensaios no período de 2002 a 2004 (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Entre as progênies que apresentaram características botânicas e agrônômicas semelhantes às da cultivar descrita originalmente sobressaiu a de número 235, selecionada para ser rerepresentada como BR 3 Tracuateua purificada. A cultivar BR 3 Tracuateua purificada foi

avaliada em comparação com a cultivar original, na Região Bragantina, nos municípios paraenses de Tracuateua e Augusto Corrêa, em ecossistema amazônico. Foram realizados cinco ensaios, nos quais a cultivar BR3 Tracuateua purificada apresentou uma média de produtividade de 1.436 kg ha^{-1} , superando a cultivar original em 9%. A cultivar BR 3 Tracuateua purificada tem porte prostrado, mas não forma um grande volume de ramas (FREIRE FILHO et al., 2005a).

2.1.9 - BRS URUBUQUARA E BRS MILÊNIO

As cultivares BRS Urubuquara e BRS Milênio foram obtidas a partir da seleção realizada em população da cultivar BR 3 Tracuateua, em trabalho que tinha como objetivo a purificação dessa cultivar.

Realizou-se uma seleção de plantas individuais, que resultou em 263 progênies, as quais foram avaliadas no Estado do Pará nos municípios de Tracuateua e Augusto Corrêa. Foram realizados sete ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), no período de 2002 a 2004. Dentre essas progênies, após cinco anos de avaliações, sobressaíram as progênies Urubuquara 70 e Urubuquara 113, as quais foram selecionadas para lançamento comercial com os nomes de BRS Urubuquara e BRS Milênio, respectivamente (FREIRE FILHO et al., 2005b, 2005c).

Nos ensaios, a cultivar BRS Urubuquara apresentou uma média de produtividade de 1.278 kg ha^{-1} , superando a cultivar BR3 Tracuateua em 17% (FREIRE FILHO et al., 2005b). Como característica marcante, que a difere da BR 3 Tracuateua, a BRS Urubuquara tem folha globosa e flor branca, com leve pigmentação nas bordas do estandarte e forte pigmentação roxa nas bordas das asas. A BRS Urubuquara é recomendada para cultivo na região Bragantina, no Estado do Pará. É adequada tanto para a agricultura familiar quanto à empresarial e tem grãos que se enquadram na classe branco, subclasse brancão. Os grãos são de tamanho médio para o padrão da região, reniformes, apresentam o tegumento levemente enrugado e anel do hilo marrom (FREIRE FILHO et al., 2005b).

Nos ensaios conduzidos de 2002 a 2004, a cultivar BRS Milênio apresentou média de produtividade de 1.399 kg ha⁻¹, 28% superior à média da cultivar BR 3 Tracueteua original. Como característica marcante, a cultivar BRS Milênio apresenta uma forte pigmentação roxa no cálice e tem vagem roxa. De porte semi-prostrado e inserção das vagens acima do nível da folhagem, geralmente não forma um grande volume de ramas; os grãos são de cor branca, grandes, reniformes, com tegumento levemente enrugado e anel do hilo preto. A cultivar BRS Milênio é recomendada para cultivo na região Bragantina do Estado do Pará e é adequada tanto para a agricultura familiar quanto para a produção empresarial. Apresenta a vagem muito resistente à umidade e preserva bem o grão no campo. Ainda assim, recomenda-se que a colheita seja feita logo após a secagem das vagens, para que se obtenha uma boa qualidade de grão (FREIRE FILHO et al. 2005 b, 2005c).

.As cultivares BRS Milênio e BRS Urubuquara estão registradas no RNC sob os números 19785 e 19786, respectivamente.

2.1.10 - BRS NOVAERA

Lançada em 2007, a cultivar BRS Novaera surgiu de um trabalho realizado em parceria entre Embrapa Meio-Norte, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Roraima, Embrapa Rondônia, Embrapa Amapá, Embrapa Agropecuária Oeste e produtores de sementes de feijão-caupi do nordeste do Pará, além de outras Unidades localizadas na Região Nordeste.

Originou-se do cruzamento entre as linhagens TE97-404-1F e TE97-404-3F, realizado no ano 2000 pela Embrapa Meio-Norte. De 2004 a 2006 foram conduzidos os ensaios de VCU nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, período em que a linhagem MNC00-553D-8-1-2-2 se destacou a ponto de ser selecionada para lançamento comercial com o nome de BRS Novaera (FREIRE FILHO et al., 2007).

O potencial produtivo da cultivar foi avaliado em 41 ensaios nos oito Estados onde é recomendada, em comparação às cultivares Vita-7

e BRS Guariba. Destacou-se nos Estados do Norte, no Maranhão, Rio Grande do Norte e Mato Grosso do Sul. Na Região Norte, as produtividades variaram de 538 kg ha⁻¹ (Rondônia) a 1.839 kg ha⁻¹ (Amazonas). A média ponderada da produtividade dos Estados foi de 1.074 kg ha⁻¹, a qual supera as cultivares testemunhas BRS Guariba em 12% e Vita-7 em 8%.

A cultivar BRS Novaera tem porte semi-ereto e ramos laterais curtos, com folíolo central semi-lanceolado. A inserção das vagens ocorre um pouco acima do nível da folhagem e a coloração das mesmas, na maturidade fisiológica e de colheita, é amarelo-claro, podendo apresentar pigmentação roxa na lateral. Tem grãos de cor branca, grandes, reniformes, com tegumento levemente enrugado e anel do hilo marrom.

A BRS Novaera é adequada tanto para a agricultura familiar quanto para a empresarial. Permite a colheita manual, semimecanizada e totalmente mecanizada, e tem grãos de alto valor comercial. Suas características de porte semi-ereto, alta resistência ao acamamento e uma boa desfolha natural conferem à cultivar um grande potencial para colheita mecânica direta, com uma leve dessecação e, em solos mais arenosos e ambientes mais secos, sem dessecação. Além disso, tem grãos bem formados, no padrão de preferência de uma grande faixa de consumidores no mercado nacional e internacional.

É recomendada para plantio nos Estados do Pará, Roraima, Rondônia, Amazonas e Amapá, na Região Norte, para os Estados do Maranhão e do Rio Grande do Norte, na Região Nordeste, e para o Estado do Mato Grosso do Sul, na Região Centro-Oeste.

A cultivar BRS Novaera está registrada no RNC sob o número 22156 e maiores informações sobre a cultivar podem ser obtidas em Freire Filho et al. (2007).

2.1.11 - BRS CAUAMÉ, BRS TUMUCUMAQUE, BRS XIQUEXIQUE E BRS POTENGI

Registradas em 2008, foram obtidas como resultado da parceria entre Embrapa Meio-Norte, Embrapa Roraima, Embrapa Amapá, Embrapa Rondônia, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Nos ensaios de valor de cultivo e uso conduzidos na Região Norte no período de 2004 a 2006, além da linhagem que originou a cultivar BRS Novaera, destacaram-se também as linhagens MNC99-541F-5, MNC99-537F-4, TE96-290-12G e MNC99542F-5.

A cultivar BRS Cauamé corresponde à linhagem MNC99-541F-5 e foi obtida a partir do cruzamento entre as linhagens TE93-210-13F e TE96-282-22G. Em trabalho conduzido por Nechet et al. (2006), a linhagem MNC99-541F-5 foi identificada como uma das mais resistentes à mela causada por *Rhizoctonia solani* no Estado de Roraima. A média de produtividade desta linhagem em Roraima, obtida em oito ensaios conduzidos no período de 2004 a 2006, foi de 1.264 kg ha⁻¹. Apresentou médias de produtividade de 1.024 kg ha⁻¹ na Região Norte; de 1.060 kg ha⁻¹ e 1.760 kg ha⁻¹, respectivamente em cultivo de sequeiro e irrigado, na Região Nordeste; e de 843 kg ha⁻¹ na região Centro-Oeste. Com base nesses resultados, a linhagem MNC99-541F-5 foi registrada no RNC com o número 22890 e com o nome de BRS Cauamé (BRASIL, 2008).

A BRS Tumucumaque originou-se da linhagem MNC99-537F-4, obtida a partir do cruzamento envolvendo as linhagens TE96-282-22G, que posteriormente foi lançada com o nome de BRS Guariba, e a linhagem IT87D-611-3, procedente do International Institute of Tropical Agriculture - IITA. Possui grãos brancos com peso médio de 18 gramas por cem grãos e teve médias de produtividade de 1.100 kg ha⁻¹ na Região Norte; de 1.095 kg ha⁻¹ e 1.703 kg ha⁻¹, respectivamente em cultivo de sequeiro e irrigado, na Região Nordeste; e de 1.095 kg ha⁻¹ na região Centro-Oeste (Brasil, 2008).

A linhagem TE96-290-12G foi selecionada a partir do cruzamento envolvendo a linhagem TE87-108-6G, posteriormente lançada com o nome de Amapá, e a linhagem TE87-98-8G, posteriormente lançada com o nome de BRS Paraguaçu. Foi registrada no RNC sob o número 22997 com o nome de BRS Xiquexique. Tem grãos brancos, com peso médio de 100 grãos de 16 gramas. Apresentou médias de produtividade de 1.074 kg ha⁻¹, na Região Norte; de 1.300 kg ha⁻¹ e 1.593 kg ha⁻¹, na Região Nordeste, respectivamente nos cultivos de sequeiro e irrigado; e de 679 kg ha⁻¹ na Região Centro-Oeste. Além disso, é rica em ferro e zinco (BRASIL, 2008; FREIRE FILHO et al., 2008b).

A cultivar BRS Potengi foi obtida do cruzamento entre as linhagens TE96-282-22G, que, posteriormente, foi lançada com o nome de BRS Guariba, e a linhagem TE93-210-13F. Foi registrada no RNC sob o número 22996. Apresenta grãos brancos com peso médio de 20 gramas por 100 grãos e teve médias de produtividade de 992 kg ha⁻¹, na Região Norte; de 910 kg ha⁻¹ e 1.766 kg ha⁻¹, respectivamente em cultivo de sequeiro e irrigado na Região Nordeste; e de 1.014 kg ha⁻¹ na Região Centro-Oeste (BRASIL, 2008).

2.2 - CULTIVARES UTILIZADAS NA REGIÃO AMAZÔNICA

Na Tabela 2 são apresentados os materiais utilizados atualmente ou que já foram utilizados para plantio nos Estados da região amazônica. Algumas dessas cultivares não foram desenvolvidas na região, mas foram testadas e, devido ao bom desempenho, foram recomendadas ou passaram a ser plantadas ainda que não recomendadas oficialmente.

Tabela 2 - Cultivares de feijão-caupi utilizadas na região amazônica e Estados nos quais são ou foram utilizadas.

Cultivar	Nº registro no RNC	Data Registro	Estado								
			AC	AM	AP	MA	MT	PA	TO	RO	RR
IPEAN V 69	-	-		X					X		X
Manaus	-	-		X							
CNC 0434	-	-		X							X
BR 2 Bragança	00227	30/9/1998							X		
BR 3 Tracuateua	00181	30/9/1998							X		X
BR 4 Rio Branco	-	-	X								
BR 5 Cana Verde	-	-	X								
BR 8 Caldeirão	-	-		X							
BR 18 Pericumã	-	-				X					
Seridó	-	-									X
Pretinho	-	-							X		
Canapu	-	-							X		
Serrinha	-	-							X		
Patativa	2501	13/7/1999									X
Sempre Verde	5174	16/6/2000							X		
BR 9 Longá	5173	19/6/2000									X
Pitiúba	5177	19/6/2000									X
Vita 7	5171	19/6/2000									X
Amapá	4387	29/2/2000			X						X
BR 1 Poty	5234	20/6/2000									X
BRS Mazagão	10224	25/6/2001			X						X
BRS Guariba	14768	20/2/2003		X			X	X		X	X
BRS Urubuquara	19785	10/3/2005						X			
BRS Milênio	19786	10/3/2005						X			
BRS Novaera	22156	10/9/2007		X	X		X	X		X	X
BRS Cauamé	22890	6/3/2008		X	X			X		X	X
BRS Tumucumaque	22891	6/3/2008			X						X
BRS Xiquexique	22997	11/4/2008		X	X		X	X		X	X
BRS Potengi	22966	11/4/2008			X					X	X

3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pôde ser visto, várias cultivares foram desenvolvidas e/ou recomendadas para a região amazônica, porém, essa é uma região muito ampla, com uma infinidade de ambientes diferenciados e condições de cultivo as mais variadas. Considerando-se essa gama de ambientes e de condições de cultivo, o número de materiais obtidos ainda é pequeno e

muito ainda tem que ser feito, não só no sentido de aumento da produtividade de grãos (obtenção de materiais adaptados), mas também no sentido de se obter genótipos com resistência a doenças e condições adversas de clima e fertilidade do solo, tolerância a pragas e com qualidades culinárias, nutricionais e sensoriais mais adequadas ao hábito alimentar da região, além de outras características agrônômicas que possam contribuir para facilitar o manejo da cultura tanto em várzea quanto em terra firme e também em condições de cerrado. O desafio do melhoramento é obter materiais para cada um desses ambientes ou, alternativamente, obter materiais com ampla adaptabilidade, que possam ser usado em todos esses ambientes.

Uma linha de pesquisa que merece muita atenção é a de estudos sobre a fixação biológica de nitrogênio por meio da associação do feijão-caupi com bactérias do grupo rizóbio presentes no solo. A obtenção de materiais com maior capacidade de fixação biológica de nitrogênio poderá melhorar muito a produtividade da cultura na região amazônica, uma vez que na grande maioria das áreas onde o feijão-caupi é cultivado, os solos são de baixa fertilidade natural.

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; UCHOA, S. C. P.; SILVA, A. J.; SILVA, L. C.; SANTOS, E. G. Componentes de produção de uma linhagem de feijão-caupi precoce consorciada com a mandioca no lavrado de Roraima. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 98-101.

ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J.; SILVA, L. C.; BARROS, M. M. Competição de cultivares de feijão-caupi em área de cerrado no município de Boa Vista, Roraima. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. 6., 2006, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2006.

BEZERRA, A. A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) precoce, de crescimento determinado e porte**

ereto e simi-ereto. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Serviços, Cultivares, Sementes e Mudanças.** Cultivares Registradas - RNC. Espécie: 24 - Feijão-caupi / Feijão-fradinho / Feijão-miúdo / Feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 19 ago. 2008.

CAVALCANTE, E. da S.; ATROCH, A. L. **Cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) recomendadas para o Amapá.** Macapá: Embrapa Amapá, 1995. 3 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 10).

CAVALCANTE, E. da S.; FREIRE FILHO, F. R.; PINHEIRO, I. de N. **Amapá: Nova cultivar de feijão-caupi para o estado do Amapá.** Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 4 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 22).

CAVALCANTE, E. da S. **BRS-Mazagão: Cultivar de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) para o estado do Amapá.** Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 4 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 38).

CORDEIRO, A. C. C.; ALVES, A. A. C. **Competição de cultivares ramadoras de caupi em área de mata em Roraima.** Boa Vista: Embrapa Roraima, 1983. 3 p. (Embrapa Roraima. Pesquisa em Andamento, 02).

COUTO, W. S.; CORDEIRO, A. C. C.; ALVES, A. A. C. **Adução mineral do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em Latossolo de campo cerrado de Roraima.** Boa Vista: Embrapa Roraima, 1982. 3 p. (Embrapa Roraima. Pesquisa em Andamento, 62).

DIAS, M. C. **“BR8-Caldeirão”:** nova cultivar de feijão caupi para o Amazonas. Manaus: Embrapa UEPAE de Manaus, 1986. 3 p. (Embrapa UEPAE de Manaus, Comunicado Técnico, 45).

EL-HUSNY, J.C. **Introdução e avaliação de genótipos de caupi em área de mata em Roraima.** Boa Vista: Embrapa Roraima, 1989. 3 p. (Embrapa Roraima. Pesquisa em Andamento, 07).

EL-HUSNY, J. C.; CORDEIRO, A. C. C.; RIBEIRO, P. H. E.; CARVALHO, W. P. **Cultivares de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) para Roraima.** Boa Vista:

Embrapa Roraima, 1995. 4 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 01).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Cultivares de arroz, feijão caupi lançadas em cooperação com o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão**. Goiânia: CNPAF, 1986. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 15).

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. **Novas cultivares de caupi**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, [1985b]. 1 Folder.

EMBRAPA. **Feijão caupi**: primeiras cultivares melhoradas para o Acre. Rio Branco: Embrapa Rio Branco; Goiânia: Embrapa-CNPAF [1985a]. 1 Folder.

EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Rio Branco. **Cultura do Caupi no Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1987. 1 folder.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; CASTELO, E. de O.; BRANDÃO, E. dos S.; BELMINO, C. S. **BRS Tracueteua purificada**: cultivar de feijão-caupi para o estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2005a. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 134).

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; CASTELO, E. de O.; BRANDÃO, E. dos S.; BELMINO, C. S. **BRS Urubuquara**: cultivar de feijão-caupi para a região Bragantina, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2005b. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 135).

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; CASTELO, E. de O.; BRANDÃO, E. dos S.; BELMINO, C. S. **BRS Milênio**: nova cultivar de feijão-caupi para a região Bragantina, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2005c. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 136).

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; VILARINHO, A. A.; CAVALCANTE, M. da S.; FERNANDES, J. B.; SAGRILLO, E.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SITTOLIN, I. M.; SOUZA, F. de F.; LOPES, A. de M.; ROCHA NETO, O. G. da; CELESTINO FILHO, P.; GONÇALVES, J. R. P.; CARVALHO, H. W. L. de; RAPOSO, J. A. A.; SAMPAIO, L. S. **BRS Novaera**: Cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto Para cultivo nos estados do Pará, Roraima, Amapá, Rondônia e Amazonas (região Norte); Maranhão e Rio Grande do Norte (região Nordeste); e Mato Grosso do Sul (Centro-Oeste). Belém:

Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 1 folder.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. dos. Melhoramento genético. In: Freire Filho, F. R.; Lima, J. A. de A.; Ribeiro, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005d. p. 27-92.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q.; SITTOLIN, I. M. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008a. v. 1, 1337 p.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; SITTOLIN, I. M.; CARVALHO, H. W. L. de; COSTA, A. F. da; ALCÂNTARA, J. dos P.; FERNANDES, J. B.; GONÇALVES, J. R. P.; VILARINHO, A. A.; CRAVO, M. da S.; CAVALCANTE, E. da S.; NUTTI, M. R. **BRS-Xiquexique: cultivar de feijão-caupi rica em ferro e zinco**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008b. 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 208).

GUAZZELLI, R. J. Histórico das pesquisas com caupi no Brasil. In: ARAÚJO J. P. P. de, WATT, E. E. **O Caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP/Ibadan: ITTA, 1988. p. 49-59.

GUAZZELLI, R. J. **Cultivares melhoradas e tradicionais de caupi nos estados**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1980. 3p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado Técnico, 8).

NECHET, K. de L.; VILARINHO, A. A.; HALFELD-VIEIRA, B. de A. A. Reação de genótipos de feijão-caupi à mela (*Rhizoctonia solani*) em três ecossistemas de Roraima. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.

NOGUEIRA, O. L. **"Manaus": nova cultivar cultivar de feijão caupi para o Amazonas**. Manaus: Embrapa- UEPAE de Manaus, 1981. 3 p. (Embrapa-UEPAE de Manaus. Comunicado Técnico, 26).

NOGUEIRA, O. L.; MARTINS, C. da s. **"IPEAN V-69 cultivar recomendada para o estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa- UEPAE de Manaus,

1980. 3 p. (Embrapa-UEPAE de Manaus. Comunicado Técnico, 13).

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. de; MEDEIROS, R. D. de; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Feijão-caupi Amapá**: recomendação para Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima. 2002a. 4 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 09).

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. de; MEDEIROS, R. D. de; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Feijão-caupi BRS - Mazagão**: cultivar para o cerrado de Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima. 2002b. 4 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 08).

PONTE, N. T. da. **Feijão "Cow Pea"**: Primeiros resultados experimentais no IAN. Belém: IPEAN, 1962. p. 2-12. (IAN. Circular, 61).

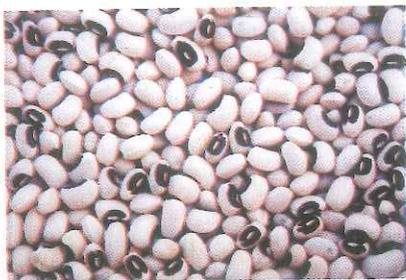
PONTE, N. T. da; LIBONATI, V. F. Seleção da variedade IPEAN-V-69. **Relatório das Atividades Desenvolvidas no Ano Agrícola 1968/69**. Belém: IPEAN, 1969. p. 7-8.

POPINIGIS, F.; CAMARGO, C. P.; BRESCIANI, J. C.; FERREIRA, E. V. Produção de semente básica de *Vigna* na Embrapa. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 1, p. 93-101, 1983.

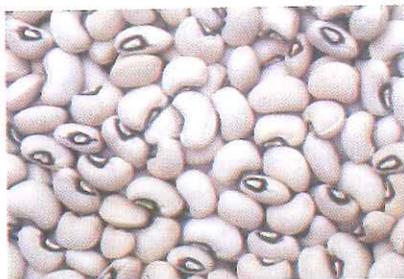
RIOS, G. P.; WATT, E. E.; ARAÚJO, J. P. P. de; NEVES, B. P. das. Cultivar CNC 0434 imune ao mosaico severo do caupi. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 1., 1982, Goiânia, **Resumos...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.113-115.

SILVA, J. F. A, F. da; AQUINO, S. F. F.; OLIVEIRA, A. F. F. de Adaptação de cultivares de caupi às condições ecológicas do nordeste paraense. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 3., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986. p. 209-221.

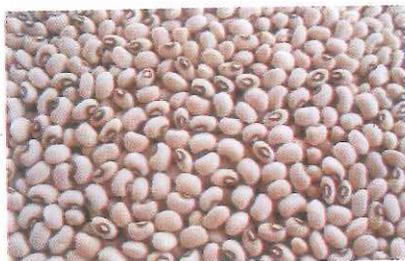
VIEIRA, C.; BUSS, A.; CARVALHO, B. C. L. de; BRENDES, D.; DUQUE, F. F.; ZIMMERMANN, F. J. P.; BALDANZI, G.; COSTA, J. G. C. da,; ALMEIDA, J. D. de; PONTE, N. T. da; GUAZZELLI, R. J.; MIYASAKA, S. Variedades, melhoramento e genética do feijoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Campinas, São Paulo, 1971. **Anais...** Viçosa: Imprensa Universitária, 1972, v. 1. p. 155-



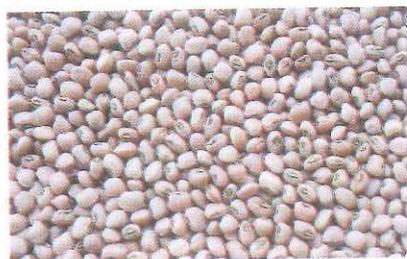
Classe Comercial Branco; Sub-classe Fradinho



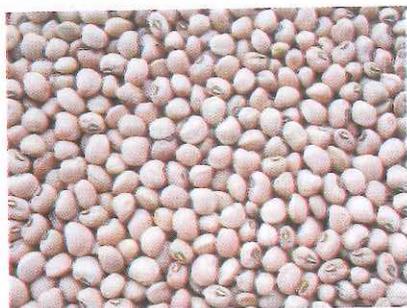
Classe Comercial Branco; Sub-classe Brancão



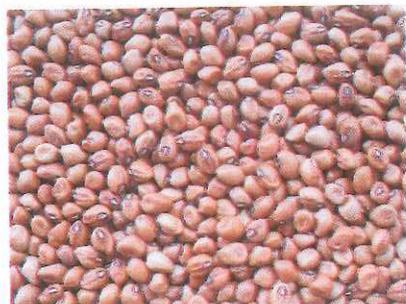
Classe Comercial Branco; Sub-classe Branca



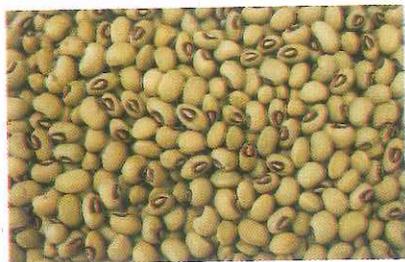
Classe Comercial Cores; Sub-classe Sempre-Verde



Classe Comercial Cores; Sub-classe Canupu



Classe Comercial Cores; Sub-classe Mulato



Classe Comercial Cores; Sub-classe Verde



Classe Comercial Preto

CAPÍTULO 4

FERTILIDADE DO SOLO

Sandra Cátia Pereira Uchôa

José Maria Arcanjo Alves

Manoel da Silva Cravo

Armando José da Silva

Valdinar Ferreira Melo

Gilvan Barbosa Ferreira

Magna Maria Macedo Ferreira

1 – INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), originário da África, foi introduzido no Brasil no século XVI pelos colonizadores portugueses, expandindo-se rapidamente a partir da Bahia, para todas as regiões brasileiras (FREIRE FILHO et al., 2005). Hoje, é cultivado, predominantemente, nas Regiões Norte e Nordeste, destacando-se na dieta da população como uma importante fonte de proteínas e se firmando como um importante componente do agronegócio destas regiões.

Na Região Norte, o feijão-caupi é cultivado em todos os Estados, destacando-se o Pará, onde a produção ocorre em 124 municípios, com a maior área plantada concentrando-se nos 16 municípios que integram o chamado “Pólo Produtor de Feijão-Caupi” (EMATER-PA, 2005). A cultura ocupa diretamente 30 mil pessoas, entre pequenos, médios e grandes produtores, cuja produtividade média entre os grandes, que utilizam tecnologias modernas, é de 1.000 kg ha⁻¹ de grãos (CRAVO; SOUZA, 2007a).

Merece destaque a expansão do cultivo do feijão-caupi no Mato Grosso, Maranhão e Tocantins, onde o cultivo é realizado no sistema “safrinha”, conforme descrito no Capítulo 2. Nesse sistema são obtidas

altas produtividades com baixos custos de produção, devido ao aproveitamento das áreas e dos resíduos das adubações e calagem utilizadas para as culturas de milho e soja de cultivos anteriores. Nesses Estados e no Estado do Pará, o feijão-caupi vem se tornando um importante componente do agronegócio, com a produção sendo, em grande parte, exportada para o Sul e Sudeste do Brasil e outros países.

2 – SOLOS

As características químicas e mineralógicas dos solos da Amazônia são, em grande parte, ditadas pela natureza do material de origem. Onde as condições bioclimáticas pretéritas e atuais, as características do material de origem e as geoformas levaram à formação de solos profundos e intemperizados. Áreas extensas de solos ricos e eutróficos só existem onde há influência atual (planície aluvial) ou pretérita (terraços e baixos planaltos das bacias do Acre e do Alto Amazonas) de sedimentos andinos, ou ainda, onde afloram rochas de riqueza química maior, como calcários e margas em Monte Alegre-Ererê e Maués, nos Estados do Pará e Amazonas, e basaltos e diabásios em Roraima, Pará e Amapá (LIMA, 2009).

As classes dos Latossolos e Argissolos cobrem mais de 70% da superfície da região amazônica (Ver capítulo 2). Esses solos caracterizam-se por apresentar, na sua maioria, baixa disponibilidade de nutrientes, elevada acidez, elevada saturação por alumínio e baixa capacidade de troca de cátions, necessitando de um manejo adequado, com uso racional de fertilizantes e calcário.

Em estudos realizados em 87 perfis de solos representativos do Estado de Roraima, Melo et al. (2003) verificaram que 52,9% dos solos apresentavam acidez elevada (pH em água menor que 4,5), 73,13% tinham teores de cálcio abaixo de $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e 63% com teores de magnésio enquadrados na faixa “baixo” a “muito baixo” (menor ou igual a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). O alumínio trocável se encontrava no limite de

toxidez ou acima, em 70% dos perfis analisados. Os teores de potássio em 64% dos perfis apresentam teores iguais ou inferiores a $0,10 \text{ cmol}_e \text{ dm}^{-3}$, classificados como baixos a muitos baixos. De acordo com os autores, a extrema pobreza de P é um dos fatores mais limitantes ao uso desses solos, dos quais 84% possuem teores de P de muito baixo a baixo. Os dados revelam a necessidade de aplicação de calcário e de adubação para obtenção de rendimentos satisfatórios das culturas, dentre elas, a do feijão-caupi.

Na busca de informações sobre as características químicas dos principais solos utilizados para cultivo de feijão-caupi, no nordeste do Estado do Pará, Cravo e Smyth (2005), analisaram 82 amostras representativas desses solos e observaram que o P, K, Ca e Mg são os elementos mais limitantes ao desenvolvimento dessa cultura (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos selecionados de 82 amostras de solos de áreas do pólo produtor de feijão-caupi no Estado do Pará.

Valor	Atributos Químicos								
	P	K	pH	Ca	Mg	Al	CTCe	m	V
	mg dm^{-3}		CaCl_2	$\text{cmol}_e \text{ dm}^{-3}$			%		
Média	18	38	4,2	1,3	0,5	0,3	2,2	19	31
Mediana	9	36	4,2	1	0,4	0,2	1,8	14	29
D. Padrão	24	19	0,3	1	0,4	0,2	1,7	17	14
Máximo	150	100	5,4	5	2,5	0,9	10	64	74
Mínimo	1	12	3,7	0,2	0,1	0	0,7	0	8
Adequado (PA)*	9-15	41- 80	-	2-5	0,5-1,5	0,3-1,0	8,60**	20-30	60**
Número e % de Amostras abaixo da faixa (PA)	41 (50%)	55 (67%)		70(85%)	48(59%)	82(100%)	74(90%)	18(22%)	78(95%)

* CRAVO e SOUSA, 2007b; **RIBEIRO et al., 1999.

Embora o feijão-caupi seja uma planta considerada tolerante à acidez, na maioria desses solos também ocorrem baixíssimos teores de Ca e Mg, o que impede o adequado desenvolvimento e produção da cultura sem a aplicação de calcário. Nesses casos, a calagem tem um papel fundamental, não só para a correção da acidez, mas, principalmente, para o fornecimento desses elementos às plantas

(CRAVO; SMYTH, 2005). Contudo, é importante destacar que a calagem ainda é uma prática pouco utilizada pelos produtores de feijão-caupi na maioria dos Estados da região amazônica.

No tocante às características físicas, os Latossolos e Argissolos são favoráveis ao uso agrícola, pois são profundos e bem drenados, ocorrendo normalmente em relevo plano a suavemente ondulado, de fácil mecanização e sem grandes problemas de erosão.

O cultivo desses solos pelos pequenos agricultores, que não dispõem de recursos para aquisição de fertilizante e calcário, só é possível após a queima da vegetação, cujas cinzas têm efeito corretivo da fertilidade e da acidez, permitindo o cultivo por um a dois anos consecutivos, no sistema de agricultura itinerante (CRAVO; SMYTH, 1997), porém, com baixa produtividade das culturas, conforme descrito no Capítulo 2.

Outras classes de solos também utilizadas para o cultivo do feijão-caupi na região são os Gleissolos e os Neossolos Vérticos, que normalmente ocorrem em áreas de várzeas dos rios de água barrenta. Embora esses solos apresentem problemas de drenagem e só possam ser utilizados por curto período do ano, devido às enchentes dos rios, apresentam normalmente elevada fertilidade, o que dispensa o uso de fertilizantes e calcário, contribuindo para a diminuição dos custos de produção.

3 - AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

A avaliação da fertilidade dos solos envolve processos de amostragem, métodos de análise, técnicas de diagnóstico dos resultados e modelos de interpretação e de recomendação de corretivos e fertilizantes (CANTARUTTI et al., 2007).

A principal técnica utilizada no Brasil para avaliação da fertilidade do solo é a análise química, que é muito mais do que uma simples análise de uma amostra de solo retirada de uma gleba, pois permite quantificar os atributos que prejudicam o desenvolvimento normal das plantas, bem como possibilita identificar a classe de fertilidade em que o solo se

enquadra (RAIJ, 1981; BRASIL et al., 2007). Essa técnica ainda oferece como vantagens o baixo custo operacional e a rápida execução, permitindo o planejamento da recomendação de fertilizantes e corretivos, tanto antes da implantação, quanto durante a condução da cultura.

3.1 - AMOSTRAGEM DE SOLO

A amostragem deve ser entendida como uma das etapas mais críticas do programa de avaliação da fertilidade do solo, visto que os solos são sistemas muito heterogêneos e que podem apresentar grande variabilidade nas propriedades químicas, mesmo em áreas aparentemente uniformes. Assim sendo, erros cometidos durante a etapa de amostragem não poderão ser corrigidos pela análise de solo, por melhor que seja a qualidade da análise realizada no laboratório, podendo ter implicações diretas nas quantidades de fertilizantes e corretivos a serem recomendadas (ARAÚJO et al., 2005; BRASIL et al., 2007).

Na amostragem do solo coletam-se as amostras simples ou sub-amostras. A amostra simples corresponde a uma quantidade de solo, coletada em um único ponto, ao acaso, em uma área ou gleba uniforme ou homogênea (BRASIL et al., 2007). Por sua vez, a mistura de várias amostras simples, devidamente homogeneizadas, denomina-se amostra composta, devendo possuir as características representativas da área amostrada e, por isso, corresponde à amostra que será enviada ao laboratório para a realização da análise química.

Para obtenção de amostras uniformes, em termos de volume e profundidade, devem-se utilizar ferramentas apropriadas, tais como: enxada, enxadeco, pá reta, draga ou cavador, trado em meia lua ou calador e o trado holandês. Estes últimos instrumentos permitem maior rapidez na coleta e a obtenção de volumes uniformes de terra.

Além desses instrumentos, são necessários baldes para deposição das amostras simples e sacos plásticos limpos, para embalagem das amostras compostas para envio ao laboratório. Na coleta de amostras

para análise de micronutrientes, deve-se evitar a utilização de ferramentas e baldes galvanizados, dando-se preferência por instrumentos de aço inoxidável, para evitar a contaminação da amostra.

Um requisito importante para que a amostragem seja bem sucedida é a escolha do local onde serão retiradas as amostras simples ou sub-amostras. A propriedade deverá ser dividida em áreas homogêneas chamadas de glebas, sendo o tipo de solo o critério básico para esta divisão. Dentro do mesmo tipo de solo, as outras divisões ou subdivisões das glebas devem levar em consideração a posição no relevo (baixada, encosta de morro, platô), a cobertura vegetal ou cultura (anterior e atual), a textura do solo (argiloso ou arenoso), as condições de drenagem e o histórico de uso da área quanto à adubação ou correção. Por exemplo, áreas com culturas diferentes (culturas anuais, semiperenes e perenes) devem ser separadas, por cultura, já que o manejo pode ser diferenciado, podendo ocorrer variações na fertilidade do solo nessas áreas (BRASIL et al., 2007).

Sempre que possível, recomenda-se identificar essas glebas, de maneira definitiva, elaborando-se um mapa das diferentes áreas homogêneas demarcadas, para o acompanhamento da fertilidade do solo ao longo do tempo.

As sub-amostras devem ser coletadas em pontos uniformemente distribuídos, o que é obtido realizando-se a coleta ao longo de um caminhamento em zigue-zague em toda a gleba, coletando-se amostras simples, de mesmo volume, para compor uma amostra composta (RAIJ, 1991). Esta amostragem, resumidamente, consiste em coletar porções do solo com trado ou pá de corte, na profundidade de 0-20 cm, em número de 15 a 20 sub-amostras por área uniforme, homogeneizá-las, retirando-se deste total uma amostra de aproximadamente 0,5 kg, a qual será enviada ao laboratório para análise. Em geral, usa-se uma distância de 20 passos para separar um ponto de amostragem do outro. Maior eficiência de distribuição dos pontos de coleta é obtida em áreas menores que 10 ha, por isso é recomendável a subdivisão de glebas muito grandes.

Se possível, esse número de sub-amostras deve ser considerado, mesmo para o caso de amostragem em parcelas experimentais, nos experimentos de adubação e, independentemente do tipo de ferramenta a ser utilizada. Entretanto, como revisado por Oliveira et al. (2002), a geoestatística tem demonstrado haver dependência espacial entre os pontos amostrados. Assim, pontos coletados com distância menores que 1,9 a 4 m, em condições experimentais, e menores que 20,0 a 30,0 m, em condição de lavoura comercial, tendem a ter os valores dos atributos de solo influenciados entre si, dependentes, e não acrescentam informações adicionais sobre a variabilidade média dos teores de nutrientes da área. Neste caso, somente sub-amostras coletadas além dessas distâncias são relevantes para caracterizar a real fertilidade média do solo.

Quando a área a ser amostrada for muito pequena, de modo que as sub-amostras se sobreponham dentro do valor de alcance da dependência espacial (como em pequenas parcelas experimentais), então há pouca relevância no aumento do número de pontos amostrados. Essa aproximação parece mais lógica e permite estimar a fertilidade de um canteiro de hortaliças, de 5 m x 1 m, retirando-se 3 sub-amostras, com a mesma acurácia de uma área homogênea de grãos, com 10 a 100 ha, retirando-se 15 sub-amostras. O número elevado de sub-amostras por área homogênea e o tamanho muito pequeno dessas áreas, estabelecido por critérios muito restritivos, pode tornar inviável a amostragem de grandes propriedades produtoras de grãos. O uso de 15 a 20 sub-amostras por amostra composta em área homogêneas, de idêntico manejo nas últimas três safras, torna a operação viável e pouco dispendiosa, em recursos financeiros e humanos.

Antes de efetuar a coleta propriamente dita, em cada um dos pontos de amostragem, deve-se remover os detritos e restos vegetais (folhas, ramos e pedras) da superfície do solo, a fim de evitar a contaminação da amostra.

A amostragem na camada superficial (0-20 cm de profundidade) para a cultura do feijão-caupi vem sendo normalmente adotada em sistemas de cultivo convencional, onde o preparo do solo para a semeadura consiste numa aração seguida de duas gradagens. Objetivando averiguar o ambiente radicular no subsolo, recomenda-se ainda que se faça a amostragem na profundidade de 20-40 cm. Há evidências de que nesta profundidade a presença de alta quantidade de alumínio, associada à deficiência de cálcio, possa atuar como uma barreira química, impedindo o crescimento radicular em profundidade (MATSUMOTO, 2000). Em estudos com dez genótipos de feijão-caupi, quanto à tolerância a acidez, Uchôa et al. (2007) verificaram que a localização do calcário restringiu o desenvolvimento das raízes nas camadas subsuperficiais em até 75%, em relação à camada corrigida.

Em áreas onde existem culturas implantadas, os pontos de amostragem deverão ser definidos conforme a característica da cultura. No caso de culturas anuais, a coleta deve ser feita em toda a área, uma vez que o espaçamento utilizado é pequeno. Neste caso, se o plantio e a adubação de fundação foram feitos em linha, o mais correto é amostrar uma faixa transversal, que corte a linha de plantio no sentido perpendicular e que se estenda de uma a outra entrelinha.

A amostragem usando pá de corte, retirando fatias de solo de 20 cm de profundidade, no comprimento da distância usada entre as linhas de plantio e na largura de 3 a 5 cm, seria o mais apropriado para medir, também, o efeito da última adubação sobre a fertilidade do solo, para basear a adubação do cultivo na safra seguinte. Três outras alternativas ainda são possíveis: 1) arar e gradear a área após a colheita e proceder a amostragem em 20 pontos ao acaso na área – mais recomendável quando se faz adubação em covas; 2) retirar parte das sub-amostras (1/3) na linha e parte na entrelinha, com uso de trado holandês – mesmo coletando-se 20 sub-amostras por área homogênea, tende a subestimar os teores de fósforo; 3) amostrar apenas na entrelinha, desconsiderando o efeito da adubação, especialmente a

fosfatada, na última safra – útil especialmente para solos com fertilidade já corrigida, onde se faz adubação de reposição.

Na etiqueta de identificação da amostra composta devem constar as seguintes informações: município, nome do proprietário da área e da propriedade, nome ou número da gleba amostrada, data de amostragem e a cultura a ser implantada. Essas informações auxiliarão na interpretação dos resultados da análise do solo e nas recomendações de corretivos e fertilizantes.

A frequência de amostragem depende do manejo da propriedade e, principalmente, da intensidade da adubação aplicada. Em glebas cultivadas anualmente com feijão-caupi e, mantidas em pousio no período seco, recomenda-se pelo menos a amostragem a cada três anos. Em glebas manejadas com rotação de cultura, com maiores doses de adubação e com uso de irrigação, recomenda-se a amostragem antes de cada plantio, visando aproveitar o resíduo deixado do cultivo anterior.

Para área sob sistema de plantio direto (PD), deve-se homogeneizá-la quanto ao tempo de plantio e à forma de adubação. Nas áreas em fase de implantação (entre 4 e 5 anos de cultivo em sistema de PD) e forma de adubação a lanço deve-se coletar de 10-20 pontos de modo casualizados, profundidade de 20 cm. Para a forma de adubação localizada, recomenda-se 10 pontos de coletas, utilizando uma pá reta, deixando a linha de plantio no centro e largura igual à largura da entrelinha, espessura de 3-5 cm e profundidade de 20 cm. Outra alternativa, para fins de acompanhamento da distribuição dos nutrientes no perfil do solo, é o fracionamento da amostra de 0-10 cm e 10-20 cm, apesar de que, para fins de interpretação e recomendação, a amostragem de 0-20 cm é a mais indicada. Quando a área for estabilizada (após 4 a 5 anos sob sistema plantio direto), para adubação a lanço, deve-se coletar 10-20 pontos de modo casualizados, na profundidade de 0-10 cm. Quando a área for estabilizada e a forma de adubação usada foi a localizada, recomenda-se 10 pontos de coleta,

utilizando-se uma pá reta, com largura igual ao espaçamento da cultura anterior, espessura de 3-5 cm e profundidade de 10 cm.

4 - INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

A interpretação dos resultados da análise de solo envolve uma avaliação agrônômica e econômica da relação entre o teor do nutriente no solo, obtido por um método analítico, e a resposta da planta ao fertilizante aplicado, o que permite separar áreas com alta probabilidade de resposta a um determinado nutriente daquelas de média ou baixa probabilidade de resposta.

O diagnóstico da análise do solo se fundamenta na vinculação dos teores de nutrientes (P, K, Ca, Mg e micronutrientes) e demais resultados das análises químicas (pH, acidez trocável, acidez potencial, CTC, teor de matéria orgânica) à classe de disponibilidade ou de adequação, relacionadas com a produção relativa das culturas. As classes de disponibilidade muito baixa, baixa, média e alta se relacionam, em geral, com produções relativas menores que 50, 50-70, 70-90 e 90-100%, respectivamente (CANTARUTTI et al., 2007).

Uma vez que, normalmente, os níveis críticos se situam dentro da classe média dos nutrientes no solo, os fertilizantes são recomendados, para adubação de correção, somente quando os valores obtidos pela análise de solo estão abaixo desse nível crítico. No entanto, as adubações de manutenção são feitas, proporcionalmente, para cada classe de teores revelados pela análise do solo (BRASIL; CRAVO, 2007).

Como na região são poucos os Estados que dispõem de tabelas de interpretação de resultados de análise e de recomendação de adubação e calagem, as interpretações a serem descritas neste capítulo serão baseadas, principalmente, nas sugestões de Brasil e Cravo (2007) constantes da tabela de adubação e calagem para o Estado do Pará (CRAVO et al., 2007), considerando-se que os dados utilizados para elaboração dessa tabela, em sua grande maioria, foram gerados dentro da região amazônica.

4.1- NITROGÊNIO

Rocha et al. (2007) não recomendam a adubação nitrogenada, tendo em vista que o feijão-caupi é uma leguminosa que se beneficia da associação simbiótica com bactérias do grupo Rizóbio. Entretanto, quando as recomendações de adubação nitrogenada são feitas, normalmente são baseadas em curvas de respostas.

Pesquisas têm mostrado resultados positivos para o aumento da produtividade de grãos com inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (LACERDA et al., 2004; MARTINS et al., 2003; SOARES et al., 2006; ZILLI et al., 2006, 2008). Nesses trabalhos, foi demonstrado que a inoculação com estirpes bacterianas eficientes é capaz de substituir uma adubação nitrogenada de até 80 kg ha⁻¹ e de aumentar o rendimento de grãos do feijão-caupi em mais de 30%.

Recomenda-se que a adubação nitrogenada deva ser utilizada apenas quando não ocorrer boa nodulação das plantas. Esta nodulação pode ser avaliada por volta dos 15 a 20 dias, arrancando-se algumas plantas da área e verificando a presença de nódulos nas raízes, especialmente na raiz principal. Além disso, também é importante verificar se a parte aérea das plantas apresenta coloração amarela, característica de uma clorose por deficiência de nitrogênio, indicando baixa eficiência da inoculação. Ocorrendo boa nodulação, a adubação nitrogenada é plenamente dispensável.

Em alguns casos, onde ocorre grande quantidade de bactérias nodulantes no solo, pode-se não ter resposta da inoculação, mas com certeza a fixação biológica de nitrogênio (FBN) estará ativa, executada por bactérias presentes no solo, dispensando o N-mineral.

Para uma expectativa de produtividade de grãos superior a 1.500 kg ha⁻¹, a aplicação de doses pequenas de N-mineral muitas vezes é sugerida, no entanto não traz benefício algum, isto porque não fornece todo o N que a planta precisa e pode interferir a nodulação das plantas.

Em situações em que o uso da fórmula de adubos com baixa concentração de N traga vantagens econômicas, a sua utilização deve estar condicionada a aplicação de até 20 kg ha⁻¹ de N, para não comprometer a nodulação. Em outras situações, é melhor inocular e não aplicar N-mineral e utilizar o recurso financeiro economizado do nitrogênio em outros tratamentos culturais que se revertam em produtividade.

A inoculação com nitrogênio no feijão-caupi ou o uso de adubação orgânica torna dispensável a adubação mineral nitrogenada. Se não for possível usar o inoculante recomendado, 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 ha⁻¹ de N, aos 20 a 30 dias após o plantio. Em áreas já cultivadas anteriormente com feijão-caupi, não há necessidade de adubação nitrogenada, uma vez que já existe uma população de bactérias do grupo Rizóbio no solo (MELO; CARDOSO, 2000), capaz de fixar nitrogênio do ar e fornecê-lo ao feijão-caupi, por simbiose, em quantidades suficientes para atender sua demanda. Mais informações acerca da fixação simbiótica em feijão-caupi podem ser obtidas no Capítulo 8.

A deficiência de nitrogênio se manifesta nas plantas de feijão-caupi inicialmente por forte atraso no desenvolvimento. Elas se tornam raquíticas, não conseguindo se desenvolver. Nota-se uma redução bastante visível na altura da planta, no diâmetro do caule, no número de folhas e na área foliar. As folhas definitivas apresentam uma clorose visível pela diminuição na formação da clorofila, uma vez que o anel tipo porfirina, que faz parte da sua estrutura, possui quatro átomos de N (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Com o decorrer do desenvolvimento vegetativo, os sintomas de deficiência de N tornam-se bastante intensificados, com o porte da planta diminuindo consideravelmente. Os pecíolos tornam-se bastante frágeis, sendo as folhas destacadas com muita facilidade. A coloração total da planta fica com aspecto verde amarelado claro. As folhas

apresentam uma coloração ora verde amarelada de tonalidade clara em toda a lâmina dos folíolos (Figura 1A), ora amarela clara com manchas douradas irregulares (Figura 1B). Quando atinge essa última condição, as folhas se abscisam das plantas, evidenciando que o amadurecimento fisiológico foliar é antecipado, quando o feijão-caupi é submetido à deficiência de N no solo ou condições que restrinjam a fixação biológica de N por bactérias que habitam o solo e fazem simbiose com essa cultura para fixar o N₂ atmosférico (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

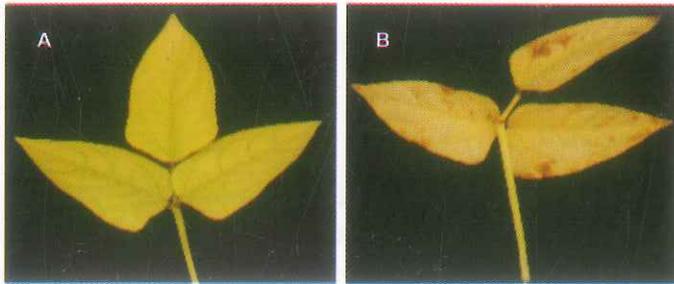


Figura 1 - A – Folha deficiente em N totalmente clorótica. B – Folha deficiente em N totalmente clorótica com manchas douradas irregulares. Foto: M. M. M. FERREIRA.

A falta de N atua severamente no crescimento das plantas porque esse macronutriente é componente fundamental da estrutura de ácidos nucléicos, aminoácidos, proteínas e enzimas. As enzimas da fotossíntese, como a rubisco, são severamente comprometidas sob deficiência de N, impossibilitando à planta fixar o carbono atmosférico e, dessa forma, aumentar o peso de matéria seca (FERNANDES, 2006). À medida que a planta avança no ciclo, falta N para construir clorofila, comprometendo ainda mais a fotossíntese e proporcionando às folhas a coloração verde amarelada clara característica. Com o crescimento apical da planta, sem fornecimento adicional de nitrogênio, parte do N é mobilizada das folhas inferiores e dirigida para os órgãos com forte atividade metabólica. Essa redistribuição provoca forte clorose nas folhas inferiores. Com o aumento no tamanho da planta, o nitrogênio torna-se bastante diluído na matéria seca, assim como a clorofila

existente, colaborando ainda mais para o amarelecimento das folhas inferiores (MARSCHNER, 1988).

Sob deficiência de N, o sistema radicular se aprofunda no solo. Esse aprofundamento é explicado pelo fato das raízes estarem sob estresse devido à deficiência de um macronutriente essencial, o que aumenta os níveis do hormônio do estresse - o ácido abscísico - que constitui um antagonista da ação do etileno, o qual, de certa forma, bloqueia o aprofundamento do sistema radicular sob condições de não estresse (TAIZ e ZEIGER, 2004). A razão desse fato é a busca pelo nutriente nas camadas mais profundas do solo.

4.2 - FÓSFORO

As classes de disponibilidade de fósforo foram definidas em função da resposta de diversas culturas, dentre elas a do feijão-caupi, à adubação fosfatada e do teor de argila do solo, uma vez que os resultados têm mostrado que a disponibilidade de P no solo, extraído pelo método Mehlich-1 varia em função desse atributo do solo. Desta forma, as classes de interpretação de fósforo para fins de recomendação de adubação fosfatada encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo no solo definidas em função da textura do solo.

Textura/teor de argila (%)	Disponibilidade de fósforo (mg dm ⁻³ de P)*			
	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Argilosa (> 35)	< 6	6 – 10,9	11 – 15	>15
Média (15 - 35)	< 9	9 – 15,9	16 – 20	>20
Arenosa (< 15)	< 11	11 – 18,9	19 – 25	>25

* Extrator Mehlich-1; Fonte: Adaptado de Brasil e Cravo, 2007.

No Estado do Amazonas, Smyth e Cravo (1990a), trabalhando em Latossolo Amarelo muito argiloso, definiram o valor de 8 mg dm⁻³ de fósforo, extraído com Mehlich-1, como nível crítico para feijão-caupi. Já para solos de textura média, da região nordeste do Estado do Pará, o

nível crítico para essa cultura, usando o mesmo extrator (Figura 2), foi definido como sendo de 13 mg dm^{-3} de P no solo (SMYTH; CRAVO, 2007), o que demonstra a influência do teor de argila na disponibilidade desse elemento no solo.

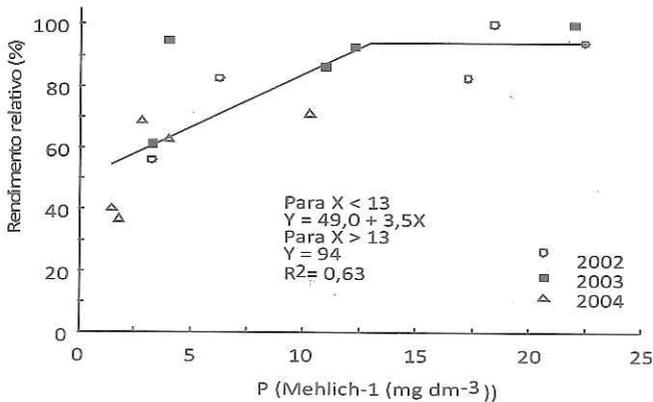


Figura 2 - Nível crítico de P extraído do solo com Mehlich-1 e rendimento relativo de feijão-caupi, em Latossolo Amarelo textura média da região nordeste do Estado do Pará.

A aplicação de fósforo a lanço tem sido testada em solos da região e se mostra vantajosa. Durante quatro anos, Smyth e Cravo (1990b), realizaram estudo em Latossolo Amarelo muito argiloso do Amazonas, com plantio em rotação das culturas de milho e feijão-caupi. Embora a produtividade de grãos das culturas não tenha aumentado de forma significativa, houve tendência de aumento, em função do total de fósforo aplicado, independentemente se o P foi aplicado a lanço ou no sulco de plantio.

Em Roraima, estudos de regressão dos dados de produção de feijão-caupi, em função de três formas de aplicação de P (SILVA et al., dados não publicados), também não mostraram diferenças significativas, em termos de produção, entre as aplicações de P a lanço e em sulcos simples (S. Simples). Entretanto, quando as aplicações foram feitas em sulcos duplos (S. Duplo), a produção máxima de grãos (1.200

kg ha⁻¹) foi obtida com a dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 3), evidenciando a importância da aplicação localizada do fertilizante fosfatado, aumentando a disponibilidade de P próximo do sistema radicular das plantas.

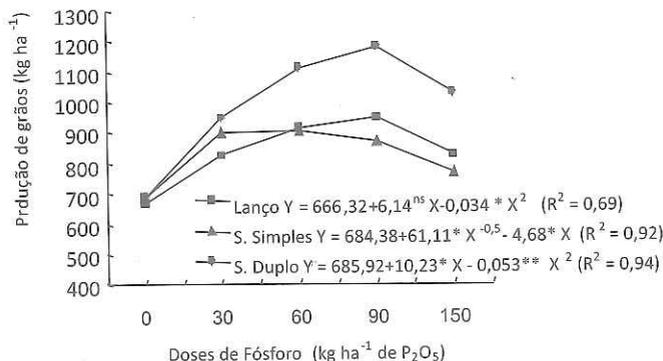


Figura 3 – Efeito de doses de fósforo sobre a produção de grãos de feijão-caupi cultivado sob diferentes formas de aplicação de fertilizante fosfatado, em um Latossolo de Boa Vista, Roraima.

De acordo com Prado et al. (2001), em solos do cerrado em geral, quando a aplicação de fertilizante fosfatado é localizada no sulco de plantio, a adsorção do fósforo é minimizada e, ao mesmo tempo, o contato do adubo fosfatado com as raízes das plantas é aumentado. Assim, a aplicação localizada permite a obtenção de maior rendimento de grãos por quilo de nutriente aplicado, na dose de máxima eficiência econômica.

A deficiência de fósforo é visível nas plantas de feijão-caupi logo no começo da fase vegetativa, com o retardamento do crescimento. Além da redução no porte, as plantas apresentam manchas pardas interveais nos seus folíolos (Figura 4A), onde ocorrem pontos de acúmulo de amido no cloroplasto. A falta de fósforo no citossol das células diminui a atividade do translocador de Pi nas membranas externas do cloroplasto, o qual troca o fósforo inorgânico do citossol pela triose fosfato do cloroplasto. Dessa forma, a triose fosfato fica retida no estroma do cloroplasto e vai ser usada na rota biossintética do

açúcar de reserva, o amido, ao invés da sacarose, o qual constitui o açúcar de transporte que é usado principalmente nos pontos de crescimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004).



Figura 4 - A – Folhas deficientes em P com pequenas manchas de coloração parda entre as nervuras que representam pontos onde ocorreu acúmulo de amido. B – Folha deficiente em P com manchas pardas devido ao acúmulo de amido e áreas necróticas entre as nervuras. Foto: M. M. M. FERREIRA.

Como o fósforo é utilizado na síntese de ATP, as plantas deficientes neste elemento apresentam redução em todos os processos que requerem energia, como absorção e assimilação de nutrientes, fotossíntese, translocação de carboidratos e atividade de enzimas regulatórias do metabolismo (PRADO, 2008), o que colabora para explicar a redução no porte da planta.

Com o avanço do desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi, a sintomatologia da deficiência de P surge por meio de manchas pardas interveais e algumas evoluem para necrose (Figura 4B). O sistema radicular, sob deficiência de P, apresenta-se mais ralo, porém com um aprofundamento bem acentuado.

4.3 - POTÁSSIO

As classes de disponibilidade de potássio foram definidas com base nos teores de K disponível no solo, determinado pelo método Mehlich-1 e em função das respostas das culturas ao nutriente, obtidas em trabalhos realizados na região e, também, em dados da literatura (Tabela 3).

Tabela 3 - Classes de interpretação da disponibilidade de potássio no solo.

Disponibilidade de potássio (mg dm^{-3} de K) *			
Baixa	Média	Alta	Muito Alta
≤ 40	41 – 60	61 – 90	>90

* Extrator Mehlich-1; Fonte: Brasil e Cravo, 2007.

Especificamente para o feijão-caupi, Cravo et al. (2006a), com base em diversos experimentos de feijão-caupi, cultivado solteiro e em rotação com arroz ou milho, conduzidos em Latossolo Amarelo textura média, de dois municípios do nordeste paraense, definiram o valor de 26 mg dm^{-3} de K, extraído pelo método Mehlich-1 (Figura 5), como nível crítico para o feijão-caupi.

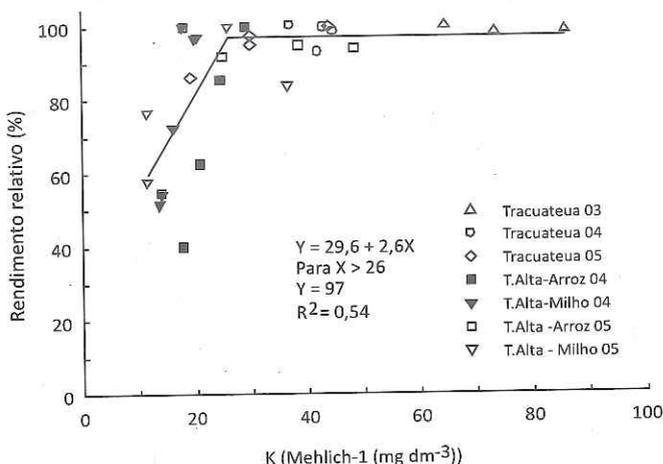


Figura 5 - Nível crítico de K extraído do solo com Mehlich-1 e rendimento relativo de feijão-caupi, em Latossolo Amarelo textura média da região nordeste do Estado do Pará.

Esse teor de K no solo foi observado nos experimentos, onde anualmente foram aplicados entre 30 a 60 kg ha^{-1} de K_2O , em cobertura, após a germinação das plantas. Essas informações auxiliaram na definição das classes de disponibilidade de K no solo, utilizadas na tabela de recomendação de adubação e calagem para feijão-caupi no Pará (CRAVO; SOUZA, 2007b).

Trabalho semelhante foi desenvolvido em Latossolo Amarelo muito argiloso de Manaus (CRAVO; SMYTH, 1991), onde anualmente foram aplicadas doses crescentes de potássio no solo para cultivo de feijão-caupi, não havendo resposta a doses superiores a 30 kg ha^{-1} de K_2O . As análises de solo, nesse trabalho, revelaram teores de K em torno de $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, o que corresponde a aproximadamente 31 mg dm^{-3} de K no solo, portanto, muito próximo do nível crítico definido para solos de textura média no Pará (CRAVO et al., 2006a).

Em Latossolo Amarelo do cerrado de Roraima, Uchôa et al. (dados não publicados) avaliaram a produção e qualidade de vagens verdes de feijão-caupi para produção de grãos verdes, em função de doses de potássio e molibdênio (Figura 6). Com relação ao potássio, independentemente da dose de molibdênio, a dose de máxima eficiência econômica (102 kg ha^{-1} de K_2O) determinou incrementos da ordem de 24% na produção total de vagens verdes de feijão-caupi (PTVV), em relação à produção obtida com a dose recomendada de K (30 kg ha^{-1} de K_2O), alcançando 5.001 kg ha^{-1} de vagens verdes e, desse total, 57,8% foram consideradas vagens normais (PVVN).

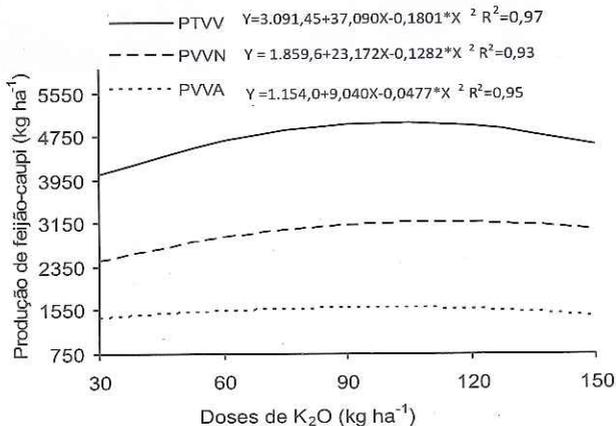


Figura 6 – Produção total de vagens verdes (PTVV), produção de vagens verdes normais (PVVN) e produção de vagens verdes anormais (PVVA) em função de doses de K_2O em um Latossolo Amarelo do cerrado de Roraima.

A deficiência de potássio não é visível nas plantas de feijão-caupi no início da fase de desenvolvimento vegetativo, sugerindo que a cultura não é sensível à falta desse macronutriente no solo no início do crescimento. Entretanto, com o decorrer do desenvolvimento vegetativo, os sintomas visuais característicos da deficiência começam a se manifestar.

Primeiramente observa-se que o porte da planta diminui, sendo notável a redução na altura atingida pelo ramo principal e no número de folhas. As folhas mais velhas são as primeiras a apresentar a sintomatologia da deficiência. Começam a apresentar manchas pardas que se aglutinam especialmente próximas às nervuras centrais e secundárias da base. Algumas dessas manchas evoluem para necrose. Concomitantemente, surgem partes necrosadas nas margens das folhas (Figura 7A). Essa necrose é explicada pelo fato do K agir como um regulador osmótico na célula vegetal.

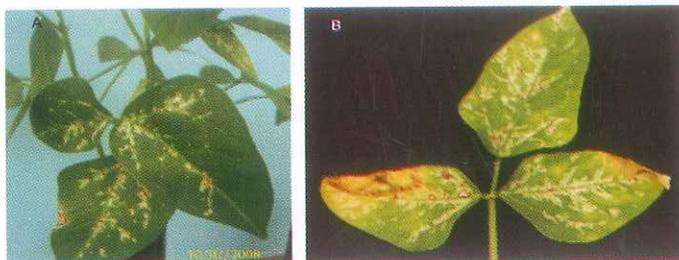


Figura 7 - A – Folhas deficientes em K. Manchas pardas próximas às nervuras das folhas mais velhas, com algumas evoluindo pra necrose. Tecido necrosado surgindo na borda do folíolo. B – Folha deficiente em K. Manchas cloróticas entre as nervuras. Áreas de cor parda entre as nervuras nos folíolos. Necrose molhada que surge nas bordas e evolui para a nervura central. Secamento das pontas dos folíolos laterais. Foto: M. M. M. FERREIRA.

Na deficiência de K, as partes da planta que primeiro apresentam os sintomas são as terminações do xilema nas margens do limbo foliar, onde os nutrientes minerais são primeiramente descarregados, e é justamente nesse local onde a função osmótica do K não pode ser exercida na sua plenitude; dessa forma, há um desbalanço hídrico, com secamento e necrose dos tecidos (MARSCHNER, 1988). Com a evolução do quadro de

deficiência, as necroses das margens começam a tomar um aspecto “molhado”, aumentando de área. As manchas pardas aumentam em área, continuando mais aglutinadas próximas às nervuras (principal e laterais) e manchas cloróticas amareladas começam a se destacar entre as nervuras. Observa-se um secamento nas pontas dos folíolos laterais (Figura 7B).

A deficiência de K causa uma mudança na morfologia do sistema radicular, o qual se torna menos denso, porém mais aprofundado. Esse aprofundamento é explicado pelo fato das raízes estarem sob estresse devido à deficiência de um macronutriente essencial.

4.4 - CÁLCIO, MAGNÉSIO E ALUMÍNIO TROCÁVEIS

Do ponto de vista nutricional, as classes de teores de cálcio e magnésio enquadram-se nas quantidades mínimas e suficientes para as principais culturas, dentre elas a do feijão-caupi (MELO; CARDOSO, 2000).

Trabalhos de pesquisa realizados na região revelam baixos teores desses elementos nos solos atualmente utilizados para o cultivo de feijão-caupi (Tabela 1), estando entre os elementos considerados mais limitantes para a obtenção de elevadas produtividades da cultura (CRAVO; SMYTH, 2005). A experiência obtida nesses trabalhos revela que os solos, quando apresentam a soma dos teores de Ca + Mg trocáveis menores que $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, demonstram possibilidade de resposta à calagem. Quando esse valor é mais elevado do que esse nível, a calagem pode não ter influência na produtividade da cultura.

O magnésio trocável tem se mostrado um elemento que se esgota muito rapidamente nos solos utilizados para os diversos cultivos. Observações realizadas no nordeste do Pará, em experimentos de calagem (dados não publicados), mostram que os teores de Mg trocável no solo, quando estão abaixo de $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, apontam para um forte início de diminuição da produtividade do feijão-caupi.

Por outro lado, tem sido observado que, quando os teores de Al trocável no solo estão acima $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a produtividade do feijão-caupi

também tende a diminuir, sendo um indicativo da necessidade da aplicação de calcário no solo para essa cultura, especialmente em condições de baixos teores de cálcio e de magnésio (CRAVO et al., 2006b).

Na Tabela 4 são apresentadas as classes de teores para cálcio, magnésio e alumínio, definidas a partir de experiências de pesquisas com a cultura no Estado do Pará, além dos critérios de interpretação adotados no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental e informações existentes na literatura (MELO; CARDOSO, 2000; CRAVO et al., 2006b).

Tabela 4 - Classes de interpretação da disponibilidade de cálcio + magnésio, magnésio e alumínio trocáveis no solo para a cultura do feijão-caupi.

Determinação	Faixas de teores (cmol _c dm ⁻³)*		
	Baixa	Média	Alta
Cálcio + magnésio	< 2,0	2,0 – 5,0	>5,0
Magnésio	< 0,5	0,5 – 1,5	>1,5
Alumínio	< 0,3	0,3 – 1,0	>1,0

* Utilizando o extrator KCl 1 mol L⁻¹; Fonte: Adaptado de Brasil e Cravo, 2007.

Para Faquin (1994), o principal efeito da acidez dos solos é a toxidez do Al trocável, sendo a saturação por alumínio (m%) o índice que melhor afere esse componente da acidez do solo (SOUSA et al., 1980).

Os teores de Al trocável no solo servem como indicativo de sua acidez (FAQUIN, 1994), mas não são utilizados isoladamente para a definição da necessidade de calagem para o feijão-caupi no Pará. O que se utiliza é a sua saturação no complexo de troca, estimada a partir da relação entre o teor de Al³⁺ e da CTC efetiva (cmol_c dm⁻³), que é um bom indicador da acidez em solos de baixa CTC (SOUSA et al., 1980), sendo, também, um bom índice do desempenho produtivo da cultura do feijão-caupi.

Embora, em trabalhos realizados no nordeste do Pará, venham sendo observadas diferenças muito grandes, em termos de tolerância à acidez, em função da cultivar utilizada, Cravo et al. (2006b) definiram como nível crítico o valor de 18% de saturação de Al trocável, para obtenção de cerca de 90% da produtividade máxima de grãos de feijão-caupi.

A deficiência de cálcio provoca redução no crescimento da planta de feijão-caupi já no início da fase de desenvolvimento. Constata-se uma redução visível no número de folhas, com as mais novas apresentando clorose verde amarelada, evidenciando, dessa forma, a dificuldade de translocação do cálcio no floema das folhas da base para as do ponteiro (MENGEL e KIRKBY, 1987). Não se constata áreas necróticas nas lâminas foliares.

Com o decorrer do desenvolvimento vegetativo da planta, a sintomatologia de deficiência de Ca torna-se mais visível, sendo bastante perceptível a redução no crescimento da planta, evidenciando, dessa forma, a importância desse macronutriente para a evolução dos pontos de crescimento. Nas folhas, a deficiência de Ca provoca uma clorose verde amarelada generalizada e uniforme (Figura 8). O sistema radicular tem seu crescimento retardado pela deficiência de Ca, evidenciando, mais uma vez, a importância desse elemento no desenvolvimento dos tecidos meristemáticos.

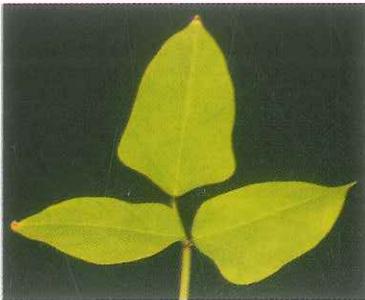


Figura 8 - Folha deficiente em Ca, mostrando clorose verde amarelada. Foto: M. M. M. FERREIRA.

A deficiência de magnésio provoca redução no porte da planta de feijão-caupi já no começo da estação de crescimento. Observa-se uma redução no número de folhas e na área foliar. As folhas definitivas apresentam uma clorose verde clara, o que condiz com o papel do Mg na formação da molécula da clorofila, como o átomo central do anel porfirínico. Assim como o ferro na

hemoglobina animal, o magnésio tem a capacidade de se oxidar quando a molécula de clorofila é excitada pela luz solar. E essa oxidação dá origem a todo o processo fotossintético, que culmina com o ganho líquido de matéria seca pela planta (TAIZ; ZEIGER, 2004). Daí a diminuição do porte do feijão-caupi em plantas deficientes em Mg.

Com a progressão do desenvolvimento vegetativo do feijão-caupi, o porte da planta torna-se consideravelmente reduzido sob deficiência de Mg. Dois sintomas típicos de deficiência deste macronutriente são observados nas folhas: enrugamento nas mais novas (Figura 9A) e clorose interneval nas mais velhas (Figura 9B).

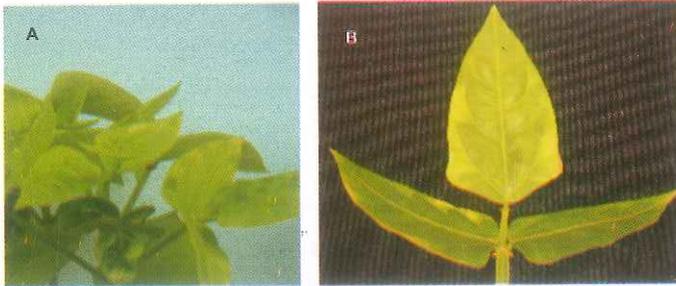


Figura 9 - A – Folhas deficientes em Mg, com clorose generalizada. Folhas apresentando clorose interneval acompanhada de enrugamento. B – Folha deficiente em Mg, com clorose interneval que começa nas margens das folhas, evoluindo para a nervura principal. Foto: M. M. M. FERREIRA.

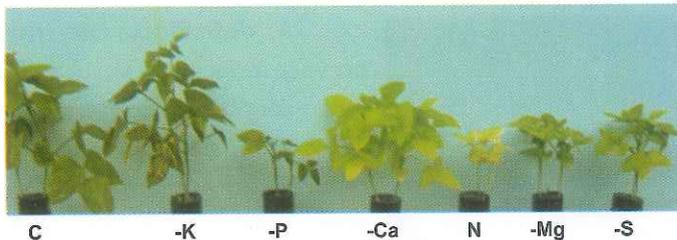


Figura 10 – Diagnose por subtração de macronutrientes na cultura do feijão-caupi Pretinho precoce 1. Efeito sobre a parte aérea. Da esquerda para a direita: adubação completa, menos potássio, menos fósforo, menos cálcio, menos nitrogênio, menos magnésio e menos enxofre, respectivamente. Foto: M. M. M. FERREIRA.

A morfologia do sistema radicular nas plantas deficientes em Mg é diferenciada, em relação às que não apresentam deficiência. Não ocorre aprofundamento como nas deficiências de K, P e N, mas ocorre um maior adensamento de raízes, com as mesmas apresentando-se mais espessas.

Os efeitos visíveis das deficiências de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura do feijão-caupi sobre o desenvolvimento da parte aérea e da raiz podem ser observados nas Figuras 10 e 11, respectivamente.

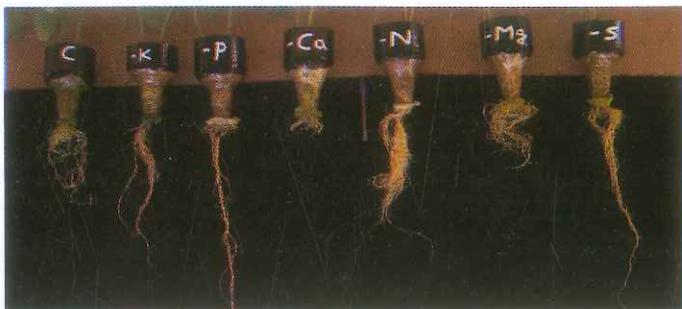


Figura 11 – Diagnóstico por subtração de macronutrientes na cultura do feijão-caupi Pretinho precoce 1. Efeito sobre o sistema radicular. Da esquerda para a direita: adubação completa, menos potássio, menos fósforo, menos cálcio, menos nitrogênio, menos magnésio e menos enxofre. Foto: M. M. M. FERREIRA.

4.5 - MICRONUTRIENTES

Na Amazônia ainda são escassos os trabalhos de pesquisa com micronutrientes para a cultura do feijão-caupi. Cravo e Smyth (1991), trabalhando em Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas, observaram tendências de resposta do feijão-caupi ao boro, aplicado na quantidade de 1 kg ha^{-1} a cada três anos, com aumento médio de produtividade de 100 kg ha^{-1} de grãos por safra, o que justificaria sua aplicação, pelo baixo investimento.

Em Roraima, Uchôa et al. (dados não publicados) constataram que as doses de molibdênio não influenciaram diretamente na produtividade total de vagens verdes para obtenção de grãos verdes de feijão-caupi. Entretanto, ao se estratificar a produção total em vagens verdes normais e anormais, foi observado que as doses de Mo afetaram a qualidade final das vagens. A eficiência deste micronutriente, aplicado via foliar, determinou uma redução de aproximadamente 500 kg ha^{-1} de

vagens anormais, pelo uso da dose de 400 g ha⁻¹ de molibdênio, tornando o produto mais apresentável comercialmente. O molibdênio afetou, ainda, de modo significativo o comprimento da vagem verde e o número de grãos por vagem verde normal.

No nordeste do Estado do Pará, em áreas que vêm sendo submetidas ao cultivo por diversos anos, sem uso de adubação com micronutrientes, é muito comum se observarem sintomas de deficiência de alguns desses elementos em plantas de feijão-caupi.

Em decorrência da pouca disponibilidade de informações, o estabelecimento das classes de teores de micronutrientes, constantes da tabela de adubação para o Estado do Pará (CRAVO et al., 2007), baseou-se em informações existentes na literatura (LOPES, 1999; RIBEIRO et al., 1999). Para o cobre, ferro, manganês e zinco as classes foram estabelecidas considerando-se os teores extraídos pelo método Mehlich-1, enquanto para o boro, considerou-se o método de extração com água quente (Tabela 5).

Tabela 5 - Classes de interpretação da disponibilidade dos micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês e zinco no solo.

Nutriente	Disponibilidade de micronutrientes (mg dm ⁻³)		
	Baixa	Média	Alta
Boro	<0,35	0,35 – 0,90	>0,90
Cobre	<0,70	0,70 – 1,80	>1,80
Ferro	<18	18 – 45	>45
Manganês	<5	5 – 12	>12
Zinco	<0,9	0,9 – 2,2	>2,2

Fonte: Adaptado de Lopes 1999; Ribeiro et al., 1999.

5 - CALAGEM E ADUBAÇÃO

A análise química é o método mais adequado para se avaliar o *status* da fertilidade do solo e determinar as necessidades de calcário e de fertilizantes para as plantas. Entretanto, a maioria dos produtores de feijão-caupi da região amazônica ainda não utiliza, adequadamente, essa ferramenta para a aplicação desses insumos.

Por outro lado, na Amazônia, somente os Estados do Acre e Pará dispõem de tabelas de interpretação e recomendação de adubação e calagem, sendo que apenas a do Pará apresenta recomendações para o feijão-caupi. Nos demais Estados, para recomendações de adubação de feijão-caupi são usadas tabelas elaboradas para outros Estados brasileiros, principalmente as do Ceará e do Piauí.

A grande maioria dos produtores, especialmente os pequenos, quando faz uso de adubação, geralmente segue indicações feitas pelos vendedores de adubos. Devido a isso, anualmente aplicam uma mesma quantidade (em torno de 200 kg ha^{-1}) de determinada “fórmula” de fertilizante, levando ao acúmulo de alguns nutrientes no solo, como é o caso do P e do Zn, o que aumenta os custos de produção e, muitas vezes, diminui a produtividade do feijão-caupi (CRAVO; SMYTH, 2005).

5.1 - RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

Pesquisas têm demonstrado que o feijão-caupi é uma planta que possui tolerância a solos ácidos, podendo-se considerar aptos para o cultivo solos com pH em torno de 5,5. Entretanto, outros aspectos químicos devem ser considerados no cálculo do corretivo. A elevação da saturação por bases a um nível desejado, que no caso do feijão-caupi é de 50%, pode melhorar as condições químicas no solo para o desenvolvimento da cultura. O excesso de Al trocável, os baixos valores pH e teores de Ca e Mg trocáveis, por outro lado, podem diminuir a efetividade da nodulação e a eficiência da fixação de N.

A calagem dificilmente é utilizada nos cultivos de feijão-caupi no Pará, principalmente pelos pequenos produtores, o que leva ao esgotamento das reservas de Ca^{2+} e Mg^{2+} e aumento da acidez do solo. Além disso, quando praticada, a quantidade de calcário aplicada nem sempre é calculada com base em resultados de análise do solo.

Um fator determinante para a baixa utilização de calcário, no cultivo das diversas culturas na região, dentre elas a do feijão-caupi, é o preço desse insumo praticado no mercado regional. Uma vez que a

maior parte do calcário utilizado vem de outras regiões, o custo de transporte faz com que esse preço seja quase dez vezes maior do que o praticado nas regiões produtoras.

Tomando-se como exemplo o preço (fevereiro de 2009) da tonelada de calcário em Goiás, que era de R\$ 30,00 (trinta reais), em Castanhal, no Pará, principal fornecedor de insumos para a região produtora de feijão-caupi, esse mesmo calcário era vendido ao preço de R\$ 250,00 (duzentos e cinquenta reais). Em Boa Vista, Roraima, o valor da tonelada de calcário pode alcançar, em função do PRNT, R\$ 300,00 (trezentos reais), o que eleva demasiadamente o custo de produção.

Como efeitos do uso do calcário têm-se, além da correção da acidez do solo e melhoria do ambiente radicular, o fornecimento de Ca^{2+} e Mg^{2+} , o estímulo à atividade microbiana para a melhoria da fixação simbiótica de N pelas leguminosas e, ainda, o aumento da disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas (ALVAREZ; RIBEIRO, 1999). Conforme esses autores, o uso adequado de calcário também proporciona a preservação e, em muitas situações, a elevação da matéria orgânica do solo, por determinar um maior desenvolvimento das plantas, sob condições químicas adequadas, o que proporciona aumento na produção de biomassa.

Considerando-se a tolerância do feijão-caupi à acidez do solo e o fato da maioria dos solos utilizados para o cultivo ser de baixa fertilidade natural, como é o caso dos Latossolos, trabalhos de pesquisa têm demonstrado que, em muitos casos, a resposta está diretamente relacionada com a diminuição gradativa dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e, conseqüentemente, com o aumento da saturação de Al^{3+} no solo (CRAVO et al., 2006b). A calagem em solos com essas características, conforme mencionam Cravo e Smyth (2005), deve ser considerada mais como fornecedora de Ca^{2+} e Mg^{2+} do que como corretiva da acidez.

Conforme mencionado anteriormente, o nível crítico de saturação de Al para o feijão-caupi, situa-se em torno de 18% para os solos do nordeste do Pará. A aplicação de 1 t ha^{-1} de calcário, diminui a

saturação de Al para esse nível e tem um efeito residual de dois anos, sendo necessária a reaplicação dessa quantidade a cada dois anos, mesmo assim, com base nos resultados de análise do solo.

As recomendações de calagem para feijão-caupi nos diversos Estados da região são feitas por métodos diferentes. Em Roraima, utiliza-se o método da saturação por bases (RAIJ et al., 1997), buscando elevar o nível a 50%, podendo o cálculo da necessidade de calagem ser feito seguindo a equação abaixo:

$$NC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{T (V_2 - V_1)}{100}$$

onde:

NC = Necessidade de calcário, em t ha⁻¹

T = CTC a pH 7 = SB + (H⁺ + AL³⁺), em cmol_c dm⁻³;

SB = Soma de bases = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺, em cmol_c dm⁻³;

V₁ = Saturação por bases atual do solo = 100 SB/T, em %; e,

V₂ = Saturação por bases desejada após a calagem que, para a cultura do feijão-caupi, é de 50%.

No Estado do Amapá, quando o calcário é utilizado, os produtores normalmente aplicam 1 t ha⁻¹, sem considerar resultados de análise de solo (OLIVEIRA JÚNIOR; MELÉM JÚNIOR, 2001; RABELO, 2002). Contudo, quando as recomendações são feitas com base em resultados de análise do solo, o método utilizado, conforme Cavalcante e Pinheiro (1999), é o da neutralização do Al trocável e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, com os cálculos sendo feitos utilizando-se a equação:

NC (t ha⁻¹) = (2 x Al³⁺) + 2 - (Ca²⁺ + Mg²⁺), quando a soma de Ca²⁺ + Mg²⁺ for menor que 2 cmol_c dm⁻³ de terra fina seca ao ar (TFSA). Quando essa soma for maior que esse valor, usa-se a equação: NC (t ha⁻¹) = 2 x Al³⁺.

Considerando-se os recentes resultados de pesquisas realizadas na região, Cravo et al. (2006b) definiram que a quantidade de calcário a aplicar para o feijão-caupi deve ser suficiente para baixar a saturação

por alumínio para menos de 20%, usando-se para os cálculos a seguinte equação (CRAVO; SOUZA, 2007b):

$$NC (t \text{ ha}^{-1}) = 1,5[Al - SAD (Ca + Mg + K + Al)/100], \text{ onde:}$$

NC = Necessidade de calcário ($t \text{ ha}^{-1}$), com PRNT ajustado para 100%;

SAD = Saturação de alumínio desejada após a calagem - 20% para feijão-caupi.

Fator: Substituir o fator 1,5 da equação por 1,8 nos cálculos para solos argilosos.

A quantidade de calcário calculada deve ser dividida em duas partes iguais, sendo a primeira aplicada na superfície do terreno e incorporada a uma profundidade de 20 cm, com arado ou grade aradora e, a segunda, antes da gradagem niveladora. Assim, a primeira metade do calcário corrigirá a camada mais profunda do solo e, a segunda, a camada superficial, devendo-se esperar pelo menos 20 (vinte) dias, após a aplicação do calcário, para se fazer o plantio.

Com base na Tabela 6 é apresentado um exemplo de cálculo da NC para o feijão-caupi em um solo da classe dos Latossolos Amarelos do Estado de Roraima.

Tabela 6 - Características químicas da camada de 0 – 20 cm de um Latossolo Amarelo distrocoeso coletado no campus experimental do Centro de Ciências Agrárias da UFRR, em Boa Vista-RR.

pH ¹	P ²	K ²	Ca + Mg ³	Al ³	H + Al ⁴	T ⁵	V	Argila ⁶	M.O. ⁷
	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				%		
4,6	0,45	23,5	0,1	0,75	2,39	2,55	6,3	25,2	0,93

Adaptado de Benedetti, 2007. 1/Em H₂O na relação 1:2,5; 2/Extrator Mehlich-1; 3/Extrator KCl 1 mol L⁻¹; 4/Extrator acetato de cálcio a pH 7; 5/CTC a pH 7; 6/EMBRAPA (1997); 7/Carbono orgânico pelo método de Yomas e Bremner (1988) multiplicado por 1,74 (EMBRAPA, 1997)

Para a determinação da necessidade de calagem será usada a equação:

$$NC (t \text{ ha}^{-1}) = \frac{T(V_2 - V_1)}{100} \quad NC = \frac{2,55(50 - 6,3)}{100} = 1,11 t \text{ ha}^{-1}$$

5.2 - QUANTIDADE DE CALCÁRIO A SER USADA

A NC definida no item anterior indica a quantidade de CaCO_3 ou calcário a ser incorporada por hectare, na camada de 0-20 cm de profundidade. Na prática, a determinação da quantidade de calcário (QC) a ser usada por hectare deve, também, levar em conta:

- a) a percentagem da superfície a ser coberta pela calagem (SC);
- b) a profundidade (cm) em que será incorporado o calcário (P);
- c) o poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário a ser utilizado.

Portanto, a quantidade de calcário a ser usada, em t ha^{-1} , será:

$$QC (\text{t ha}^{-1}) = NC \times \left(\frac{SC}{100}\right) \times \left(\frac{P}{20}\right) \times \left(\frac{100}{PRNT}\right)$$

Considerando um calcário com 90% de PRNT a ser aplicado em área total e incorporado na camada de 0 a 20 cm, têm-se:

$$QC = 111 \times \left(\frac{100}{100}\right) \times \left(\frac{20}{20}\right) \times \left(\frac{100}{90}\right) = 1,23 \text{ t ha}^{-1}$$

5.3 - QUALIDADE DO CORRETIVO A SER EMPREGADO

A grande variação existente entre os calcários disponíveis faz com que algumas de suas características sejam analisadas e consideradas na avaliação de sua capacidade para corrigir a acidez do solo.

A qualidade dos corretivos da acidez varia com a granulometria e com o poder de neutralização (PN) do material. Com base na granulometria, determina-se a reatividade (RE) e a velocidade de reação do corretivo no solo. Com ER e PN se calcula o poder relativo de neutralização total (PRNT).

A reatividade de um calcário depende, em parte, de sua natureza geológica. Os de origem de rocha sedimentar são mais reativos do que os calcários obtidos de rochas metamórficas. A dureza imposta pela rocha vai influenciar no material produzido, que poderá apresentar granulometria mais grossa ou mais fina. Quanto mais fino for o calcário maior será a sua reatividade.

A granulometria do material se expressa, em termos práticos, pela sua eficiência relativa (ER). A ER diz respeito à característica física do calcário, que depende do processo de moagem do material. A separação das partículas do material moído em diferentes classes de tamanho (Tabela 7) permite inferir sobre a percentagem de reação do calcário dentro de um período de três anos.

Tabela 7 - Reatividade do calcário de acordo com a sua granulometria (Lei nº 6.894 de 16/12/1980 e Decreto nº 4.954 de 04/01/2004)

Fração Granulométrica (mm)	Peneira ABNT (nº)	Eficiência Relativa ER (%)
>2,00	Retida na 10	0
0,84 – 2,00	Passa na 10, retida na 20	20
0,30 – 0,84	Passa na 20, retida na 50	60
< 0,30	Passa na 50	100

A granulometria permite, portanto, estimar a eficiência relativa (ER) de um calcário, ou a sua reatividade. Logo, a eficiência relativa pode ser calculada da seguinte forma:

$$ER = \frac{(a \times 0) + (b \times 20) + (c \times 60) + (d \times 100)}{(a + b + c + d)}$$

onde,

a = massa de calcário (%) retido na peneira nº 10;

b = massa de calcário (%) retido na peneira nº 20;

c = massa de calcário (%) retido na peneira nº 50;

d = massa de calcário (%) que passou pela peneira nº 50.

Multiplicando-se o poder de neutralização (PN) com a eficiência relativa (ER) de um calcário, tem-se o seu poder relativo de neutralização total (PRNT), conforme fórmula abaixo, que estima quanto de calcário irá reagir em um período de aproximadamente três anos.

$$\text{PRNT} = \frac{(\text{PN} \times \text{ER})}{100}$$

Pelo PRNT, os calcários são classificados em quatro grupos:

- a) Grupo A – PRNT entre 45 e 60%;
- b) Grupo B – PRNT entre 60,1 e 75%;
- c) Grupo C – PRNT entre 75,1 e 90%;
- d) Grupo D – PRNT maior que 90%.

Na Tabela 8 são apresentadas as características químicas e granulométricas de uma amostra de calcário. Com os dados podem ser calculados a ER e o PRNT.

Tabela 8 - Características químicas e granulométricas de um calcário.

Características químicas	Características granulométricas		
	(dag kg ⁻¹)	(mm)	(g)
CaO	43	>2,00	3
MgO	11	0,84 – 2,00	12
PN	87	0,30 – 0,84	23
-	-	≤ 0,30	62

$$\text{ER} = \frac{(3 \times 0) + (12 \times 20) + (23 \times 60) + (62 \times 100)}{(3 + 12 + 23 + 62)} = 78,2\% \quad \text{PRNT} = \frac{(87 \times 78,2)}{100} = 68\%$$

Isso significa que 68% do calcário deverão reagir na camada superficial do solo em aproximadamente três anos, corrigindo, portanto, a sua acidez.

A legislação (Lei nº 6.894 de 16/12/1980 e o Decreto nº 4.954 de 04/01/2004) determina, também, que os corretivos comercializados deverão possuir no mínimo, 67% de PN e 45% de PRNT. Os corretivos mais utilizados na neutralização da acidez do solo são os calcários (Tabela 9).

Conforme se observa na Tabela 6, os teores de Ca e Mg trocáveis se apresentam baixos, sendo uma limitação séria ao desenvolvimento do feijão-caupi. Assim a aplicação de um calcário que contenha, além de

Ca^{2+} , o Mg^{2+} terá, aliada ao seu efeito neutralizante da acidez, a elevação dos teores destes macronutrientes no solo, o que evidentemente não acontece quando se utiliza calcário calcítico, que apresenta menos de 5% de MgO .

Tabela 9 - Valores mínimos do poder de neutralização (PN) e da soma dos teores de CaO e MgO de corretivos da acidez do solo.

Material	PN (%)	$\text{CaO} + \text{MgO}$ (dag kg^{-1})
Calcários	67	38
Cal virgem agrícola	125	68
Cal hidratada agrícola	94	50
Escórias	60	30
Calcário calcinado agrícola	80	43
Outros	67	38

Fonte: Brasil, 1998.

A relação $\text{Ca}:\text{Mg}$ do corretivo é tão importante quanto a quantidade do corretivo a ser aplicada. A relação molar mais comumente utilizada é a de 3:1 ou de 4:1 de $\text{Ca}:\text{Mg}$. Logo não se deve descartar o uso de calcários calcíticos, pois pode-se fazer o seu uso em mistura com calcário dolomítico para compor um corretivo com relação $\text{Ca}:\text{Mg}$ dentro da necessidade da cultura.

Foi excluída da legislação (Lei nº 6.894 de 16/12/1980 e Decreto nº 4.954 de 04/01/2004) a designação de calcário magnesiano. Pelos teores de Mg , os calcários podem ser classificados em:

- a) Calcíticos – menos de 5% de MgO ;
- b) Dolomíticos – maior que 5% de MgO .

Na Tabela 10 são apresentadas as especificações técnicas de dois calcários. Com as informações dessa tabela será formulado um calcário a fim de atender a relação molar 4:1 de $\text{Ca}:\text{Mg}$.

1% de $\text{CaO} = 1 \text{ kg}$ de CaO em 100 kg de calcário ou 10 kg de CaO em 1.000 kg de calcário ou 10 kg t^{-1} CaO .

56 kg de CaO ————— 40 kg de Ca^{2+}

$$\begin{array}{l}
 10 \text{ kg de CaO} \text{ ————— } X \rightarrow (X = 7,143 \text{ kg ou } 7.143 \text{ g de Ca}^{2+}) \\
 1 \text{ mol}_c \text{ de Ca}^{2+} \text{ ————— } 20 \text{ g} \\
 X \text{ ————— } 7.143 \text{ g} \rightarrow (X = 357,15 \text{ mol}_c \text{ de Ca}^{2+})
 \end{array}$$

Tabela 10 - Especificações técnicas de dois calcários.

Calcário	CaO	MgO	PN ¹		PRNT ²	PTE ³
			%			
Calcítico (CC)	55	<1	96	80	80	115
Dolomítico (CD)	36	10	90	80	80	86

1/PN – poder de neutralização; 2/PRNT – poder relativo de neutralização total; 3/PTE – preço por tonelada efetiva.

Portanto, cada 1% de CaO em um calcário corresponde a 357 mol_c de Ca²⁺. Considerando que a recomendação de calcário é feita em tonelada por hectare, significa que 357,15 mol_c de Ca²⁺ estarão sendo aplicados em um volume de 2.000.000 dm³ (volume de solo de 1 ha, considerando uma profundidade de 20 cm) ou 0,0001785 mol_c dm⁻³ de Ca²⁺ no solo, 0,179 mmol_c de Ca²⁺ ou 0,0179 cmol_c.

Para o calcário dolomítico (CD) com 36% de CaO, tem-se:

$$\begin{array}{l}
 1\% \text{ de CaO} \text{ ————— } 0,0179 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Ca}^{2+} \\
 36\% \text{ de CaO} \text{ ————— } X \rightarrow (X = 0,644 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Ca}^{2+}) \\
 1\% \text{ de MgO} = 1 \text{ kg de MgO em } 100 \text{ kg de calcário ou } 10 \text{ kg de} \\
 \text{MgO em } 1.000 \text{ kg de calcário ou } 10 \text{ kg t}^{-1} \text{ MgO.} \\
 40,30 \text{ kg de MgO} \text{ ————— } 24,30 \text{ kg de Mg}^{2+} \\
 10 \text{ kg de MgO} \text{ ————— } X \rightarrow (X = 6,0 \text{ kg ou } 6.029 \text{ g de Mg}^{2+}) \\
 1 \text{ mol}_c \text{ de Mg}^{2+} \text{ ————— } 12,15 \text{ g} \\
 X \text{ ————— } 6.029 \text{ g} \rightarrow (X = 496 \text{ mol}_c \text{ de Mg}^{2+})
 \end{array}$$

Portanto, cada 1% de MgO em um calcário corresponde a 496 mol_c de Mg²⁺. Considerando que a recomendação de calcário é feita em tonelada por hectare, significa que 496 mol_c de Mg²⁺ estarão sendo aplicados em uma área de 2.000.000 dm³ ou 0,000250 mol_c dm⁻³ de Mg²⁺ no solo, 0,248 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺ ou 0,0248 cmol_c dm⁻³.

Para o calcário dolomítico com 10% de MgO, tem-se:

$$\begin{array}{l} 1\% \text{ de MgO} \quad \text{—————} \quad 0,0248 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Mg}^{2+} \\ 10\% \text{ de CaO} \quad \text{—————} \quad X \rightarrow (X = 0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Mg}^{2+}) \end{array}$$

A aplicação de 1 t deste calcário dolomítico (CD) implica em fornecer $0,643 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} e $0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg^{2+} . Logo o CD apresenta relação Ca:Mg de 2,57 ($0,644 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Ca}^{2+} / 0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Mg}^{2+}$), sendo necessário compor este calcário com um calcário calcítico (CC) para chegar à relação Ca:Mg de 4:1.

A necessidade de Ca^{2+} é assim estimada:

- $[\text{Ca}^{2+} \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}] = 4 \times [\text{Mg}^{2+} \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}]$ no CD;
- $[\text{Ca}^{2+} \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}] = 4 \times 0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg^{2+} ;
- $[\text{Ca}^{2+} \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}] = 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} .

Em 1 t de CD já são fornecidos:

- $0,250 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg;
- $0,644 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca.

Falta, então, elevar a concentração de Ca para o balanço 4:1, sendo:

- Necessidade de $\text{Ca}^{2+} = 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca
- Ca^{2+} fornecido = $0,644 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca
- Diferença = $0,36 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca

Este valor de Ca^{2+} deve ser suprido pelo calcário calcítico (CC):

Para o calcário calcítico com 55% de CaO, tem-se:

$$\begin{array}{l} 1\% \text{ de CaO} \quad \text{—————} \quad 0,0179 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Ca}^{2+} \\ 55\% \text{ de CaO} \quad \text{—————} \quad X \rightarrow (X = 0,985 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Ca}^{2+}) \\ 1.000 \text{ kg de CC} \quad \text{—————} \quad 0,985 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Ca}^{2+} \\ X \quad \text{—————} \quad 0,360 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de Ca}^{2+} \rightarrow (X = 366 \text{ kg de CC}) \end{array}$$

Logo, deverão ser aplicados 1.000 kg de CD para 366,59 kg de CC ou 1 parte de CD para 0,37 partes de CC.

Considerando o resultado da $NC = 1,11 \text{ t ha}^{-1}$, tem-se que compor o calcário com a seguinte mistura:

$$\begin{array}{l} 1,11 \text{ t ha}^{-1} \text{ ——— } 1,37 \text{ parte de CD + CC} \\ X \text{ ——— } 1,00 \text{ parte de CD} \rightarrow (X = 810 \text{ kg de CD}) \\ 1,11 \text{ t ha}^{-1} \text{ ——— } 1,37 \text{ parte de CD + CC} \\ X \text{ ——— } 0,37 \text{ parte de CC} \rightarrow (X = 300 \text{ kg de CC}) \end{array}$$

Nesse caso, deve-se proceder a correção de cada calcário pelo seu PRNT para formular um calcário com relação Ca:Mg (4:1 mol.), ideal para a cultura do feijão-caupi.

5.4. ESCOLHA DO CALCÁRIO

Quando possível recomenda-se escolher o calcário que apresentar o menor preço por tonelada efetiva (PTE).

$$PTE = (\text{Preço por t na propriedade/PRNT}) \times 100$$

No exemplo da Tabela 10 tem-se o PTE de cada calcário, sendo:

$$PTE (\text{CD}) = (86,00/80) \times 100 = \text{R\$ } 107,50$$

$$PTE (\text{CC}) = (115,00/80) \times 100 = \text{R\$ } 143,75$$

5.5. ÉPOCA E MODO DE APLICAR O CALCÁRIO

Por ser de baixa solubilidade e de reação lenta, o calcário deve ser aplicado no solo, pelo menos, dois a três meses antes do plantio, para que ocorram as reações. Entretanto, os solos com argila de baixa atividade, como a caulinita, predominante nos solos da classe do Latossolo Amarelo, apresentam baixo poder tampão de pH, que é a propriedade de um solo resistir às mudanças de pH. Logo os Latossolos Amarelos não apresentam grande resistência à mudança de pH quando são calcariados. Portanto, a calagem nesses solos provoca mudança no pH em tempo inferior ao observado em solos de alto poder tampão, não sendo necessário observar o período de dois a três meses, podendo-se

proceder a aplicação do corretivo entre 15 e 30 dias antes do plantio, havendo a necessidade de umidade no solo para que ocorram as reações neutralização.

O calcário deve ser distribuído uniformemente sobre a superfície do solo, manualmente ou por meio de máquinas apropriadas, devendo ser incorporado com arado e/ou grade na profundidade entre 15 e 20 cm (camada arável). No período entre a calagem e o plantio, é necessário que se mantenha o solo úmido para que ocorram as reações de neutralização da acidez.

Tabela 11 - Valores médios e Coeficientes de Variação (C.V.) da massa da vagem e massa de grãos, do número de grãos, tamanho da vagem e número de vagens por metro quadrado, de feijão-caupi (cultivar UFRR Grão Verde) no estágio de grãos verdes e grãos secos, em função de quatro modos de aplicação de uma dose de 800 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico.

Variáveis	C.V.(%)	Modos de aplicação do calcário			
		Incorporado	Superficial	Localizado	Localizado + Superficial
Grãos Verdes (kg ha ⁻¹)					
Peso da vagem (kg ha ⁻¹)	8,13	5.324,00 a*	4.844,80 a	4.765,10 a	5.366,20 a
Peso de grão (kg ha ⁻¹)	7,70	3.159,00 ab	3.071,30 ab	2.735,80 b	3.227,50 a
Número de grão/vagem	2,90	11,80 a	11,80 a	10,90 b	12,10 a
Tamanho da vagem	1,75	15,80 a	15,90 a	15,80 b	16,20 a
Número de vagem m ⁻²	8,32	121,30 ab	110,90 b	116,70 ab	130,80 a
Grãos Secos (kg ha ⁻¹)					
Peso da vagem (kg ha ⁻¹)	8,98	1.493,40 b	1.611,50 ab	1.627,90 ab	1.917,20 a
Peso de grão (kg ha ⁻¹)	10,33	1.093,80 b	1.220,70 b	1.256,70 ab	1.463,20 a
Número de grão/vagem	3,96	11,10 b	12,40 a	12,30 a	12,50 a
Tamanho da vagem	2,39	15,80 a	16,00 a	15,50 a	16,10 a
Número de vagem m ⁻²	9,15	89,80 b	93,50 ab	96,10 ab	106,10 a

* - Valores seguidos da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Incorporado - calcário incorporado na camada de 0 - 20 cm; Superficial - calcário aplicado a lanço (sem incorporação); Localizado - calcário aplicado somente na linha de plantio e Localizado + Superficial - metade da dose de calcário aplicado na linha de plantio e a outra metade aplicada de modo superficial em toda parcela.

Com intuito de aumentar a disponibilidade de cálcio e magnésio no solo, alguns agricultores têm aplicado parte da recomendação do calcário no sulco de plantio. Nessa linha, um experimento foi conduzido no Campus do Cauamé – UFRR, município de Boa Vista-RR, por Oliveira et al. (2005), no qual foram testadas quatro formas de aplicação da dose de 800 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (dose recomendada).

Os resultados apontam que houve pouca variação entre os modos de aplicação do calcário, destacando-se o tratamento onde metade da dose recomendada do calcário foi localizada na linha de cultivo e o restante aplicado superficialmente, com média de produção de grão superior aos demais tratamentos (Tabela 11).

5.6. RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

A maioria dos produtores de feijão-caupi não utiliza adubação em seus cultivos, especialmente devido à falta de informações. Somente os Estados do Acre e Pará possuem tabelas de recomendação de calagem e adubação à disposição dos extensionistas e produtores, para as recomendações desses insumos, e apenas a tabela do Pará contém recomendações para feijão-caupi (Tabela 12). A ausência dessas informações resulta em uma baixa produtividade e esgotamento das reservas nutricionais do solo.

Tabela 12 - Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para feijão-caupi em função de resultados de análise do solo, considerando uma estimativa de produtividade entre 1.200 a 1.800 kg ha⁻¹ de grãos, do Estado do Pará.

Época	N (kg ha ⁻¹)	P no solo (mg dm ⁻³) ¹			K no solo (mg dm ⁻³) ¹		
		0 - 8,9	9-15	> 15	0 - 40,9	41 - 80	> 80
		P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			K ₂ O (kg ha ⁻¹)		
Plantio	-	70	50	30	60	40	20
Cobertura	20	-	-	-	-	-	-

¹ Extrator Mehlich-1; Fonte: Cravo e Sousa, 2007b.

Devido à falta de tabelas de recomendações, na maioria dos Estados, os produtores de feijão-caupi, quando decidem fazer adubação de suas lavouras, utilizam as recomendações dos fertilizantes e das quantidades a aplicar ou de vendedores de adubos ou de tabelas de recomendações elaboradas para outros Estados fora da região amazônica.

Existem casos em que os agricultores não utilizam adubação e nem corretivos em seus plantios, como os usuários do sistema de

cultivo “abafado” no Maranhão, conforme descrito no Capítulo 2. Da mesma forma, nos cultivos praticados nas várzeas da região, especialmente nos Estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima e parte ocidental do Pará, o uso de adubação e calagem tem sido dispensável, pelo fato da maioria dos solos apresentar pH próximo do neutro e teores elevados de P, Ca, Mg e K (NOGUEIRA, 1981; CRAVO et al., 1996; SOUSA et al., 2006; GONÇALVES; FONTES, 2008).

Por outro lado, nos sistemas de cultivo mais tecnificados, como o plantio direto, que começa a se expandir no Estado do Pará, o uso de fertilizantes e calcário é indispensável. Considerando-se que os solos dessa região são de baixa fertilidade natural e vêm sendo explorados por muito tempo, torna-se necessário fazer uma “correção de base” com calcário, fosfato, potássio e micronutrientes. Essa correção vem sendo feita pelos produtores que utilizam resultados de análise do solo e seguindo as recomendações de calagem e adubação propostas por Cravo e Souza (2007b) para a cultura do feijão-caupi. O mesmo procedimento vem sendo aplicado para os cultivos em sistemas de rotação e consórcio, utilizando as técnicas do Sistema Bragantino (CRAVO et al., 2005).

No sistema denominado “safrinha”, descrito no Capítulo 2, devido às áreas já terem sido utilizadas por culturas exigentes em termos nutricionais, como o milho e a soja, por exemplo, não é feita uma fertilização de base, sendo utilizado apenas o efeito residual da adubação dessas culturas. Entretanto, em solos arenosos, com até 20% de argila, têm sido usados de 100 a 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 00-18-18 mais micronutrientes ou, 02-20-10 mais micronutrientes, para o cultivo do feijão-caupi. Em outros casos, são usados 100 kg ha⁻¹ de MAP, com posterior cobertura com 100 kg ha⁻¹ de KCl aos 25 a 30 dias após a emergência das plantas. Essas adubações, embora sejam feitas calcadas nos resultados de análise do solo, são interpretadas com base nas recomendações propostas por Melo e Cardoso (2000) para o Estado do Piauí.

Os agricultores familiares da região nordeste do Pará, em sua maioria, utilizam adubação química, hábito adquirido a partir da cultura

do algodão, há muito tempo cultivado na região. Entretanto, normalmente não usam a análise de solo, para definir as quantidades e qualidades desses insumos a aplicar (CRAVO; SMYTH, 2005).

Onde é necessária a adubação nitrogenada, recomenda-se o uso das combinações de sulfato de amônio e superfosfato triplo, ou uréia e superfosfato simples, para garantir o fornecimento de enxofre às plantas, uma vez que os solos da região vêm apresentando indícios de deficiências desse elemento (CRAVO; SOUZA, 2007b).

Em solos com deficiência de micronutrientes, detectada pela análise de solo ou ensaios biológicos, ou ainda em áreas que já vêm sendo utilizadas seguidamente com a cultura do feijão-caupi, sem adubação com micronutrientes, é recomendado aplicar o equivalente a 30 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 ou outra fonte que contenha todos os micronutrientes, em mistura com o adubo fosfatado (CRAVO; SOUZA, 2007b). Novas aplicações de micronutrientes só devem ser feitas caso os resultados de análise do solo ou foliar indiquem deficiência desses nutrientes.

Com base na recomendação de adubação do Estado do Pará (Tabela 12) é apresentado um exemplo de cálculo de adubos para o feijão-caupi em um solo da classe dos Latossolos Amarelo do Estado de Roraima, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 6.

De posse do resultado da análise química da amostra do solo que representa uma área homogênea, o técnico deve verificar quais doses de nitrogênio (N), de fósforo (P₂O₅) e de potássio (K₂O) devem ser aplicadas. Essas doses apresentam definida relação. Para efeito de simplificação, essa relação é conhecida como N:P:K. Considerando que será utilizada a inoculação com bactérias fixadoras de N, não será necessária a aplicação de N.

Doses dos nutrientes:

P₂O₅ – Considerando-se que o teor de P disponível é de 0,45 mg dm⁻¹ (Tabela 6), recomenda-se aplicar 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 12).

K_2O – O teor de K disponível apresentado pela Tabela 6 é de 23,46. Recomenda-se a aplicação de 60 kg ha^{-1} de K_2O (Tabela 12).

6. DOSES DOS FERTILIZANTES

6.1. USO DE ADUBOS FORMULADOS

Os adubos formulados são identificados pelas porcentagens de nutrientes que contêm, sempre na mesma sequência: %N - % P_2O_5 - % K_2O . Em um formulado 02-20-10, tem-se: 2% de N, 20% de P_2O_5 e 10% de K_2O .

Para o feijão-caupi, a escolha do formulado deve ser procedida da seguinte forma:

a) Colocam-se as três doses de nutrientes na mesma ordem de expressão das porcentagens no formulado (N-P-K): 00-70-60;

b) Dividem-se as três doses pela dose menor, para a obtenção da fórmula mínima:

$$(70/60) (60/60) = 0 - 12 - 1$$

c) Procura-se um formulado com a mesma fórmula mínima ou uma fórmula aproximada, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Exemplos de fórmulas mínimas, exatas e próximas de N-P-K encontrados no mercado brasileiro.

Mínima	Fórmulas					
	Exatas			Próximas		
0-1-1	00-15-15	00-18-18	00-25-25	00-15-18	00-20-18	00-22-20
0-1-2	00-15-30	00-18-36		00-12-20	00-16-36	
1-1-1	10-10-10	12-12-12		07-11-09	12-12-15	
1-1-3	08-08-24			14-14-20		
1-2-1	10-20-10			06-13-06	12-17-10	
1-3-2	04-12-08	05-15-10	08-24-16	08-20-15	08-28-16	10-30-16
1-9-4	02-18-28					
1-10-5	02-20-10			02-20-15	02-20-18	
2-1-1	20-10-10			20-09-09		
2-1-2	12-06-12	20-10-20	18-09-12			
3-1-3	14-05-05	24-08-08	15-05-05			

Fonte: Tomé Júnior, 1997

d) Verifica-se que a fórmula mínima mais próxima dos valores na Tabela 13 é 0-1-1, correspondente às fórmulas exatas 00-15-15, 00-18-18 ou 00-25-25 e às fórmulas próximas: 00-15-18, 00-20-18 ou 00-22-20. Para exemplo de cálculo será utilizado o formulado 00-20-18;

e) Antes de usar o formulado, deve-se verificar se o mesmo atende às doses de nutrientes exigidas, sendo:

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ kg do } 00-20-18 & \text{---} & 20 \text{ kg de } P_2O_5 \\ X & \text{---} & 70 \text{ kg de } P_2O_5 \rightarrow (X = 350 \text{ kg de } 00-20-18) \end{array}$$

Conclui-se que se for utilizado o formulado 00-20-18, serão necessários 350 kg ha^{-1} para atender a demanda por P_2O_5 .

f) Verifica-se, agora, se a dose de 350 kg ha^{-1} do formulado atende a quantidade exigida de K_2O :

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ kg de } 00-20-18 & \text{---} & 18 \text{ kg de } K_2O \\ 350 \text{ kg de } 00-20-18 & \text{---} & X \rightarrow (X = 63 \text{ kg de } K_2O) \end{array}$$

Conclui-se que a dose de K_2O é atendida plenamente com este formulado. Quando o formulado apresenta exatamente a mesma fórmula mínima que as doses de nutrientes que se deseja aplicar, basta calcular a dose necessária para atender a um dos nutrientes. Desta forma, a quantidade dos demais será automaticamente atendida.

Deve-se observar que dois formulados com a mesma fórmula mínima, mas com concentrações diferentes de N-P-K (04-16-08 e 08-30-16, por exemplo), terão preços proporcionais à sua concentração. Entretanto, os mais concentrados serão empregados em menores doses e, dessa forma, o custo final da adubação será o mesmo, independentemente do formulado escolhido.

6.2. USO DE ADUBOS SIMPLES

a) Adquirir os fertilizantes minerais simples e fazer a mistura dos mesmos. Como alternativa sugere-se:

- Superfosfato simples (18% de P_2O_5)

- Cloreto de Potássio (60% K_2O)

100 kg superfosfato simples — 18 kg de P_2O_5

X — 70 kg de P_2O_5 → (X = 389 kg ha^{-1} de S. Simples)

100 kg cloreto de potássio — 60 kg de K_2O

X — 60 kg de K_2O → (X = 100 kg ha^{-1} de Cloreto de Potássio)

Para esta situação é necessário que se tenha todo o cuidado na mistura desses fertilizantes, que apresentam densidades diferentes, sendo aconselhável o uso de misturador mecânico para grandes volumes.

Quando não houver evidências locais de deficiência de enxofre (por deficiência visual em qualquer cultura plantada na área ou por teores na análise de solo superiores a 10 mg dm^{-3} de S disponível), o uso de superfosfato triplo (42 a 46% de P_2O_5) pode ser mais econômico, devendo-se fazer uma pesquisa de preço no mercado local. No caso acima, seriam necessários 167 kg ha^{-1} de superfosfato triplo (considerando 42% de P_2O_5) para fornecer o fósforo requerido.

7—CONCLUSÕES

O feijão-caupi vem sendo cultivado na região, principalmente pelos pequenos agricultores, sem uso ou com uso inadequado de fertilizantes e calcário, culminando com a obtenção de baixas produtividades de grãos.

Alguns fatores podem estar relacionados com essa falta de adubação e calagem para a cultura, podendo-se destacar como principais: 1) a falta de conhecimento dos agricultores da importância dessa prática; 2) a carência de assistência técnica na região para orientação dos produtores; 3) o desconhecimento, por parte dos pequenos produtores, das linhas de crédito existentes para esse fim; e, 4) os elevados preços desses insumos praticados na região.

Felizmente, uma grande fatia dos produtores, especialmente os dos maiores centros produtores, como é o caso do Pará e do Mato

Grosso, já vem adotando tecnologias modernas, envolvendo o uso racional de calagem e adubação para o cultivo do feijão-caupi, redundando em melhorias das características químicas dos solos e no aumento da produtividade da cultura.

O manejo dos fertilizantes e corretivos deve levar em consideração os aspectos discutidos ao longo deste capítulo, sendo assim resumidos: a) uso das quantidades adequadas de fertilizantes e corretivos de acordo com a recomendação feita pelo laboratório; b) modo de distribuição do fertilizante e corretivo deve ser adequado ao sistema radicular da planta e à textura do solo; c) parcelamento de acordo com a demanda nutricional da planta, textura do solo e disponibilidade de água; d) preservação da qualidade do solo; e) custo da adubação.

O sucesso dessa prática depende da observação de todos esses pontos mencionados. Só assim é possível manter a produtividade elevada, com custos compatíveis e garantir a preservação do solo, da água e dos recursos naturais.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. FNP Consultoria e Comércio, 2001. 545 p.

ALVAREZ V, V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T. G.; ALVAREZ V, V.H. (Ed.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais, 1999. p. 43-60.

ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. de A. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J. da; SILVA, L. C. DA; SANTOS, E.G. dos. Componentes de produção de uma linhagem de feijão-caupi precoce consorciada com a mandioca no Lavrado de Roraima. In: REUNIÃO NACIONAL de PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 98-101.

ALVES, J. M. A.; SILVA, A. J. da; UCHÔA, S. C. P.; OLIVEIRA, J. M. F. de;

SILVA, L. C. da. Resposta da cultivar de algodão Antares a níveis de adubação fosfatada e calagem em Latossolo Amarelo da formação Boa Vista do Estado de Roraima. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2000, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; FRIZZONE, J. A. CARDOSO, M.J.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B. Níveis de irrigação na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 17-20, 2002.

AQUINO, F. A.; AQUINO, B. F. de; FERREYRA, H. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I. da; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1993. 248 p.

ARAÚJO, E. A.; AMARAL, E. F.; LANI, J. L. Amostragem de Solo. In: WADT, P.G.S.(Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005, p. 229-243.

BENEDETTI, U. G. **Estudos detalhado dos solos do Campus do Cauamé da UFRR**. 2007. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S. Interpretação dos resultados de análise de solo. In: CRAVO, M.S; VIÉGAS, I.J.M; BRASIL, E.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 43-48.

BRASIL, E.C.; VELOSO, C.A.; CRAVO, M.S. Amostragem de solo. In: CRAVO, M.S; VIÉGAS, I.J.M; BRASIL, E.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 31-38.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento: **Legislação: Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes destinados à agricultura**. Brasília, 1998.

CAMARGO, A. P.; RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; ROCHA, T. R.; NAGAI, V.;

MASCARENHAS, H. A. A. Efeito da calagem nas produções de cinco cultivos de milho, seguidos de algodão e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 1007-1012, 1982.

CANTARELLA, H.; ANDRADE, J. C. de; RAIJ, B. VAN. Unidades de representação. In: RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 164-172.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. de; PRIETO, H. E.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B. Influência do manejo do solo e da planta na produtividade de grãos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 105 - 107.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Produtividade de grãos de feijão caupi relacionada à densidade de plantas e à associação com milho em solo de tabuleiro costeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. p. 76-79.

CAVALCANTE, E. S.; PINHEIRO, I. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 20 p. (Embrapa Amapá. Circular técnica, 6).

CHITOLINA, J. C. **Contribuição de alguns fatores nos resultados de análise química de terra e seus efeitos nas recomendações de adubação e calagem**. 1982. 200 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **SISTEMA BRAGANTINO: Agricultura sustentável para a Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **Sistema Bragantino: Agricultura sustentável para a Amazônia.** Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

CRAVO, M. S.; DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J. F.; MARTINS, G. C. Uso agrícola atual e potencial das várzeas do Estado do Amazonas. In: WORKSHOP SOBRE AS POTENCIALIDADES DE USO DO ECOSISTEMA DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. **Anais...** Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 1996. p. 69-83.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Atributos físico-químicos e limitações dos solos de áreas produtoras de Feijão-caupi no nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Resumos Expandidos...** Recife: PE, 2005. CD-ROM.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 607-616, 1997.

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007b. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. Feijão-Caupi. In: CRAVO, M. C.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará.** Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2007a. p.147 – 149.

CRAVO, M. S e SMYTH, T. J. Sistema de cultivo com altos insumos na Amazônia brasileira. In: SMYTH, T.J.; RAUN, W.R.; BERTSCH, F. (Ed.). **Manejo de suelos tropicales en Latinoamérica.** Raleigh: North Carolina State University, 1991. p.144 – 156.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Nível crítico para feijão-caupi em Latossolo Amarelo textura média do nordeste paraense. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. 6., 2006, Teresina. **Anais...** Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2006a. CD-ROM.

- CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Tecnologias para produção de feijão-caupi no estado do Pará. In: ENCONTRO AGROTECNOLÓGICO PARA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS. 2., 2006, Tailândia. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006b. p 99-118.
- EMATER. Palestra sobre feijão-caupi, em Reunião do Comitê Gestor do Feijão-caupi. Capanema - Pará, 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1994. 227 p.
- FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE RORAIMA – FECOR. **Roraima 95: Economia e Mercado**. Boa Vista, 1995. 121 p.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. DE A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p.
- GONÇALVES, J. R. P.; FONTES, J. R. A. Cultivo sustentável de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em ecossistema de várzea amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 17., Rio de Janeiro, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro, Embrapa, 2008.
- GONÇALVES, J. R. P.; FONTES, J. R. A. Cultivo sustentável de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em ecossistema de várzea amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 17., Rio de Janeiro, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro, Embrapa, 2008.
- HALL, A. E. Future directions of bean-cowpea collaborative research support program. **Field Crops Research**, v. 82, p. 233-240, 2003.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Brasília: IBGE. 2008.
- LACERDA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. ANDRADE, M.J.B; SOARES, A. L. L.

Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, p. 67-82, 2004.

LIMA, V. C. **Projeto Solo na Escola – Solos da Amazônia: Mitos e Equívocos**. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, 2009. Disponível em: <<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/texto4.html>>. Acesso em 12 jun. 2009.

LOPES, A. S. **Micronutrientes: filosofia de aplicação e eficiência agrônômica**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1999. 72 p. (Boletim Técnico, 8).

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1988, 889 p.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; MORGADO, L. B. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.38, p. 333-339, 2003.

MATSUMOTO, H. Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants. *International review of cytology*, v. 200, p. 1-46, 2000.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J. Fertilidade, correção e adubação do solo. In: **A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI NO MEIO-NORTE DO BRASIL**, 2000. Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 91-103. (Embrapa Meio-Norte, Circular Técnica, 28).

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 28 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

MENDEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of Plant Nutrition**. 4 ed. Berna: International Potash Institute, 1987. 687 p.

NOGUEIRA, O. L. **Cultura do feijão-caupi no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa UEPAE de Manaus, 1981. 21 p, (Embrapa UEPAE de Manaus, Circular Técnica, 04).

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; MELÉM JÚNIOR, N. J. **Aptidão agrícola das**

terras do Município de Porto Grande, Estado do Amapá. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 31 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 28).

OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B.; ALVES, E. U.; PEREIRA, E. L. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 215-221, 2001.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 393-486, 2002.

OLIVEIRA, G. A. ; UCHÔA, S. C. P. ; ALVES, J. M. A. ; SILVA, A. J. ; SANTOS, C. S. V.; CIRQUEIRA, E. M. ; PECCINI, L. ; BRASIL, R. P. ; CARVALHO, K. S. Efeito do modo de aplicação de calcário na produção de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) verde e seco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., Recife, 2005. **Anais...** Recife, UFRP, 2005.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 83-90, 2001.

RABELO, B. V. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE**. Macapá: IEPA, 2002. 137 p.

RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142 p.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997, 285p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

ROCHA, M. de M. ; FREIRE FILHO, F. R. ; RIBEIRO, V. Q. ; CARVALHO, H. W. L. ; BELARMINO FILHO, J. ; RAPOSO, J. A. A. ; ALCÂNTARA, J. P. ; RAMOS, S. R. R. ; MACHADO, C. de F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1283-1289, 2007.

SILVA, P. S. L.; FREITAS, C. J. Rendimentos de grãos verdes de milho e caupi em cultivos puros e consorciados. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, p. 28-38, 1996.

SINGH, B. B. Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.)Walp.] In: SINGH, R. J.; JAUHAR, P. P. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 1982. p. 22-40.

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. Critical phosphorus levels for corn and cowpea in a Amazon Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 82, p. 309-312, 1990a.

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. **Avaliação da necessidade de P para culturas anuais no nordeste paraense**. Curso: Manejo da fertilidade do solo e uso do programa computacional NuMaSS 2.2. Belém:Embrapa Amazônia Oriental, 2007. CD-Rom.

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. Phosphorus management for continuous corn-cowpea production in a Brazilian Amazon Oxisol - **Agronomy Journal**, v 82, p. 305-309, 1990b.

SOARES, A. L. L.; PEREIRA, A. R.; FERREIRA, P. A. A; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I.Caupi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p.795-802, 2006.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; LOBATO, E.; KLIEMANN, H. J. Avaliação de métodos para determinar as necessidades de calcário em solos de Cerrados de Goiás e do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.2, p.144-148, 1980.

SOUZA, F. F.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; COSTA, E. F. M; NOGUEIRA, M. L.; SÁUMA JÚNIOR, A. S. **Genótipos de feijão-caupi para cultivo nas várzeas do rio Madeira, em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 17p. (Comunicado técnico, 308).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SILVA A. J. da; OLIVEIRA, G. A.; SANTOS, C. S. V. dos; NOBRE, R. D.; KEIKO, M.; IVANOFF, M. E.; PECCINI, L.; LUZ, D. S. Resposta do feijão-caupi a doses de enxofre em Latossolo Amarelo do Cerrado de Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

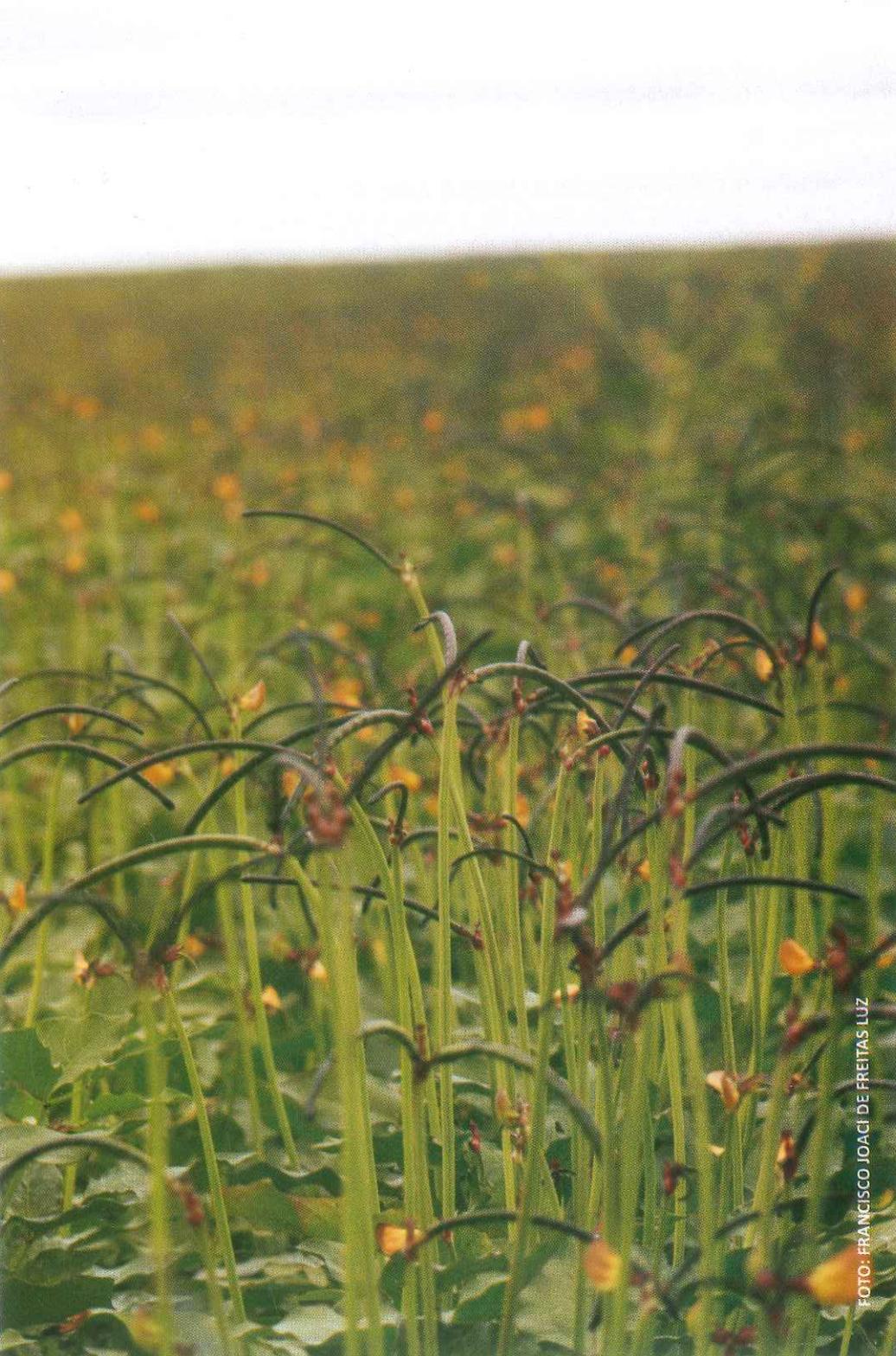
UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J.; ALVES, J. M. A.; MELO, V. F.; OLIVEIRA, J. M. F.; PECCINI, L. Identificação de Genótipos de Feijão-caupi Tolerantes a Acidez em um Latossolo Vermelho-Amarelo do Estado de Roraima. **Agroambiente on-line**, Boa Vista, v.1, 2007.

WADT, P. G. S.; CRAVO, M. S. Interpretação dos resultados de análises de solos In: WADT, P. G. S. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005, p.229-243.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, v. 19, p.1467-1476, 1988.

ZILLI, J. E. ; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R. NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, p. 811-818, 2006.

ZILLI, J. E.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. **BR3262**: Nova estirpe de *Bradyrhizobium* para a Inoculação de feijão-caupi em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 06 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 10).



FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Jerrí Édson Zilli

Gustavo Ribeiro Xavier

Fátima Maria de Souza Moreira

Antônio Carlos Reis de Freitas

Luiz Antônio de Oliveira

1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido observado um grande aumento no consumo de fertilizantes, principalmente devido à expansão da economia mundial, com conseqüente aumento da demanda por alimentos e aumento das áreas cultivadas com espécies destinadas à produção de biocombustíveis. No Brasil, entre 2005 e 2007, houve aumento no uso de fertilizantes em mais de 4 milhões de toneladas, sendo o consumo no último ano superior a 24 milhões de toneladas (CONAB, 2008).

Esse maior consumo, aliado à elevação dos preços do petróleo, tem provocado aumentos significativos do preço dos fertilizantes agrícolas. Apenas no ano de 2007, observou-se no Brasil um aumento de mais de 30% no custo da uréia, principal fertilizante nitrogenado (ANDA, 2008).

Esta nova situação de mercado implica na abertura de grande oportunidade para estímulo à exploração de processos biológicos economicamente viáveis, como a fixação biológica de nitrogênio (FBN). O potencial da FBN para aumento da produtividade agrícola não tem sido explorado de forma ampla na agricultura tropical, apesar da constatação de aumentos significativos na produtividade da cultura da soja, na qual foram economizados, com a substituição dos adubos nitrogenados pela inoculação de sementes com estirpes de

Bradyrhizobium, cerca de US\$ 4 bilhões na safra 2007/2008, numa área cultivada de aproximadamente 22 milhões de hectares (ANDA, 2008; CONAB, 2008; HUNGRIA et al., 2007).

A FBN é um processo biológico no qual bactérias fornecem nitrogênio para o desenvolvimento das plantas. Este processo é mais bem conhecido em leguminosas, como o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], nas quais ocorre a formação de nódulos radiculares e, em algumas espécies também caulinares, onde a enzima nitrogenase transforma o nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (Figura 1A, B e C).



Figura 1 – Detalhes de raízes e parte aérea de plantas de feijão-caupi, (A) raiz nodulada em ensaio de casa de vegetação, (B) raiz nodulada em ensaio de campo, (C) planta de feijão-caupi inoculada, contrastada com o tratamento controle e adubação nitrogenada em experimento de casa de vegetação. Fotos: A, C - J. E. Zilli; B - A. C. R. Freitas.

A FBN representa um dos processos mais importantes à vida no planeta, sendo estimada sua extinção em algumas décadas caso esse processo fosse interrompido. Estima-se que a entrada de nitrogênio (N) nos ecossistemas possa chegar a 300 teragramas (Tg) por meio da FBN, enquanto a produção industrial, especialmente de uréia através do processo Haber-Bosch, na ordem de 100 Tg (GALLOWAY et al., 2003).

Na agricultura, estima-se que a exploração da FBN contribua com cerca de 30% do nitrogênio necessário ao desenvolvimento das culturas, que é estimado em mais de 100 Tg anualmente (GALLOWAY et al., 2003). Para a *commodity* da soja no Brasil, a FBN é um fator indispensável à competitividade no mercado mundial, haja vista que o saldo da balança comercial com produtos da soja acrescentou cerca de

US\$ 11 bilhões em 2007 (MAPA, 2008), mostrando que a exploração da FBN contribui, indiretamente, com cerca de 30 a 40% das exportações com a cultura da soja.

Infelizmente, no Brasil, o benefício desse processo se restringe apenas à cultura da soja, pois 99% dos inoculantes rizobianos (inoculantes contendo bactérias do grupo rizóbio), cerca de 25 milhões de doses de inoculantes anualmente produzidos no Brasil, destina-se exclusivamente a essa cultura, apesar da existência de estirpes selecionadas para quase 100 espécies de leguminosas, incluindo o feijão-caupi (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A baixa exploração do processo de FBN na cultura do feijão-caupi é decorrente, principalmente, do baixo aporte tecnológico à cultura, pelo fato dos cultivos serem na maioria das vezes de subsistência; pela falta de resultados satisfatórios com inoculantes até alguns anos atrás; e também, pelo fato da cultura nodular facilmente com bactérias do grupo rizóbio estabelecidas no solo. Além disso, a informação sobre a disponibilidade de inoculantes não é acessível aos pequenos agricultores, responsáveis pela maior parte da produção dessa cultura (SOUSA; MOREIRA, 2008).

A nodulação espontânea que ocorre no feijão-caupi tende a suprir parcialmente a demanda de nitrogênio, especialmente em área com histórico recente de cultivo dessa cultura ou de outra leguminosa que nodule com bactérias que se associam ao feijão-caupi, como é o caso da soja. Experimentos em condições controladas demonstraram que algumas estirpes inoculantes de feijão-caupi podem nodular eficientemente com a soja (MIGUEL; MOREIRA, 2001) e que estirpes isoladas de siratro podem nodular eficientemente feijão-caupi (LIMA et al., 2005). Entretanto, apesar de ocorrer nodulação espontânea em plantas de feijão-caupi, tem sido observado que a maioria das bactérias presentes no solo apresenta baixa eficiência, tornando necessária a inoculação para um eficiente uso do processo de FBN.

Trabalhos desenvolvidos em várias regiões brasileiras têm mostrado benefícios da inoculação para aumento de produtividade de grãos dessa cultura, inclusive com isolados de rizóbios oriundos da região amazônica (LACERDA et al., 2004; MARTINS et al., 2003; SOARES et al., 2006), o que abre uma perspectiva de crescimento do uso de inoculantes e tecnologias para o feijão-caupi no Brasil (RUMJANEK et al., 2005).

Dessa forma, este capítulo objetiva discutir os benefícios da FBN na cultura do feijão-caupi, destacando peculiaridades para a adoção dessa tecnologia.

2 - A FBN NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

Historicamente, a cultura do feijão-caupi no Brasil está associada a cultivos de subsistência, tanto na Região Nordeste quanto no Norte. Apenas nos últimos anos têm surgido grandes lavouras com essa cultura (ver Capítulo 2). De forma semelhante, também em países africanos e asiáticos, os cultivos, em sua grande maioria, destinam-se à alimentação da família dos agricultores, contribuindo para o balanço nutricional da dieta (TARAWALI et al., 2002).

Seja em países africanos, especialmente em áreas de savana, ou no Brasil, os solos onde o feijão-caupi é cultivado são pobres em matéria orgânica e, conseqüentemente, nitrogênio, como é característico na maioria dos solos de regiões tropicais (HARRIS, 1998; MELO et al., 2003). Considerando que a cultura exporta uma quantidade expressiva de nitrogênio através dos grãos, os quais possuem um teor de proteína entre 20 e 30% (NIELSEN et al., 1993), a FBN mostra-se indispensável ao desenvolvimento da cultura e ao balanço de nitrogênio nos sistemas produtivos (CARSKY et al., 2002).

Em termos de produtividade de grãos, trabalhos desenvolvidos no semi-árido nordestino têm mostrado a obtenção de rendimentos significativos com a utilização de inoculantes com estirpes eficientes

(MARTINS et al., 2003). Em experimentos conduzidos em campo sob condições de sequeiro, estes autores obtiveram rendimentos de grãos de aproximadamente 700 kg ha⁻¹ em tratamentos inoculados, sendo semelhantes ao uso de adubação nitrogenada na dose de 50 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, dose aplicada quando essa prática é utilizada pelos produtores da região.

Também em experimentos realizados no sul de Minas Gerais, com inoculação de estirpes selecionadas na região amazônica, os rendimentos de grãos alcançaram entre 1.000 e 1.400 kg ha⁻¹, semelhantes ao controle com 70 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo esses significativamente superiores às produtividades obtidas no tratamento controle com as estirpes nativas: entre 350 e 1.000 kg ha⁻¹ (LACERDA et al., 2004; SOARES et al., 2006).

De fato, a adoção dessa tecnologia pelos agricultores nordestinos tem alcançado resultados positivos em relação aos aspectos econômicos, sociais e ambientais e, como consequência, a tecnologia de inoculação do feijão-caupi foi certificada pela Fundação Banco do Brasil como Tecnologia Social, que compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social.

Os benefícios da FBN na cultura do feijão-caupi incluem, além do suprimento de N para o desenvolvimento das plantas, o fornecimento de nitrogênio/proteína à alimentação humana - através dos grãos - e o aporte de quantidade significativa de nitrogênio ao solo, por meio dos restos culturais, que pode contribuir para a elevação da matéria orgânica e fertilidade do solo para a cultura em sucessão (CARSKY et al., 2002; URQUIAGA; ZAPATA, 2000).

Em geral, tem sido observado que a quantidade de nitrogênio fixado na cultura varia de 20 a mais de 200 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, representando de 55 a 70% do total acumulado pela planta (ANKOMAH et al., 1995; CARSKY et al., 2002; BADO et al., 2006).

Em experimento de avaliação da contribuição do feijão-caupi como fornecedor de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico de produção, Castro et al. (2004) observaram que o N derivado da FBN chegou a 90% do total acumulado pelas plantas, tendo sido fixada uma quantidade superior a 100 kg ha⁻¹, mesmo em área com elevado teor de matéria orgânica. Neste estudo, foram constatados efeitos positivos do feijão-caupi para o balanço de N no sistema e para a cultura em sucessão.

Considerando-se a área cultivada no Brasil com o feijão-caupi, a média de produtividade, o teor de N nos grãos e o custo do fertilizante nitrogenado, estima-se uma economia anual superior a US\$ 70 milhões em fertilizantes nitrogenados em decorrência da FBN (maiores detalhes no decorrer desse capítulo). Entretanto, as estimativas do nitrogênio fixado para a cultura do feijão-caupi e a contribuição desse processo para o rendimento de grãos apresentam grande variabilidade, isto porque as condições de cultivo são diversas, o que influencia na produtividade e no próprio acúmulo de nitrogênio pelas plantas (SANGINGA et al., 2000; TARAWALI et al., 2002; CRAVO; DUTRA, 2007). Tem sido observado que essas estimativas estão abaixo do esperado, uma vez que produtividades de grãos acima da média nacional são obtidas com a inoculação do feijão-caupi com bactérias eficientes, demonstrando o potencial da tecnologia.

Para compreender a FBN é preciso ter em mente que sua resposta depende da interação entre a planta hospedeira, o rizóbio, o solo e o clima (Figura 2).

OSOLO

A literatura científica é vasta quanto aos fatores do solo que influenciam na FBN em diversas culturas e não apenas para o feijão-caupi (CHEN et al., 1993; HUNGRIA; VARGAS, 2000; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). De forma geral, parece haver um consenso de que, quando o solo possui condição propícia ao desenvolvimento da planta hospedeira, também terá para o processo de simbiose com o rizóbio.



Figura 2 – Esquema resumido da resposta da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em relação aos condicionantes rizóbio, planta hospedeira, solo e clima.

Esta generalização não se aplica, no entanto, ao nitrogênio mineral, haja vista que o aumento da disponibilidade desse elemento no solo favorece o desenvolvimento da planta, mas é prejudicial à nodulação. Isto ocorre porque a nodulação se dá em resposta às demandas da planta por nitrogênio e, havendo N mineral no solo, a necessidade fica reduzida e, portanto, há uma redução do estímulo à nodulação (RONGQING GUO et al., 1992). Além disso, teores elevados de $N-NH_4$ e $N-NO_3$ na rizosfera podem remover as lectinas responsáveis pela atração quimiotática do rizóbio pelas raízes no início da associação simbiótica, bem como alterar o perfil de flavonóides (moléculas sinalizadoras da planta para o rizóbio), diminuindo assim a formação de nódulos (BHUVANESWARI et al., 1977; DAZZO; BRILL, 1978; BANDYOPADHYAY et al., 1994). Por exemplo, recentes dados obtidos no cerrado de Roraima revelaram uma redução de aproximadamente 40% na massa de nódulos formados espontaneamente em plantas de feijão-caupi, quando adubadas com cerca de 50 kg ha^{-1} de N na forma de uréia (MELO; ZILLI, 2008), mas esses valores variam em função de diversos fatores edáficos e climáticos e da própria cultivar da planta. No sul de Minas Gerais, por exemplo, foram observadas reduções menores, em torno de 20% no peso seco dos nódulos, com adubação de 70 kg ha^{-1} de N na forma de uréia (LACERDA et al., 2004; SOARES et al., 2006).

Em regiões tropicais, como a amazônica, predominam solos com baixo pH e com presença de alumínio tóxico. Estes fatores, reconhecidamente, afetam a simbiose entre o rizóbio e as leguminosas, bem como a própria planta e a manutenção da população de rizóbio no solo (OLIVEIRA et al., 1992; HUNGRIA; VARGAS, 2000; WATKIN et al., 2003). Este efeito, entretanto, varia entre as espécies leguminosas e também entre espécies e estirpes de rizóbio (IGUAL et al., 2001; CHAGAS JÚNIOR, 2007). No caso do feijão-caupi, pelo fato de ter evoluído em condições de solos tropicais com baixa fertilidade, apresenta boa rusticidade às condições edáficas limitantes. No entanto, a correção e adubação do solo com vistas ao adequado desenvolvimento da planta tende a otimizar também a FBN (PEOPLE et al., 2004).

É importante destacar que na maioria das lavouras de feijão-caupi há um baixo aporte tecnológico, especialmente o uso de fertilizantes externos. Em muitos desses sistemas de cultivo é bem provável que ocorra limitação do processo de FBN devido à baixa disponibilidade de nutrientes, especialmente o fósforo. Esse nutriente é essencial tanto à planta quanto à bactéria, e sua baixa disponibilidade afeta drasticamente a formação de nódulos e atividade de FBN (OLIVEIRA et al., 1992; MOREIRA; SIQUEIRA, 1995 citado por MOREIRA, 2006; SANGINGA et al., 2000). Em um experimento de campo realizado em um Latossolo muito argiloso no município de Manaus, OLIVEIRA et al. (1992) avaliaram doses crescentes de fósforo (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e observaram a nodulação das plantas (respectivamente 4, 4, 13, 12 e 15 nódulos por planta em média com a elevação das doses de fósforo) e aumento linear do rendimento de grãos (respectivamente 15, 45, 139, 684 e 1.094 kg ha⁻¹ de grãos) com as doses de P. A massa nodular variou mais que o números de nódulos (respectivamente 6, 4, 16, 25 e 54 mg planta⁻¹), indicando a importância do fósforo para a FBN e para a nutrição da planta.

Parte da necessidade do fósforo poderia ser suprida através da utilização de fungos micorrízicos, pois diversas cultivares de feijão-

caupi apresentam respostas positivas às micorrizas (SANGINGA et al., 2000). Entretanto, pesquisas desta natureza nessa cultura ainda são raras no Brasil, mostrando uma oportunidade para novos investimentos, especialmente na Amazônia.

Dentre os micronutrientes, é importante destacar a obtenção de efeitos positivos com a aplicação de cobalto e molibdênio, especialmente nas culturas do feijão comum e soja no Brasil, o que denota que sua baixa disponibilidade no solo afeta a FBN. O Mo é constituinte tanto da enzima nitrogenase quanto da enzima nitrato redutase e é indispensável para a transferência de elétrons. O Co é importante para o crescimento da bactéria, a formação do nódulo e a síntese da leg-hemoglobina (proteína de coloração avermelhada responsável pela proteção da nitrogenase ao oxigênio no interior dos nódulos). Para a cultura da soja, atualmente, recomenda-se a aplicação tanto de Co quanto de Mo, através das sementes ou via foliar (EMBRAPA, 2008). Entretanto, para o feijão-caupi, ainda existem poucos trabalhos que mostrem os benefícios de tal prática, demonstrando haver a necessidade de ampliação das pesquisas (EMBRAPA, 2002).

Também é importante destacar que tanto metais pesados quanto defensivos agrícolas podem influenciar negativamente a FBN, seja através de inibição da nodulação ou funcionamento dos nódulos. Novamente, cita-se que existe grande variabilidade de resposta tanto entre os genótipos do vegetal quanto entre estirpes, espécies e gêneros de rizóbios (MATSUDA et al., 2002). Também merece destaque o tratamento de sementes com fungicidas, que pode reduzir a concentração de rizóbios nas sementes e, conseqüentemente, a nodulação e até a produtividade de grãos (CAMPO; HUNGRIA, 2000; ZILLI et al., 2009).

O CLIMA

Os principais fatores relacionados ao clima que afetam a FBN são a temperatura e o regime de chuvas. A temperatura pode afetar a FBN desde o momento da inoculação das sementes, reduzindo a quantidade de células viáveis, no processo de infecção das raízes, até o funcionamento do processo durante a simbiose (GIBSON, 1977; MICHIELS et al., 1994; SIMÕES-ARAÚJO et al., 2008).

O feijão-caupi é reconhecidamente tolerante a altas temperaturas assim como as bactérias, especialmente do gênero *Bradyrhizobium*, que ocorrem e nodulam amplamente esse vegetal em solos tropicais (VALICHESKI et al., 2001). Estudando um grupo de estirpes provenientes do semi-árido nordestino e mata atlântica do Rio de Janeiro, estes autores observaram respostas variadas quanto à tolerância a estresses térmicos. Em experimento com aplicação de choque térmico (40°C-42°C; 3 dias; 5h diárias), algumas estirpes, entre elas a BR 3262, conseguiram retomar satisfatoriamente o processo de FBN, enquanto outras não, mostrando a possibilidade de seleção de estirpes mais tolerantes a altas temperaturas de solo.

Pelo fato do melhoramento do feijão-caupi no Brasil ser exclusivamente realizado no Nordeste e Norte, regiões com predomínio de altas temperaturas, naturalmente as plantas estão sendo selecionadas com adaptação aos estresses térmicos. Da mesma forma, o fato das estirpes atualmente recomendadas à inoculação serem oriundas de regiões brasileiras com altas temperaturas espera-se que sejam tolerantes a esta condição adversa.

Quanto ao regime hídrico, o feijão-caupi apresenta boa tolerância a estiagens, pois desenvolve-se muito bem no período de decréscimo das chuvas (FERNANDES et al., 1990), entretanto, tanto a falta quanto o excesso de água podem afetar negativamente a nodulação (MARTINS et al., 2003).

A estiagem prolongada, associada à alta temperatura, tende a reduzir a população de rizóbio autóctone do solo, e este fenômeno,

apesar de ser limitante em primeira análise, pode ser estrategicamente considerado no manejo agrícola para aumentar a resposta de inoculantes introduzidos (MARTINS et al., 2003). Estes autores observaram que em cultivos após o período de estiagem houve resposta positiva das plantas à inoculação, porque possibilitou a estirpe inoculante formar uma maior quantidade de nódulos comparativamente com a comunidade de rizóbios residente no solo, que, neste caso, encontrava-se reduzida.

A PLANTA HOSPEDEIRA

Como relatado anteriormente, o feijão-caupi possui grande capacidade de fixar nitrogênio em associação com bactérias do grupo rizóbio. Entretanto, observam-se respostas diferenciadas quanto à habilidade em fixar nitrogênio entre diferentes genótipos e estirpes (MANDAL et al., 1999).

Em estudo comparando genótipos de feijão-caupi com variabilidade genética do Brasil, Estados Unidos e Nigéria (Tabela 1) foi observada seletividade na interação entre esses acessos e as estirpes de *Bradyrhizobium* utilizadas como inoculantes, caracterizando a importância do componente vegetal nesses estudos. A estirpe BR 3269, quando inoculada no genótipo BR-17 Gurguéia, foi capaz de formar maior número de nódulos em relação à BR-14, VITA 7, IT 87D-939-1 e Au 94-MOB 816 (XAVIER et al., 2005; 2006).

Em recente estudo desenvolvido em Roraima, foi observado que entre 11 cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado há uma grande variação em termos de eficiência nodular, que expressa a quantidade de nitrogênio fixada em relação à massa de nódulos secos produzida pela planta (Figura 3). Esta variabilidade de resposta ao processo de FBN entre cultivares mostra a necessidade do melhoramento genético da cultura visando à maximização da obtenção de N pelo processo de FBN (MANDAL et al., 1999; SANGINGA et al., 2000; XAVIER et al., 2006).

Tabela 1 - Interação entre genótipos de feijão-caupi e estirpes de rizóbios quanto ao número de nódulos.

Genótipos de feijão-caupi	Estirpes de rizóbios					Média
	BR 3267	BR3300	BR3273	BR3269	BR3271	
IPA 206	92 b	104 ab	89 b	175 ab	89 b	110
TE 87-98-8G	132 ab	111 ab	140 ab	144 ab	123 ab	130
BR-17 Gurguéia	147 ab	186 ab	144 ab	285 a	150 ab	183
Galanção	106 ab	120 ab	56 b	177 ab	197 ab	131
BR-14	57 b	149 ab	106 ab	86 b	119 ab	104
VITA 7	51 b	132 ab	105 ab	65 b	102 ab	91
IT 87D-939-1	152 ab	193 ab	132 ab	84 b	202 ab	153
IT 81D-1069	123 ab	112 ab	133 ab	163 ab	71 b	121
Au 94-MOB 816	45 b	46 b	31 b	33 b	76 b	46
Princess Ann	127 ab	90 b	39 b	118 ab	116 ab	98

* Médias seguidas de mesma letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Fonte: Xavier, 2000.

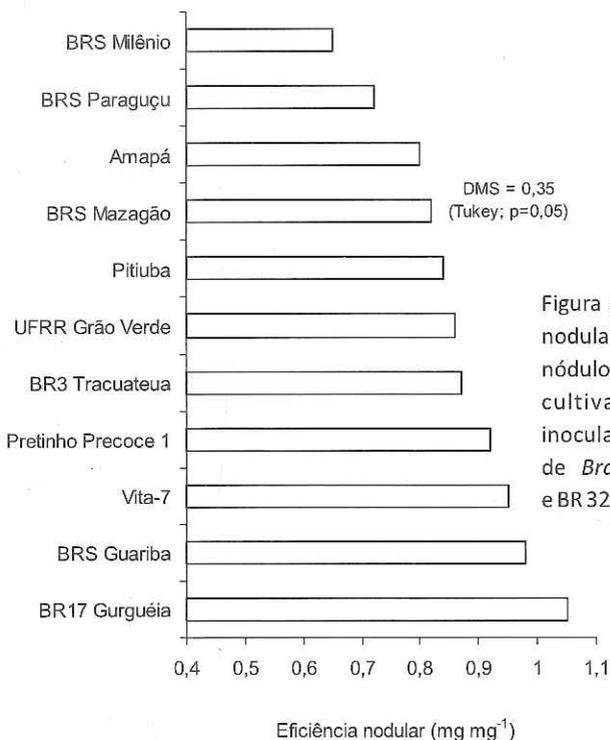


Figura 3 – Média de eficiência nodular (N fixado/massa de nódulos secos, mg mg⁻¹) em cultivares de feijão-caupi inoculadas com as estirpes de *Bradyrhizobium* BR 3262 e BR3267.

Maior habilidade em fixar nitrogênio pode estar associada com fatores genéticos da planta, relacionados diretamente à FBN ou mesmo ao ciclo da cultura (SMIT; BISSELING, 2008). Embora não seja uma generalização, em cultivares de ciclo longo, normalmente esperam-se respostas mais positivas em relação à FBN, pois a atividade dos nódulos tende a cair com a formação de grãos (EHLERS et al., 2002).

Outro fator que tem sido atribuído como limitante da FBN na cultura do feijão-caupi é a baixa especificidade hospedeira (NEVES; RUMJANEK, 1997). Reconhecidamente, este vegetal é capaz de nodular com diversas espécies de bactérias do grupo rizóbio, especialmente do gênero *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*; *Mesorhizobium*, *Burkholderia* e *Azorhizobium* (MPEPEREKY et al., 1996; NEVES; RUMJANEK, 1997; GONÇALVES; MOREIRA, 2004; ZILLI et al., 2006; MOREIRA, 2008; ZHANG et al., 2007).

Esta “promiscuidade simbiótica” apresentada pelo feijão-caupi possui duas importantes interpretações. Por um lado, dificulta a introdução de novos inoculantes, haja vista que a comunidade de rizóbios autóctones possui alta competitividade pelos sítios de nodulação, limitando a formação de nódulos pela estirpe inoculante (NEVES; RUMJANEK, 1997). Por outro, entretanto, mostra uma vantagem ecológica desta cultura frente a outras, pois teria a capacidade de se desenvolver mesmo sem inoculação em solos com baixos teores de N.

O RIZÓBIO

Desde o início do século passado, Allen & Allen (1936, 1939) observaram que bactérias isoladas de nódulos de diversas plantas leguminosas tropicais apresentam capacidade de nodular o feijão-caupi. Ao longo das décadas seguintes, foi observado que bactérias isoladas de leguminosas tropicais apresentavam grande diversidade e capacidade de colonizar diversas espécies, incluindo o feijão-caupi, surgindo o termo genérico *Bradyrhizobium* tropical ou miscelânea - caupi (THIES et al., 1991).

Além de diversa, a comunidade de rizóbio nodulante de feijão-caupi, nativa nos solos de regiões tropicais, frequentemente encontra-se elevada (MARTINS et al., 2003). Avaliações em vários sistemas de uso do solo em diferentes regiões da Amazônia ocidental mostraram uma população de rizóbio no solo variando de $1,8 \times 10^1$ a 4×10^4 células g^{-1} de solo (BONETTI, 1988; PEREIRA, 2000; LIMA, 2007; LIMA et al., 2005). Também observações em solos do cerrado de Roraima, sem cultivo anterior, têm revelado que, mesmo no período de estiagem e em solo com textura arenosa e baixo teor de matéria orgânica, a comunidade de bactérias nodulantes de feijão-caupi fica na ordem de 10^2 a 10^4 células g^{-1} de solo.

Este número de células rizobianas, no entanto, tende a diminuir em solos sem histórico de cultivo de leguminosas que nodulam com bactérias compatíveis com o feijão-caupi, sendo, muitas vezes insuficientes para induzir uma nodulação adequada (OLIVEIRA et al., 1992; HARA; OLIVEIRA, 2004, 2005).

Em leguminosas como o feijão-caupi, o número de bactérias nodulantes presentes no solo pode ser um indicativo da necessidade ou não de inoculação. De acordo com Herridge (2008), em solos com populações de bactérias acima de 10^3 células g^{-1} de solo parece não haver necessidade de inoculação das leguminosas. Por outro lado, vários autores mencionam que densidades menores que 50 células g^{-1} de solo indicam a necessidade de inoculação em leguminosas em geral. Entretanto, estas informações não devem ser utilizadas como regra, devido às condições de solo, hospedeiro e clima que podem influenciar a resposta da FBN. Além de estar em alta concentração, a comunidade de rizóbio do solo pode ser pouco eficiente, sendo necessária a inoculação para melhorar a resposta da FBN.

Estudos conduzidos por Fening e Danso (2002), em diversas zonas ecológicas africanas, mostraram que cerca de 68% das bactérias nativas isoladas de feijão-caupi apresentaram baixa ou moderada efetividade na FBN, enquanto cerca de 26% apresentaram alta efetividade para suprir o requerimento de nitrogênio nas plantas deste

vegetal. Entre as estirpes eficientes, estes autores observaram bactérias com melhor desempenho que a estirpe padrão e com adubação nitrogenada mineral na dose equivalente a 70 kg ha⁻¹.

Em Roraima, avaliações realizadas a partir de amostras de solo de nove diferentes locais em áreas de mata e de cerrado mostraram que plantas de feijão-caupi (cultivar BRS Guariba), quando cultivadas em solo de áreas preservadas sem o histórico de cultivo anterior, nodularam abundantemente com bactérias autóctones (Tabela 2). Apesar de ter havido grande variabilidade na nodulação entre os diferentes locais, foi observada a formação de pelo menos 20 nódulos por plantas, chegando a mais de 40 nódulos (Tabela 2). Da mesma forma, a massa de nódulos frescos apresentou grande variabilidade, podendo chegar a mais de 400 mg planta⁻¹. Quanto à contribuição das bactérias para o desenvolvimento do vegetal, observaram-se plantas com até, aproximadamente, um grama de massa seca da parte aérea em um dos locais.

Tabela 2 - Nodulação e massa seca da parte aérea de plantas de feijão-caupi em experimento de casa de vegetação com amostras de solos, sem histórico de cultivo, de diferentes locais do estado de Roraima.

Município	Ambiente	Número de nódulos	Massa de nódulos frescos (mg planta ⁻¹)	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)
Caracaráí	Mata	29,33 abc	233,30 abc	0,79 abc
Caracaráí		41,00 bc	293,33 abc	0,70 abc
S.J. Baliza		31,00 abc	100,01 bc	0,51 ab
Cantá		20,00 c	250,00 abc	0,62 abc
Boa Vista	Cerrado	42,67 a	433,33 a	0,87 ab
Boa Vista		26,33 bc	83,33 c	0,35 c
Alto Alegre		23,33 c	306,67 ab	0,98 a
Mucajáí		22,33 c	260,00 abc	0,85 ab
Normandia		23,33 c	360,00 a	0,78 abc

Obs.: o experimento foi conduzido em vasos com capacidade de 500mL, tendo sido utilizada uma mistura de solo e areia esterilizada na proporção de 1:3. As plantas receberam semanalmente 200 mL de solução nutritiva de Norris (NORRIS; DATE, 1976; citado CAMPO; HUNGRIA, 2007) e água esterilizada, quando necessária, até a coleta do experimento aos 30 dias após o plantio. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t em 5% de probabilidade.

Também em estudo realizado por Hara e Oliveira (2007), no município de Rio Preto da Eva, no Estado do Amazonas, mostrou-se que a nodulação e a produção de massa seca nas plantas de feijão-caupi

induzidas por populações de rizóbios autóctones foram bastante variáveis (Tabela 3). Enquanto algumas comunidades se mostraram eficientes e com boa nodulação, outras resultaram em produção de matéria seca das plantas equivalentes às obtidas no tratamento com areia esterilizada.

Tabela 3 - Nodulação e massa seca da parte aérea de plantas de feijão-caupi em função de diferentes populações de rizóbio oriundas de solos de diferentes localidades no município Presidente Figueiredo, AM.

Amostras de solo	Número de nódulos	Massa de nódulos secos (mg planta ⁻¹)	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)
INPA-PF17	30 a	99,0 cd	2,4 abcd
INPA-PF7	25 a	92,3 cde	2,2 abcd
INPA-PF16	17 ab	91,0 cde	2,2 abcd
INPA-PF18	30 a	90,7 cde	2,0 bcd
INPA-PF5	20 a	88,7 cde	2,6 ab
INPA-PF4	18 ab	86,0 cde	2,8 a
INPA-PF24	14 ab	83,7 cde	2,6 ab
INPA-PF3	13 ab	79,0 abc	2,5 abc
INPA-PF14	15 ab	72,3 cde	2,3 abcd
INPA-PF8	9 ab	71,0 cde	2,3 abcd
INPA-PF20	24 a	69,7 cde	2,0 bcd
INPA-PF13	14 ab	69,3 cde	2,5 ab
INPA-PF23	12 ab	65,0 cde	2,3 abcd
INPA-PF2	18 ab	61,7 cde	2,5 abc
INPA-PF6	8 ab	61,0 cde	2,1 bcd
INPA-PF15	27 a	54,0 cde	2,5 abc
INPA-PF10	33 a	46,3 de	2,0 bcd
INPA-PF12	13 ab	42,3 de	2,2 abcd
INPA-PF11	9 ab	36,3 de	1,8 cd
INPA-PF9	10 ab	22,7 de	2,3 abcd
INPA-PF19	32 a	147,7 c	2,3 abcd
INPA-PF1	21 a	116,3 ab	2,1 abcd
INPA-PF21	22 a	112,3 cd	2,4 abcd
INPA-PF22	30 a	105,0 cd	2,5 ab
Controle	0 b	0,0 e	1,7 d

Fonte: Hara e Oliveira, 2004.

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Obs.: cultivo de feijão-caupi realizado em areia esterilizada com solução nutritiva e utilização de 30g de solo como inóculo da população nativa de rizóbio (maiores detalhes ver HARA; OLIVEIRA, 2004). Obs.: controle: cultivo apenas em areia esterilizada sem solo e com solução nutritiva.

Desta forma, os dados apresentados indicam haver capacidade da comunidade de rizóbio nativo dos solos da Amazônia em formar nódulos e fixar nitrogênio na cultura do feijão-caupi, havendo grande potencial para a seleção de estirpes eficientes. Por outro lado, em determinados locais, apesar de haver rizóbios autóctones capazes de nodular com o feijão-caupi, estes apresentaram baixa eficiência, justificando a necessidade de introdução de inoculantes eficientes para se obter incrementos significativos de matéria seca nas plantas de feijão-caupi (HARA; OLIVEIRA, 2004, 2005; LIMA et al., 2005; NEVES 2007).

No Brasil, vários trabalhos de levantamento da diversidade de bactérias nodulantes de feijão-caupi foram realizados nos últimos 15 anos no Semi-Árido, Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia (MARTINS et al., 1997; SILVA et al., 1999; PEREIRA, 2000; HARA; OLIVEIRA, 2004; 2005; ZILLI et al., 2004; LIMA et al., 2005; NÓBREGA, 2006; SOARES et al., 2006, CHAGAS JÚNIOR, 2007; NEVES, 2007). Nestes trabalhos, além de ter sido identificada grande diversidade de bactérias nodulantes, também se constatou a presença de bactérias eficientes na FBN.

Além disso, na simbiose de algumas estirpes rizobianas com certas leguminosas, incluindo o feijão-caupi, é expresso o fenótipo Hup^+ (do inglês hydrogen uptake), o qual ocorre quando há a presença da enzima hidrogenase ativa. Esta enzima atua de forma sincronizada com a nitrogenase, reciclando parte da energia liberada na forma de hidrogênio durante a reação de fixação do nitrogênio, o que representa uma economia em termos energéticos à planta (NEVES; RUMJANEK, 1997; VAN BERKUM et al., 1994). Aparentemente, a presença da enzima hidrogenase ativa representa maior eficiência da bactéria nodulante (BAGINSKI et al., 2002). Entretanto, tem sido mostrado que a evolução de H_2 em rizóbios que não apresentam a hidrogenase ativa (fenótipo Hup^-) estimula a atividade de bactérias oxidantes do H_2 na rizosfera da planta, bactérias estas que são promotoras do crescimento radicular do vegetal (DONG; LAYZELL, 2002; MAIMAITI et al., 2006).

Estudando uma coleção de rizóbios isolados de diversos locais do semi-árido nordestino, Martins et al. (1997) observaram que pelo menos 70% das estirpes testadas expressavam o fenótipo Hup⁺ em associação com o feijão-caupi.

Na seleção de estirpes de rizóbios para os solos ácidos, com Al tóxico e de baixa fertilidade, ênfase deve ser dada para a tolerância à acidez e Al (HARA; OLIVEIRA, 2004, 2005). Como o fósforo é um fator limitante nesses solos, esses autores também recomendam avaliar os isolados quanto à capacidade de solubilização de fosfato de Ca e de Al. Vários isolados apresentando essas características são reportados por Hara e Oliveira (2004, 2005), enquanto que Chagas Júnior (2007) avaliou também a habilidade dos isolados em produzirem ácido-indolacético, como forma de auxiliarem no crescimento radicular da planta hospedeira. Segundo Hara e Oliveira (2004), dos 88 isolados de rizóbio obtidos em solos ácidos e álicos do município de Presidente Figueiredo (AM), a tolerância à acidez foi apresentada por 25% dos isolados e 23% foram tolerantes ao Al. O fosfato de Ca foi solubilizado por 39% dos isolados, enquanto que 67% solubilizaram o fosfato de Al. Nesses casos, a maioria (76,5%) dos que solubilizaram fosfato de Ca também solubilizaram fosfato de Al.

Estudos visando identificar estirpes mais eficientes para a cultura do feijão-caupi têm sido liderados principalmente pela Embrapa e pela Universidade Federal de Lavras e se iniciaram devido à falta de respostas positivas da estirpe SEMIA 6145 (=BR 2001) recomendada até o ano de 2004 (FERREIRA et al., 1999; LACERDA et al., 2004; ZILLI et al., 2006; SOARES et al., 2006).

Os esforços destas pesquisas culminaram com a substituição da recomendação da estirpe BR2001 pelas estirpes SEMIA 6461 (=UFLA 3-84), SEMIA 6462 (=BR 3627) e SEMIA 6463 (=INPA 03-11B) e sua consequente aprovação pelo MAPA.

Recentemente, com base em experimentos conduzidos no cerrado e mata alterada em Roraima, também uma nova estirpe, a

SEMIA 6464 (=BR 3262), foi aprovada pela RELARE (Rede de laboratórios para recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbianos de interesse agrícola) para fazer parte da lista dos microrganismos autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como inoculante para o feijão-caupi.

As estirpes INPA3-11B e UFLA3-84 foram isoladas de solos do Amazonas e Rondônia, respectivamente, sendo adaptadas a altas temperaturas e condições de acidez predominantes nos solos brasileiros (MOREIRA, 2005). A INPA3-11B, isolada de nódulos de *Centrosema* sp., foi selecionada num primeiro estágio, em condições controladas (vasos com substrato estéril), em 1982, no INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), e em estádios posteriores em Minas Gerais, na UFLA. A seleção da UFLA3-84, isolada de pastagem usando feijão-caupi como planta isca, resultou de vários experimentos em câmara de crescimento, casa de vegetação e campo, realizados em Minas Gerais (publicações compiladas em MOREIRA, 2005).

Os experimentos iniciais visando à avaliação da eficiência agrônômica das estirpes UFLA3-84 e INPA3-11B em condições de campo foram realizados nos municípios de Perdões e Iguatama, no sul de Minas Gerais, onde foram testadas as cultivares BR14-Mulato, BR08-Caldeirão e Poços de Caldas. Nestes experimentos, com aplicação relativamente baixa de insumos, e em solos com pH variando de 4,9 a 5,9, foram obtidas produtividades de grãos de 950 a 1.340 kg ha⁻¹, equivalentes à adubação nitrogenada de 70 a 80 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (LACERDA et al., 2004; SOARES et al., 2006).

A estirpe BR 3267, inicialmente designada como 2A-17, foi isolada a partir de solo do semi-árido pernambucano, utilizando feijão-caupi como planta isca (MARTINS, 1996) e, em vários estudos de casa de vegetação e campo, vem mostrando bom desempenho, especialmente no sertão nordestino (MARTINS et al., 2003). Além disso, essa estirpe pertence ao grupo de bactérias com tolerância aos antibióticos

streptomomicina, cloranfenicol, tetraciclina, canamicina, ácido nalidíxico e gentamicina e à temperatura de 39° C *in vitro* (XAVIER et al., 1998, 2007).

A estirpe BR 3262 (designada inicialmente como E7-6), por sua vez, foi isolada no Sistema Integrado de Produção Agroecológica, localizado em Seropédica-RJ no ano de 1996, tendo apresentado bom desempenho quando comparada à estirpe BR 2001 em casa-de-vegetação (ZILLI et al., 1999). Posteriormente, avaliada no cerrado nordestino, apresentou capacidade de ocupação nodular superior a várias outras estirpes, incluindo a BR 2001 (ZILLI et al., 2006).

Com base na sequência parcial do gene 16S rDNA, observou-se que as quatro estirpes ora recomendadas para a cultura do feijão-caupi pertencem ao gênero *Bradyrhizobium* (Figura 4), sendo, entretanto, incerto a qual espécie pertencem, muito embora as sequências das estirpes INPA 03-11B e BR 3262 tenham se agrupado mais próximos de *Bradyrhizobium elkanii* do que com *B. japonicum* e *B. lianoningense*.

De fato, o gênero *Bradyrhizobium* tem se mostrado o mais importante microsimbionte de leguminosas tropicais da Amazônia, tendo sido isolado de todos os gêneros Caesalpinioideae e em mais de 80% dos gêneros Mimosoideae e Papilionoideae (MOREIRA et al., 1993; 1998; MOREIRA, 2006).

Embora o feijão-caupi seja capaz de nodular com diversas espécies de rizóbio, maior eficiência na FBN e competitividade na formação de nódulos tem sido observada com estirpes do gênero *Bradyrhizobium* (LIMA et al., 2005; MPEPEREKY et al., 1996; MARTINS et al., 2003; LACERDA et al., 2004; SOARES et al., 2006; ZILLI et al., 2006, ZHANG et al., 2007). Estas características têm sido atribuídas, em parte, pela maior estabilidade genética das espécies pertencentes a este gênero, pois os genes de nodulação estão contidos no cromossomo e não nos plasmídios, como em outros gêneros (a exemplo do *Rhizobium*), e também por apresentam grande capacidade de adaptação a solos ácidos e de baixa fertilidade (GRAHAM, 1992; NEVES; RUMJANEK, 1997; SLATTERY et al., 2004). De fato, a estirpe INPA 3-11B

foi isolada há mais de 25 anos e até hoje não perdeu sua eficiência simbiótica, mostrando a estabilidade genética deste gênero quando em simbiose com caupi (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

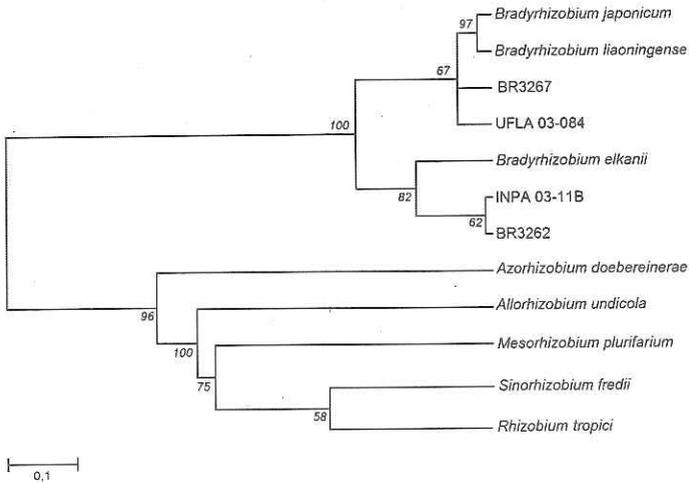


Figura 4 - Dendrograma baseado no método do vizinho mais próximo, mostrando a filogenia, baseada na sequência parcial do 16S rDNA, entre as estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para feijão-caupi e estirpes padrões. Os números, na figura, indicam o número de vezes em que cada sequência agrupou-se em determinada posição, durante a análise (bootstrap). As sequências das estirpes referência foram obtidas no GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov): *R. tropici* (U71078), *S. fredii* (AY260149), *M. plurifarum* (DQ859041), *Allorhizobium undicola* (Y17047), *Azorhizobium doebereinaerae* (AY626222), *B. elkanii* (ATCC49852), *B. japonicum* (ATCC10324), *B. lianoningensis* (ATCC700350). Os números de acesso das estirpes recomendadas no GenBank são: INPA 0311B (EF158575), UFLA 03-84 (EF158574), BR3267 (AY649439) e BR3262 (AY649430).

3 - RESULTADOS ALCANÇADOS COM A INOCULAÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI NA AMAZÔNIA

A inoculação do feijão-caupi ainda não é uma realidade na Amazônia, porém, considerando que a maioria dos solos é pobre em matéria orgânica e, conseqüentemente em nitrogênio, percebe-se que a FBN promovida pela nodulação espontânea das plantas de feijão-caupi é muito importante à cultura.

Para se fazer um exercício desta importância, considerar-se-á uma área plantada de feijão-caupi na Amazônia legal em torno de 150 mil ha, com produtividade de grãos média de 770 kg ha^{-1} , exportação de N nos grãos de 4%, preço médio de US\$ 1,24 por quilograma de uréia ao consumidor final, em 2007 (ANDA 2008) e, pressupondo uma contribuição da FBN próxima a 60% do N acumulado pela cultura, tem-se um ganho financeiro advindo da FBN espontânea superior a US\$ 40 por ha (Tabela 4). Em uma hipotética substituição da FBN por N-mineral, e considerando-se a eficiência dessa adubação em torno de 50%, seria necessária a aplicação de cerca de 68 kg ha^{-1} de N-fertilizante, levando em consideração a atual produtividade de grãos de 770 kg ha^{-1} na Amazônia, o que implicaria em um custo superior a US\$ 80 por hectare (Tabela 4). Com isso, considerando uma área plantada de cerca de 150 mil ha, tem-se uma economia anual em fertilizantes nitrogenados superior a US\$ 12 milhões na Amazônia legal. Para o Brasil, considerando a área plantada de 1,5 milhão de ha, observa-se uma economia anual próxima a US\$ 70 milhões.

Tabela 4 – Estimativa da contribuição econômica da fixação biológica de nitrogênio promovida pela nodulação espontânea na cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira.

Variável	Amazônia	Brasil	Observações
Área plantada com feijão-caupi ¹	150.000	1.500.000	
Produtividade ¹	770	450	
Matéria seca de grãos (kg ha^{-1})	669,9	391,5	13% de Umidade
Exportação de nitrogênio nos grãos (kg ha^{-1})	26,8	15,66	Teor de N de 4%
N nos restos culturais (kg ha^{-1}) ²	30	30	Considerada média de 2 t ha^{-1} de matéria seca e teor de N de 1,5%
Total de N acumulado na lavoura (kg ha^{-1})	56,8	45,66	
N-fixado (kg ha^{-1}) ^{2,3}	34,1	27,4	Considerado um teor de N derivado da FBN igual 60%
Preço do nitrogênio na forma de uréia ao consumidor final (US\$ kg^{-1}) ⁴	1,2	0,9	Para a Amazônia foi acrescido 30% ao preço do nitrogênio
Ganho financeiro devido a FBN espontânea (US\$ ha^{-1})	40,9	24,66	
Necessidade de N-mineral caso não ocorresse a FBN (kg ha^{-1})	68,2	54,8	Considerada uma eficiência de utilização de N-mineral de 50%
Custo da adubação nitrogenada com N-mineral (US\$ ha^{-1})	81,8	49,32	
Economia em fertilizantes nitrogenados devido a FBN (milhões de dólares ano ⁻¹)	12,3	74,8	

1 – Ver capítulo 1; 2 – Referências compiladas por Carsky et al., 2002; 3 – Referências compiladas por Rumjaneck et al., 2005; 4 – ANDA (2008).

De fato, ampliar a utilização do processo de FBN tem se mostrado um dos grandes desafios atuais na cultura do feijão-caupi, haja vista que o uso de cultivares com maior potencial produtivo passa também a exigir maiores níveis de adubação, o que também onera o custo de produção. Nestas circunstâncias, o fornecimento de nitrogênio via FBN permite maiores investimentos em outros fertilizantes não nitrogenados, principalmente o P, também muito limitante nos solos tropicais.

Nesse sentido, é importante salientar que a FBN que ocorre pela nodulação espontânea das plantas de feijão-caupi apenas supre parte da necessidade de N da cultura. Havendo maior aporte tecnológico, a cultura passa a exigir maior quantidade de nitrogênio e daí a necessidade de uso de estirpes inóculantes mais eficientes.

Nos últimos anos, diversos estudos têm sido desenvolvidos visando obter informações para a recomendação e difusão de inóculantes na cultura do feijão-caupi na região amazônica.

Entre os anos de 2005 e 2006, foram conduzidos experimentos em Roraima em área de cerrado e mata alterada, quando se avaliou a contribuição das estirpes de rizóbio ora recomendadas INPA3-11B, UFLA3-84, BR 3267, BR 3262, além da estirpe BR 3299, para a nodulação e rendimento de grãos do feijão-caupi (Tabela 5). Nesses experimentos foi observado que, em média, a inoculação com as estirpes promoveu aumento significativo da massa nodular, tendo havido destaque para a estirpe BR 3262.

Em um outro estudo, avaliando-se a contribuição das estirpes BR 3262 e BR 3267 inoculadas nas cultivares de feijão-caupi BRS Mazagão, BR17 Gurguéia, BRS Guariba, Pretinho Precoce 1 e UFRR Grão Verde, também foi observado que a estirpe BR3262 promoveu nodulação, na média de todas as cultivares, significativamente maior que o controle (Tabela 5).

Em termos de produtividade, os experimentos conduzidos em Roraima mostraram que, exceto a estirpe UFLA 3-84, as demais estirpes recomendadas proporcionaram rendimentos significativamente iguais (Tabela 5). Entretanto, melhor desempenho apresentou a

Tabela 5 - Contribuição de estirpes de rizóbio para a nodulação e rendimento de grãos de feijão-caupi em diferentes estudos de campo em áreas da Amazônia.

Estudo I – Cantá e Boa Vista, Roraima			
BR3262	203 a	1.736 ab	Teores médios no cerrado: pH (H ₂ O) 5,3; Al, K, Ca e Mg (cmol _c dm ⁻³) - respectivamente 0,0; 0,03; 0,9 e 0,3; P 38,0 mg dm ⁻³) e M.O. 13 g dm ⁻³ . Teores médios na mata: pH (H ₂ O) 5,0; Al, K, Ca e Mg (cmol _c dm ⁻³) - respectivamente 0,8; 0,15; 0,7 e 0,3; P 13,0 mg dm ⁻³ e M.O. 23,0 g dm ⁻³ . Textura franco-arenosa no cerrado e franco-argiloarenosa na mata
BR3267	198 ab	1.571 bcd	Calagem realizada antes da análise do solo: 1.500 kg ha ⁻¹ no cerrado e 800 kg ha ⁻¹ na mata. Adubação de plantio: 80 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (superfosfato simples), 50 kg ha ⁻¹ de K ₂ O (KCl) 30 kg ha ⁻¹ de FTE BR-12.
INPA 03-11B	179 ab	1.561 bcd	
UFLA 3-84	162 b	1.553 cd	
BR3299	179 ab	1.526 cd	
50 kg ha ⁻¹ de N	178 ab	1.778 a	
80 kg ha ⁻¹ de N	160 b	1.685 abc	
Controle	168 b	1.415 d	
Estudo II – Zé Doça e Santa Luzia do Parauá, Maranhão			
BR3262	185 a	541 a	Teores médios na Pré-Amazônia Maranhense. pH (H ₂ O) 4,5; Al, K, Ca e Mg (cmol _c dm ⁻³) - respectivamente 0,9; 0,09; 1,5 e 0,5; P 2,0 mg dm ⁻³ e M.O. 30,88 g dm ⁻³ . Teores médios na capoeira: pH (H ₂ O) 4,82; Al, K, Ca e Mg (cmol _c dm ⁻³) - respectivamente 0,79; 0,29; 1,9 e 1,18; P 1,8 mg dm ⁻³ e M.O. 29,5 g dm ⁻³ . Textura franco-arenosa
BR3267	250 a	509 a	
INPA 03-11B	124 a	700 a	
UFLA 3-84	234 a	567 a	
BR3299	208 a	522 a	
Controle	101 b	264 b	
Estudo III – Boa Vista, Roraima			
BR3262	222 a	1.326 ab	Teores médios no cerrado: pH (H ₂ O) 5,3; Al, K, Ca e Mg (cmol _c dm ⁻³) - respectivamente 0,0; 0,04; 1,01 e 0,3; P 30,01 mg dm ⁻³) e M.O. 10,03 g dm ⁻³ . Textura areia-franca
BR3267	170 ab	1.272 b	
50 kg ha ⁻¹ de N	90 d	1.455 a	
Controle	140 b	1.119 c	

Estudo I – Quatro experimentos conduzidos com a cultivar BRS Mazagão em área de cerrado e mata alterada em Roraima, entre os anos de 2005 e 2006 (ZILLI et al., no prelo). Estudo II – Experimento conduzido com a cultivar BRS Guariba em sistema de plantio direto com trituração de capoeira (Projeto Tipitamba), durante os anos de 2006 e 2007, em três propriedades rurais em área Pré-amazônica no Estado do Maranhão (FREITAS et al., informação pessoal). Estudo III – Experimento conduzido em área de cerrado em Roraima com as cultivares BRS Mazagão, BRL7 Gueguéia, BRS Guariba, Pretinho Precocoe e UFRRR Grão Verde (MELO; ZILLI, 2008).

estirpe BR 3262, a qual proporcionou produtividade de grãos média significativamente maior que o controle e igual a ambos os tratamentos nitrogenados.

Os dados obtidos nesses dois estudos indicaram que a inoculação foi capaz de aumentar a produtividade, em termos absolutos, de 130 a 320 kg ha⁻¹ de grãos de feijão-caupi e que a inoculação com a estirpe BR 3262 possibilitaria a substituição da adubação nitrogenada de 50 kg ha⁻¹, dose que apresentou maior produtividade de grãos. Observou-se ainda resposta diferenciada quanto à FBN, tanto entre as estirpes quanto entre cultivares, não ocorrendo interação entre as estirpes e as cultivares (MELO; ZILLI, 2008).

No Maranhão, também com as estirpes INPA3-11B, UFLA3-84, BR 3267, BR 3262 e BR 3299, foram conduzidos experimentos em área pré-amazônica, quando foi observado que todas as estirpes testadas promoveram aumento na nodulação e rendimento de grãos de forma significativa em comparação ao controle não inoculado (Tabela 5). Na média das avaliações em dois anos de experimentos, foi observado um aumento de quase 40% na produtividade, em termos absolutos, quando utilizada a estirpe INPA 03-11B.

A inoculação de sementes de feijão-caupi com *Bradyrhizobium* tem se mostrado de grande importância para aumentar a produtividade dessa cultura, em área de agricultura familiar com baixo aporte tecnológico. Trabalhos conduzidos por Sousa (2007) em áreas de assentamento rural no Estado do Mato Grosso mostraram que a inoculação de sementes de feijão-caupi com a estirpe INPA 03-11B proporcionou ganhos de produtividade entre 36 e 44% (produtividade de aproximadamente 1000 kg ha⁻¹) em relação ao controle sem N, sendo este ganho semelhante a uma adubação nitrogenada mineral de 70 kg ha⁻¹.

Desta forma, os resultados obtidos em experimentos conduzidos nos últimos anos em áreas da Amazônia mostram que a inoculação de sementes com as estirpes atualmente recomendadas proporciona ganhos no rendimento de feijão-caupi semelhantes aos da adubação

nitrogenada, ou seja, entre 50 e 80 kg ha⁻¹. Em cinco experimentos, de um total de sete conduzidos na região, a produtividade de grãos obtida nos tratamentos inoculados foi estatisticamente superior ao controle sem inoculação e sem adubação nitrogenada. Isto mostra que embora a nodulação espontânea que ocorre com as plantas de feijão-caupi contribua com parte do suprimento de N na cultura, ganhos significativos podem ser obtidos com a adoção da inoculação.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados de experimentos de avaliação da FBN que vêm sendo conduzidos na região amazônica, observa-se que a inoculação do feijão-caupi com estirpes de *Bradyrhizobium* é uma prática que apresenta benefícios à exploração da cultura, devendo ser uma tecnologia difundida entre os produtores.

A prática de inoculação no feijão-caupi tem se mostrado importante para aumentar a produtividade de grãos em áreas de agricultura familiar no Maranhão e assentamentos rurais no Mato Grosso, contribuindo para a segurança alimentar destas famílias. Em Roraima, o cultivo de feijão-caupi com inoculação das sementes e baixo uso de insumos tem apresentado grande relevância em comunidades indígenas em áreas de cerrado, onde a fertilidade do solo é naturalmente muito baixa.

Atualmente são recomendadas quatro estirpes de *Bradyrhizobium* para o feijão-caupi: INPA3-11B, UFLA3-84, BR3267 e BR 3262. Todas estas estirpes vêm apresentando bons resultados na FBN, mas também tem sido observada variação de eficiência dependendo da região avaliada, o que indica a necessidade de maior número de avaliações e recomendação regionalizada.

Ademais, é importante destacar que estudos com a FBN na cultura do feijão-caupi ainda são reduzidos, comparativamente a outras culturas como a soja, havendo importantes oportunidades para otimização deste processo através da melhoria da fertilidade do solo,

especialmente com relação ao fósforo e microutrientes, como cobalto e molibdênio. Sobre a adubação com fósforo, vale salientar que a substituição da adubação nitrogenada pela inoculação com estirpes de rizóbio eficientes pode permitir que o produtor invista na aquisição de fertilizantes fosfatados e, assim, melhore o processo de FBN. Outra importante oportunidade para otimização da FBN está na seleção e no melhoramento de cultivares de feijão-caupi mais responsivas a este processo, haja vista frequentemente serem observadas respostas diferenciadas entre as cultivares comumente recomendadas.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. Root nodule bacteria of some tropical leguminous plants. I. Cross nodulation studies with *Vigna sinensis*. **Soil Science**, Baltimore, v.42, p. 61-77, 1936.
- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. Root nodule bacteria of some tropical leguminous plants. II. Cross nodulation studies with cowpea group. **Soil Science**, Baltimore, v. 47, p. 63-76, 1939.
- ANKOMAH, A. B.; ZAPATA, F.; HARDARSON, G.; DANSO, S. K. O. Yield, nodulation, and N₂ fixation by cowpea cultivars at different phosphorus levels. **Biology and Fertility of Soils**, Berlim, v.22, p.10-15, 1995.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS – ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2007**. São Paulo: ANDA, 2008. 160 p.
- BADO, B. V.; BATIONO, A.; CESCAS, M. P. Assessment of cowpea and groundnut contributions to soil fertility and succeeding sorghum yields in the Guinean savannah zone of Burkina Faso (West Africa). **Biology and Fertility of Soils**, Berlim, v. 43, p.171–176, 2006.
- BAGINSKY, C.; BRITO, B.; IMPERIAL, J.; PALÁCIOS, J. M.; ARGÜESO, T. R. Diversity and Evolution of Hydrogenase Systems in Rhizobia. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, V. 68, p. 4915-4924, 2002.
- BANDYOPADHYAY, A.K.; JAIN, V.; NAINAWATEE, H.S. Nitrate alters the flavonoid profile and nodulation in pea (*Pisum sativum* L.). **Biology and**

fertility of soils, v. 21, p.189-192, 1994.

BHUVANESWARI, T. V.; PUEPPKE, S. G.; BAUER, W. D. Role of lectins in plant-microorganism interactions. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 60, p. 486-491, 1977.

BONETTI, R. Fixação biológica de nitrogênio em caupi na região amazônica. In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. (Ed.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/Embrapa, 1988. p.454-473.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. **Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2000. 32 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 26).

CARSKY, R. J.; VANLAUWE, B.; LYASSE, O. Cowpea rotation as a resource management technology for cereal-based systems in the savannas of West Africa. In: FATOKUN, C. A., TARAWALI, S. A., SINGH, B. B., KORMAWA, P. M., TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan, Nigeria: Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2002. p. 252-266.

CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.779-785, 2004.

CHAGAS JÚNIOR, A. F. **Características agronômicas e ecológicas de rizóbios isolados de solos ácidos e de baixa fertilidade da Amazônia**. 2007. 158 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

CHEN, H.; RICHARDSON, A. E.; ROLFE, B. G. Studies of the physiological and genetic basis of acid tolerance in *Rhizobium leguminosarum* biovar trifolii. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 59, p.1798-1804, 1993.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – CONAB. **Indicadores da agropecuária – junho 2008**. Brasília: CONAB, 2008. 65 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/indicadores/indicadores.pdf>> Acesso em: 30 set. 2008.

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. **Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia.** In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 15-21 (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

DAZZO, F. B.; BRILL, W. J. Regulation by fixed nitrogen of host-symbiont recognition in the *Rhizobium*-clover symbiosis. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 62, p.18-21, 1978.

DONG, Z.; LAYZELL, D. B. Why do legume nodules evolve hydrogen gas? In: FINAN, T.; O'BRIAN, M.; LAYZELL, D. B.; VESSEY, K.; NEWTON, W. (Ed.). **Nitrogen Fixation, Global Perspectives.** New York, USA: CABI Publishing, 2002. p. 331-335.

EHLERS, J. D.; FERY, R. L.; HALL, A. E. Cowpea breeding in the USA: new varieties and improved germplasm. In: FATOKUN, C. A.; S. A. TARAWALI, B. B.; SINGH, P. M.; KORMAWA, AND M. TAMÒ (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production.** Ibadan, Nigeria: Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2002, p. 62-77.

EMBRAPA. **Cultivo de feijão-caupi.** Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção 12). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil.** Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 12).

FENING, J. O.; DANSO, S. K. A. Variation in symbiotic effectiveness of cowpea bradyrhizobia indigenous to Ghanaian soils. **Applied Soil Ecology**, Washington, v. 21, p. 23-29, 2002.

FERNANDES, J. B.; HOLANDA J. S.; SIMPLICIO, A. A.; BEZERRA NETO, F.; TORRES, J.; REGO NETO, J. Comportamento ambiental e estabilidade produtiva de cultivares de caupi no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p.1555-1560, 1990.

FERREIRA, E. P. B. ; ZILLI, J. E. ; NEVES, PRATA, M. C.; RUMJANEK, N. G.

Avaliação da nodulação da estirpe BR2001, em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), através da reação de ELISA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 22., 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1999. 303 p.

GALLOWAY, J. N.; ABER, J. D.; ERISMAN, J. W.; SEITZINGER, S. P.; HOWARTH R. W.; COWLING, E. B.; COSBY, B. J. The nitrogen cascade. **BioScience**, Washington, v. 53, p. 341-356, 2003.

GIBSON, A. H. The Influence of the environmental and management practices on the legume-*Rhizobium* symbiosis. In: HARDY, R.W.F.; GIBSON, A.H. (Ed.). **Treatise on dinitrogen fixation**. New York: John Wiley, 1977, p. 393-450.

GONÇALVES, M.; MOREIRA, F. M. S. Specificity of the legume *Sesbania virgata* (Caz.) Pers. and its nodule isolates *Azorhizobium johannae* with other legume hosts and rhizobia. **Symbiosis**, Israel, v. 36, p. 57-68, 2004.

GRAHAM, P. H. Stress Tolerance in *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*, and nodulation under adverse soil conditions. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 38, p. 475-484, 1992.

HARA, F. A. S.; OLIVEIRA, L.A. . Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbio oriundos de solos ácidos do município do Rio Preto da Eva, Amazonas. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, Pará, v. 48, p. 55-70, 2007.

HARA, F. A. S.; OLIVEIRA, L. A. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 667-672, 2005.

HARA, F. A. S.; OLIVEIRA, L. A. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos e álicos de Presidente Figueiredo, Amazonas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, p. 343-357, 2004.

HARRIS, F. Farm-level assessment of the nutrient balance in northern Nigeria. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 71, p. 201-214, 1998.

HERRIDGE, D. F. Inoculation Technology for legumes. In.: DILWORTH, M. J.; JAMES, E. K.; SPRENT, J. I.; NEWTON, W. E. (Ed.). **Nitrogen-fixing leguminous symbioses**. Dordrecht: Springer, 2008. p.77-115.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de Fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 48 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

IGUAL, J. M.; VALVERDE, A.; CERVANTES, E.; VELÁZQUEZ, E. Phosphate-solubilizing bacteria as inoculants for agriculture: use of updated molecular techniques in their study. **Agronomie**, v. 21, p. 561-568, 2001.

LACERDA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. ANDRADE, M. J. B; SOARES, A. L. L. Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 51, p. 67-82, 2004.

LIMA, A.; PEREIRA, J. P. A. R.; MOREIRA, F. M. S. Phenotypic diversity and symbiotic efficiency of *Bradyrhizobium* spp. strains from Amazonian soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p.1095-1104, 2005.

LIMA, A.S. **Densidade, eficiência e diversidade de bactérias fixadoras de N₂ que nodulam siratro de solos sob diferentes usos na Amazônia Ocidental.** 2007. 167 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

MAIMAITI, J.; ZHANG, Y.; YANG, J.; CEN Y.P.; LAYZELL, D. B.; PEOPLES, M.; DONG, Z. Isolation and characterization of hydrogen-oxidizing bacteria induced following exposure of soil to hydrogen gas and their impact on plant growth. **Environmental Microbiology**, v. 2, p. 435-444, 2006.

MANDAL, J.; CHATTOPADHYAY, A.; HAZRA, P.; DASGUPTA, T.; SOM. M. G. Genetic variability for three biological nitrogen fixation components in cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) cultivars. **Crop Research**, Edinburg, v.18, p.222-225, 1999.

MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; NEVES, M. C. P. Growth characteristics and symbiotic efficiency of rhizobia isolated from cowpea nodules of the North-East region of Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxiford, v. 29, p. 005-1010, 1997.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; MORGADO, L. B. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil.

Biology and Fertility of Soils, Berlim, v.38, p. 333-339, 2003.

MATSUDA, A.; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Tolerância de rizóbios de diferentes procedências ao zinco, cobre e cádmio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 343-355, 2002.

MELO, S.; ZILLI, J. E. Fixação biológica de nitrogênio em diferentes cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: ENCONTRO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL (ENAMA), 11., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Microbiologia; Universidade Federal do Ceará, 2008. CD-Rom.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 28 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

MICHIELS, J.; VERRETH, C.; VANDERLEYDEN, L. Effects of temperature stress on bean-nodulating *Rhizobium* strains. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, p. 1206-1212, 1994.

MIGUEL, D. L.; MOREIRA, F. M. S. Influência do pH do meio de cultivo e da turfa no comportamento de estirpes de *Bradyrhizobium*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, p.873-883, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Balança comercial do agronegócio – Síntese dos resultados no período de 1997-2007**. Brasília: CGOE; DPI; SRI; MAPA, 2008. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page?_pageid=33,1537717&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 10 nov. 2008.

MOREIRA, F.M. S.; GILLIS, M.; POT, B.; KERSTERS, K.; FRANCO, A.A. Characterization of rhizobia isolated from different divergence groups of tropical Leguminosae by comparative gel electrophoresis of their total proteins. **Systematic And Applied Microbiology**, Stwtgart, v.16, p.135-146, 1993.

MOREIRA, F. M. S. Bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam Leguminosae. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: UFLA, 2008. p. 621-680.

MOREIRA, F. M. S. **Estirpes de bactérias altamente eficientes que fornecem nitrogênio para caupi foram selecionadas na UFLA e já são recomendadas para produção de inoculantes comerciais.** Lavras: UFLA, 2005. 16 p.

MOREIRA, F. M. S. Nitrogen-fixing leguminosae-nodulating bacteria. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Soil biodiversity in Amazon and other Brazilian ecosystems.** London: CABI Publishing, 2006. 279 p.

MOREIRA, F.M.S.; HAUKKA, K.; YOUNG, J.P.W. Biodiversity of rhizobia isolated from a wide range of forest legumes in Brazil. **Molecular Ecology**, v.7, p.889-895, 1998.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**, 2 ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

MPEPEREKI, S.; WOLLUM, A. G.; MAKONESE, F. Diversity in symbiotic specificity of cowpea rhizobia indigenous to Zimbabwean soils. **Plant and Soil**, Bethesda, v.186, p.167-171, 1996.

NEVES, A. A. O. **Eficiência e diversidade de bactérias simbióticas fixadoras de nitrogênio isoladas de solos sob floresta secundária e pastagem na Amazônia Ocidental.** 2007. 87 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.

NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Diversity and adaptability of soybean and cowpea rhizobia in tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxiford, v. 29, p. 889-895, 1997.

NILSEN, S. S; BRANDT, W. E.; SINGH, B. B; Genetic variability for nutritional composition and cooking time of improved cowpea lines. **Crop Science**, Edinburg, v. 33, p. 469-472, 1993.

NÓBREGA R. S. A. **Efeito de sistemas de uso da terra na Amazônia sobre atributos do solo, ocorrência, eficiência e diversidade de bactérias que nodulam caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].** 2006. 188 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

OLIVEIRA, L. A.; SMYTH, T. J.; BONETTI, R. Efeito de adubacoes anteriores na nodulacao e rendimento da soja e do feijao caupi num

latossolo amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.195-201, 1992.

PEOPLES, M. B.; LADHA, J. K.; HERRIDGE, D. F. Enhancing legume N₂ fixation through plant and soil management. **Plant and Soils**, v.174, p. 83-101, 2004.

PEREIRA, E. G. **Diversidade de rizóbios isolados de diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia**. 2000. 93p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.

RONGQING GUO, A. B.; JAMES H.; SILSBURY, A.; R. D. GRAHAN. Effect of Four Nitrogen compounds on Nodulation and Nitrogen Fixation in Faba Bean, White Lupin and Medic Plants. **Australia Journal of Plant Physiology**, v. 19, p. 501-508, 1992.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. Fixação biológica de nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; ARAUJO LIMA, J. A.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi - Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 279-335.

SANGINGA, N.; LYASSE, O.; SINGH B.B. Phosphorus use efficiency and nitrogen balance of cowpea breeding lines in a low P soil of the derived savanna zone in West Africa. **Plant and Soil**, Bethesda, v. 220, p.119-128, 2000.

SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; AYANABA, A. Effectivity of indigenous rhizobia for nodulation and early nitrogen fixation with *Leucaena leucocephala* grow in Nigerian soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxiford, v.21, p. 231-235, 1989.

SILVA, F. V.; RUMJANEK, N. G.; SILVA JÚNIOR, J. P. Diversidade de rizóbio em áreas sob diferentes coberturas vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 22., 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1999. 303 p.

SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; ALVES-FERREIRA, M.; RUMJANEK, N. G.; MARGIS-PINHEIRO, M. VuNIP1 (NOD26-like) and VuHSP17.7 gene expression are regulated in response to heat stress in cowpea nodule. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, p. 256-265, 2008.

SLATTERY, J. F.; PEARCE, D. J.; SLATTERY, W. J. Effects of resident rhizobial communities and soil type on the effective nodulation of pulse legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.36, p.1339-1346, 2004.

SMIT, P.; BISSELING, T. A way to unravel molecular mechanisms controlling the rhizobia-legume symbiosis. In.: DILWORTH, M. J.; JAMES, E. K.; SPRENT, J. I.; NEWTON, W. E. (Ed.). **Nitrogen-fixing leguminous symbioses**. Dordrecht: Springer, 2008. p.191-210.

SOARES, A. L. L.; PEREIRA, A.R. FERREIRA, P. A. A ; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG).I.Caupi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, p.795-802, 2006.

SOUSA, P. M. **Potencial do uso da inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio**: alternativa para aumentar a produtividade do feijão-caupi na agricultura familiar de Confresa, Mato Grosso. 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUSA, P. M.; MOREIRA, F. M. M. Inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio: alternativa para aumentar a produtividade do caupi na agricultura familiar de Confresa, Mato Grosso. In: RELARE, 14., 2008, Bonito. **Anais...** Bonito: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. p.16.

TARAWALI, S. A.; SINGH, B. B.; GUPTA, S. C.; TABOR.; HARRIS, F.; NOKOE, S.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S.; BATIONO, A.; MANYONG, V. M.; MAKINDE K.; ODION E. C. Cowpea as a key factor for a new approach to integrated 233 crop–livestock systems research in the dry savannas of West Africa. In: FATOKUN, C. A., TARAWALI, S. A., SINGH, B. B., KORMAWA, P. M., TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan, Nigeria: Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2002. p. 233-251.

THIES J. E.; BOHLOOL B. B.; SINGLETON, P. W. Subgroups of cowpea miscellany: symbiotic specificity within *Bradyrhizobium* spp. for *Vigna unguiculata*, *Phaseolus lunatus*, *Arachis hypogaea*, and *Macroptilium*

atropurpureum. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, p.1540–545, 1991.

URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. **Manejo eficiente de la fertilizacion nitrogenada de cultivos anuales en America Latina y el Caribe**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 110 p.

VALICHESKI, R. R.; XAVIER, G. R. ; SIMÕES-ARAÚJO, J. L. ; RUMJANEK, N. G. Seleção de estirpes de crescimento lento de rizóbio tolerantes ao choque térmico para inoculação de caupi (*Vigna unguiculata*). In: AVAÇOS TECNOLÓGICOS NO FEIJOEIRO CAUPI, 2001, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-norte, 2001. p. 268-272.

VAN BERKUM, P.; NAVARRO R. B.; VARGAS, A. A. T. Classification of the uptake hydrogenase-positive (Hup⁺) bean rhizobia as *Rhizobium tropici*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60, p. 554–561, 1994.

WATKIN, E. L. J.; O'HARA, G. W.; GLENN, A. R. Physiological responses to acid stress of an acid-soil tolerant and an acid-soil sensitive strain of *Rhizobium leguminosarum* biovar trifolii. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxiford, v.35, p. 621-624, 2003.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V. ; NEVES, M.C.P.; RUMJANEK, N.G. Edaphic factors as determinants for the distribution of intrinsic antibiotic resistance in a cowpea, rhizobia population. **Biology and Fertility of Soils**, Berlim, v. 27, p. 386-392, 1998.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V. ; RIBEIRO, J. R. A. ; RUMJANEK, N. G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Caatinga**, v.19, p. 25-33, 2006.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; FREIRE FILHO, F. R. Variabilidade genética em acessos de caupi analisada por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 353-359, 2005.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G. ; NEVES, M. C. P. Tolerância de rizóbio de feijão-caupi à salinidade e à temperatura em condição *in vitro*. **Caatinga**, v. 20, p. 1-9, 2007.

ZHANG, W. T.; YANG, J. K.; YUAN, T. Y.; ZHOU, J. C. Genetic diversity and phylogeny of indigenous rhizobia from cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Biology and Fertility of Soils**, Berlim, v. 44, p. 201–210, 2007.

ZILLI, J. E. ; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R. NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, p. 811-818, 2006.

ZILLI, J. E.; FERREIRA, E. P. B. ; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G.. Efficiency of fast-growing rhizobia capable of nodulating cowpea. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, p. 553-560, 1999.

ZILLI, J. E.; RIBEIRO, K. G.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Efeito de fungicidas à base de carbendazim+thiram e carboxin+thiram na nodulação e rendimento de grãos na cultura da soja. In: FERTBIO, 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. CD-Rom.

ZILLI, J. E.; VALISHESKI, R. R.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Assessment of cowpea rhizobium diversity in cerrado areas of Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, p. 281-287, 2004.

ZILLI, J. E; MARSON, L. C.; XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G. 2009. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. **Acta Amazônica**, Manaus. No Prelo.



MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

José Ferreira da Silva

Sônia Maria Figueiredo Albertino

1 - INTRODUÇÃO

Na região amazônica há escassez de mão-de-obra no meio rural. O controle de plantas daninhas na região é geralmente manual, com o emprego de enxadas ou terçados. As condições climáticas de temperatura e umidade relativa do ar elevadas e alta densidade de radiação solar tornam a capina uma prática desconfortável e uma das atividades mais insalubres no campo amazônico (SILVA et al., 2003).

As plantas daninhas, quando não controladas, podem provocar perdas severas de até 90% em lavouras de feijão-caupi (MATOS, 1991). Estas perdas ocorrem devido à competição das plantas daninhas com plantas de feijão-caupi por água, nutrientes e radiação solar. E, além desses fatores, as plantas daninhas podem hospedar insetos e patógenos que atacam a cultura e liberar compostos aleloquímicos, que também podem interferir no desenvolvimento e na produtividade de grãos.

A competição das plantas daninhas com a cultura pelos fatores de crescimento é menos visível para o agricultor, em comparação ao ataque de insetos ou de uma doença. Talvez por essa razão o produtor não dê maior importância à ocorrência de plantas daninhas em sua lavoura. Quando a competição ocorre no solo, entre os sistemas radiculares das plantas daninhas e das plantas cultivadas, ocorrem vantagens para as plantas daninhas, que normalmente são mais eficientes no aproveitamento dos nutrientes. Por isso, o controle é indispensável para não comprometer a produção.

A planta de feijão-caupi possui metabolismo C_3 (Ciclo de Calvin e Benson) de baixo ponto de compensação luminosa e de pouca eficiência no uso da água, quando comparada com uma planta daninha com metabolismo C_4 (Ciclo de Hatch e Slack), como a leiteira (*Euphorbia heterophylla*) (HALL et al., 1990). A maior competição de plantas com rotas C_4 tende a ocorrer quando a temperatura e a precipitação são mais elevadas. Essas condições ocorrem ao longo do ano na Amazônia, o que pode favorecer as plantas daninhas na competição com o feijão-caupi (exceto por água) no período de verão.

Para evitar perdas de produção, o controle de plantas daninhas em lavoura de feijão-caupi deve ser feito antes do período crítico de competição. Esse período depende da arquitetura da cultivar de feijão-caupi, do espaçamento, da densidade de semeadura e da população de plantas daninhas. Na Amazônia, deve-se ainda considerar os ecossistemas de várzea e de terra firme, em razão da fertilidade dos solos e das épocas de semeadura.

A complexa interação planta daninha x feijão-caupi x meio ambiente na Amazônia requer muitos estudos para evitar as elevadas perdas de produtividade da cultura na região.

2 - PRINCIPAIS PLANTAS DANINHAS EM LAVOURAS DE FEIJÃO-CAUPI NA AMAZÔNIA

Cada cultura agrícola geralmente é infestada por espécies daninhas que co-evoluem com as espécies cultivadas. Esta associação pode ser atribuída a fatores bióticos e abióticos comuns às espécies.

Dentre as espécies de plantas daninhas encontradas em lavouras de feijão-caupi, em terra firme, no Estado do Amazonas, a *Acanthospermum australe* L. foi registrada em levantamentos feitos por Albuquerque (1980), Casara (1988), e Oliveira (2008).

Em área de várzea, Oliveira (2008) registrou as espécies *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Phyllanthus niruri* L., *Commelina diffusa* Burm. f. e *Turnera ulmifolia* L.

Outras espécies de plantas daninhas encontradas em lavouras de feijão-caupi na região são listadas na Tabela 1, com a identificação das respectivas famílias a que pertencem e dos autores dos levantamentos.

Tabela 1 - Plantas daninhas de maior ocorrência na cultura de feijão-caupi na Amazônia.

Família	Nome científico	Nome vulgar
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Leiteira
	<i>Croton lobatus</i>	-
	<i>Croton miquelensis</i> Ferg	-
Leguminosaeae	<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	Anjiquinho
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	Calopogônio
	<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) D. C	Carrapicho beijo de boi
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Malícia
	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth	Puerária
	<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers, +	Alfafa do campo
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Erva grossa
	<i>Eclipta Alba</i> (L.) Hassk.	Agrião do brejo
	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	Malva rasteira
Malvaceae	<i>Sida carpinifolia</i> L. F.	Malva baixa
Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> L.	-
	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	Capim roxo

Fonte: Albuquerque (1980), Casara (1988), Oliveira (2008), Silva (2008), Silva et al. (2008).

3 - PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS SOBRE A PRODUÇÃO

A interferência de plantas daninhas em cultivos agrícolas foi objeto de estudo de Pitelli (1985) para determinar a melhor época de controle. O autor estabeleceu três períodos distintos de influência das plantas daninhas sobre a produção: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de interferência (PCI). Todos eles podem variar com o manejo cultural e a adequação das condições de implantação do cultivo.

O conhecimento desses períodos no cultivo de feijão-caupi é de grande importância para reduzir as perdas de grãos e os gastos com as operações de manejo e controle. Saber o período no qual as plantas daninhas mais afetam a produção do feijão-caupi é determinante para a maior eficácia do controle e o maior aproveitamento do potencial produtivo da cultura.

Convém esclarecer a distinção entre manejo e controle de plantas daninhas. O conceito de manejo é mais abrangente, uma vez que compreende técnicas que vão desde o preparo do solo até a colheita. O controle pode ser uma das etapas do manejo das plantas daninhas, conforme ilustrado na Figura 1.

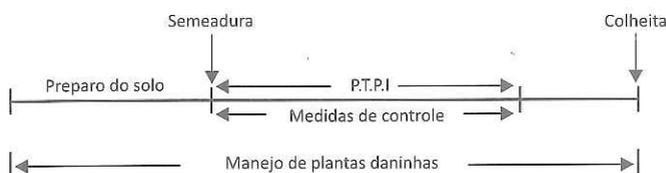


Figura 1 - Esquema ilustrativo do manejo de plantas daninhas em lavouras. P.T.P.I. é o período total de prevenção da interferência. Esquema: J. F. da Silva.

As espécies que compõem a população de plantas daninhas, a densidade, a época da sementeira, o período da convivência das plantas daninhas com o feijão-caupi e a distribuição destas plantas na área cultivada são características que devem ser consideradas para se avaliar o período crítico de interferência.

A Tabela 2 exibe resultados de diferentes estudos sobre períodos de interferência de plantas daninhas em cultivos de feijão-caupi, conduzidos por diversos autores na Amazônia.

Tabela 2 - Períodos críticos de interferência de plantas daninhas na cultura de feijão-caupi (dias após a emergência).

Local	P.A.I.	P.C.I.	P.T.P.I.	Referência
Manaus-AM	14	14-40	40	Oliveira (2008)
Boa vista-RR	20	20-30	30	Oliveira júnior et al. (2000)
Manaus-AM	10	10-40	40	Casara (1988)
Manaus-AM	18	18-40	40	Magalhães (1987)

P.A.I. é o período anterior a interferência. P.C.I. é o período crítico de interferência e P.T.P.I. é o período total de prevenção da interferência.

Em estudo conduzido em Manaus, Casara (1988), observou que o período crítico de interferência (PCI) no cultivo do feijão-caupi, cultivar BRS Caldeirão, foi do décimo ao quadragésimo dia após a sementeira

(DAS). Entretanto, no experimento, só ocorreram as plantas daninhas *Acanthospermum australe* L., da família Asteraceae, e *Paspalum virgatum* L., da família Poaceae.

Com a cultivar IPEAN-69, Magalhães (1987) delimitou o PCI do décimo oitavo ao quadragésimo DAS, quando o feijão-caupi cresceu em uma população mista de plantas daninhas de folhas largas e estreitas.

Em Roraima, Oliveira Junior et al. (2000), observaram que o PCI foi do vigésimo ao trigésimo dia após a emergência do feijão-caupi.

Em área de várzea no Amazonas, Oliveira (2008) observou que houve predominância da população de plantas daninhas da família Poaceae e o PCI das plantas daninhas com a cultivar BRS Caldeirão foi desde o décimo quarto ao quadragésimo DAS (Figura 2). Neste experimento, a cobertura do solo pelas plantas daninhas evoluiu com o decorrer do tempo, de forma que se intensificou a interferência das infestantes com o cultivo de feijão-caupi (Figura 3).

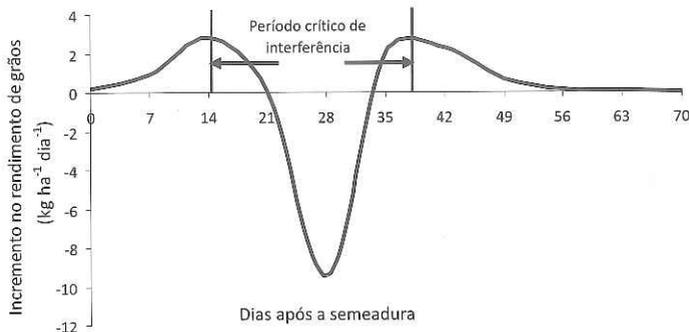


Figura 2 - Período crítico de interferência (PCI) de plantas daninhas em cultivo de feijão-caupi 'BR-8 Caldeirão', cultivado em várzea. Fonte: Oliveira (2008).

Durante o período crítico de interferência, as plantas cultivadas devem ficar livres de plantas daninhas, com a prática de capinas ou com o uso de herbicidas residuais. Após o período crítico de interferência, o sombreamento das plantas cultivadas inibirá o crescimento das plantas daninhas.



Figura 3 - Evolução da cobertura do solo pelas plantas daninhas, em várzea, aos 14 e 21 dias após a semeadura (DAS) e na colheita (70 DAS), quando há dificuldade de visualizar as plantas do feijão-caupi em alta população de plantas daninhas. Foto: J. F. da Silva.

Pode-se inferir que cultivares de feijão-caupi com arquitetura do tipo enramadora sejam mais eficientes no controle das plantas daninhas devido ao maior sombreamento, quando comparadas com cultivares de porte ereto, o que denota períodos de interferência distintos. Todo manejo cultural que contribua para que as plantas cultivadas tenham maior taxa de crescimento inicial e ocupem rapidamente o espaço irá reduzir o período crítico de interferência. Consequentemente poder-se-á usar menos mão-de-obra para capina ou herbicidas com menor poder residual.

Vidal et al. (2005), propuseram o período anterior ao dano no rendimento econômico, baseado nos aspectos econômicos do custo de controle e do valor monetário dos grãos, como critério para determinar o período aceitável de interferência das plantas daninhas antes de decidir pelo seu controle.

Considerando a diversidade de fatores que influenciam o grau e os períodos de interferência apresentados, torna-se extremamente importante a pesquisa nesta área, em diferentes condições de solo, clima, espécies daninhas e espécies cultivadas, visando à maior eficiência do manejo integrado das plantas daninhas.

4 - MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O nível de controle das plantas daninhas em uma lavoura depende de diversos fatores, tais como: espécie daninha, habilidade

competitiva da espécie cultivada, métodos a serem empregados, condições do ambiente, entre outros.

Em geral, um bom controle de plantas daninhas deve ter como metas a obtenção de máxima produção em menor período de tempo e com o mínimo de risco possível de causar severa injúria à produção. Para alcançar essas metas, são indispensáveis o conhecimento e o uso dos métodos de controle existentes.

4.1 – CONTROLE PREVENTIVO

Consiste no uso de práticas que evitem a introdução, o estabelecimento e a disseminação de plantas daninhas em áreas de cultivo. A introdução de novas espécies geralmente ocorre por meio de lotes de sementes de feijão-caupi contaminados, adubos orgânicos, máquinas agrícolas, trânsito de animais e do próprio homem.

O uso de sementes de procedência confiável, a limpeza de máquinas, implementos e canais de irrigação, a inspeção de mudas adquiridas com torrão e matéria orgânica e o monitoramento do trânsito de animais provenientes de áreas infestadas são medidas importantes para evitar a disseminação de sementes e de outras estruturas de reprodução de espécies daninhas.

A prevenção é uma prática que, na maioria das vezes, não é considerada pelos agricultores, mas que pode contribuir para a redução de infestação de espécies problemáticas. A tiririca (*Cyperus rotundus* L.) é um exemplo de planta daninha disseminada por meio de esterco e mudas com torrão, enquanto o picão-preto (*Bidens pilosa* L.), o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e o carrapicho rasteiro (*Acanthospermum australe* Loefl.) são exemplos de espécies que se dispersam em novas áreas a partir de roupas e sapatos dos operadores, pêlos de animais e outros meios (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2006).

4.2 – CONTROLE CULTURAL

Consiste em usar as próprias características ecológicas das espécies cultivadas e das plantas daninhas para beneficiar o estabelecimento e o desenvolvimento da cultura. Todo manejo cultural que contribua para que as plantas cultivadas tenham maior taxa de crescimento inicial e ocupem o espaço antes das plantas daninhas irá reduzir o período crítico de interferência. Conseqüentemente, poder-se-á usar menos mão-de-obra para capina ou herbicidas com menor poder residual.

A adoção de práticas culturais de manejo de plantas daninhas pode gerar benefícios econômicos e simplificar as atividades na propriedade. Dentre as práticas culturais mais importantes no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi, as principais são: uso de cultivares adaptadas para região, plantio de sementes limpas de impurezas e de alto vigor, adoção de espaçamento adequado, correção do solo, rotação de cultura e consorciação de cultivos.

4.2.1 - CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI RECOMENDADAS PARA A AMAZÔNIA

Segundo Freire Filho et al. (2007) existem cultivares de feijão-caupi recomendadas para quase todos os Estados das Regiões Norte e Nordeste. É importante salientar que não basta decidir-se pelas cultivares recomendadas; as sementes a serem adquiridas devem ser de boa procedência, com elevado grau de pureza, germinação e vigor.

A escolha adequada da cultivar, por se tratar de material geralmente mais adaptado a condições específicas de solo e clima, pode resultar em maior competitividade da cultura em relação às plantas daninhas. Além disso, outras características inerentes a grupos de cultivares e que também contribuem para a supressão de plantas daninhas são: porte e arquitetura da planta, índice de área foliar, desenvolvimento inicial e ciclo de vida. Uma cultivar de porte alto, com

desenvolvimento inicial rápido e com ciclo médio ou longo, é mais competitiva em relação às plantas daninhas do que uma cultivar de ciclo precoce, de porte baixo e desenvolvimento inicial lento. Maiores detalhes sobre as cultivares recomendadas para a região podem ser obtidas no Capítulo 3 desse livro.

4.2.2 - DENSIDADE DE SEMEADURA

A adequação da densidade de plantas por área, da profundidade de semeadura, do espaçamento entre linhas e da época de plantio é essencial para proporcionar a rápida germinação das sementes, a emergência das plântulas e o estabelecimento vigoroso e uniforme da espécie cultivada. A ocupação adequada do solo favorece o potencial produtivo da espécie cultivada e reduz o espaço para a proliferação de plantas daninhas.

A densidade ótima é aquela em que a quantidade de plantas por unidade de área seja compatível com o tipo de solo, clima, tratos culturais e, principalmente, com o porte da cultivar a ser plantada, proporcionando a máxima produtividade desta. O espaçamento entre e dentro das fileiras de plantio deve ser calculado em função do melhor aproveitamento da energia solar interceptada pelas plantas, principalmente nas regiões com grande intensidade luminosa, como é o caso da Amazônia.

Quanto menor o espaçamento, mais rápido e intenso será o sombreamento do solo, aumentando a eficiência das medidas empregadas no controle das plantas daninhas. No entanto, o efeito do sombreamento sobre as plantas daninhas depende da composição florística da comunidade infestante, pois há variação quanto à tolerância ao sombreamento entre as espécies. Também se deve considerar o limite mínimo do espaçamento, pois poderá haver perda de produção devido à competição entre as plantas de feijão e a propensão ao aparecimento de doenças e pragas.

4.2.3 - ROTAÇÃO DE CULTURAS E CONSÓRCIO

Várias alternativas de rotação/consórcio de culturas especificamente para o feijão-caupi são recomendadas no "sistema de produção bragantino", desenvolvido por Cravo et al. (2005) no nordeste paraense. Tal sistema de produção pode ser usado em outras partes da Amazônia, se levadas em consideração as bases exigidas para a implantação do sistema e as épocas adequadas de plantio.

No caso de consórcio, além das culturas anuais, o feijão-caupi pode ser cultivado com espécies perenes, como coco, citros, maracujá, pimenta-do-reino e banana, entre outras (CRAVO; SOUZA, 2007).

Estas práticas, por manterem a área ocupada na maior parte do ano, evitam a exposição do solo às intempéries e a infestação da lavoura por plantas daninhas, especialmente por aquelas espécies mais adaptáveis a determinada lavoura, possibilitando maior eficiência no uso do solo e maior lucratividade do empreendimento.

4.3 – CONTROLE MECÂNICO

A capina manual, com uso de enxadas, é utilizada por agricultores com áreas pequenas, mas não atende adequadamente às médias e grandes propriedades, porque se torna mais cara em razão da necessidade de grande quantidade de mão-de-obra e do baixo desempenho dos trabalhadores. Estima-se a necessidade média de 8 dias-homem¹, para a capina de um hectare de feijão-caupi (SILVA et al., 1987).

Esta prática, preferencialmente, deve ser realizada em dias quentes, sem chuvas, e com o solo pouco úmido, a fim de torná-la mais eficiente. É também recomendado que seja superficial, para evitar danos ao sistema radicular e também o revolvimento do solo, o que pode trazer para a superfície sementes de plantas daninhas das camadas mais profundas, favorecendo a sua germinação.

Em todo o ciclo do cultivo de feijão-caupi são realizadas, normalmente, uma a duas capinas com enxada; a partir daí, o

crescimento das plantas contribuirá para a redução das condições favoráveis para a germinação e desenvolvimento das plantas daninhas.

A capina mecânica, usando cultivadores tracionados por animais ou tratores, é uma prática comum de controle de plantas daninhas em feijão-caupi, principalmente por produtores com pequena disponibilidade de área que não possuem outros meios. No entanto, Cravo e Souza (2007) afirmam que, atualmente, com a aquisição de máquinas diversas pelos grandes e médios produtores e pela oferta aos pequenos de patrulhas mecanizadas pela maioria das prefeituras da região, bem como pela aquisição de tratores por algumas associações comunitárias, todo o processo de preparo de área, tratamentos culturais e colheita são feitos total ou parcialmente mecanizados em grande parte do pólo produtor de feijão-caupi localizado na região Bragantina no estado do Pará. A eficiência do controle mecânico depende das características da espécie a ser controlada e do uso correto do equipamento.

Espécies que se reproduzem por meio de estruturas vegetativas, como a tiririca e a grama-seda, estabelecem-se facilmente quando o equipamento empregado apenas fragmenta a planta.

Para espécies anuais o controle mecânico é eficiente, enquanto que, para espécies perenes, por possuírem sistema radicular profundo, a eficácia nem sempre é satisfatória.

Antes de adotar o controle mecânico de plantas daninhas é necessário conhecer a capacidade de enraizamento, a profundidade do sistema radicular, o hábito de crescimento e o tipo de reprodução das espécies daninhas, para escolher o equipamento adequado, como este deverá ser operado e a que profundidade o equipamento deverá ser regulado (VARGAS et al., 2006).

A cobertura do solo com restos vegetais em camada espessa é um meio mecânico de controle de plantas daninhas, isto porque impede que as mesmas recebam luz. Além disso, a cobertura reduz as variações de umidade e temperatura da superfície do solo, estimulando a

germinação das sementes das plantas daninhas da camada superficial do solo, que posteriormente serão mortas por conta da impossibilidade de emergência devido à barreira física formada pela camada de restos vegetais. A cobertura também pode apresentar efeitos alelopáticos que controlam algumas espécies daninhas, tais como a *Brachiaria plantaginea*, *Euphorbia heterophylla*, entre outras.

4.4 – CONTROLE QUÍMICO

O controle químico de plantas daninhas consiste no uso de produtos químicos denominados herbicidas, que são os produtos mais utilizados pelos produtores no Brasil e no mundo, comparados a outros agroquímicos como inseticidas, fungicidas etc. (ANDEF, 2007).

Este método de controle, apesar de apresentar riscos ambientais e à saúde do operador, possui inúmeras vantagens sobre outros métodos de controle de plantas daninhas, que no campo podem se traduzir em maior comodidade ao agricultor e obtenção de maior produtividade da cultura.

Mesmo no período de chuva, os herbicidas residuais controlam as plantas daninhas, evitando a competição das mesmas pelos nutrientes. Isto libera os trabalhadores da capina, que assim podem ser empregados em outras atividades da propriedade. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados quanto: ao espectro de ação do herbicida em relação à população de plantas daninhas na lavoura de feijão-caupi; ao resíduo do produto no solo, visando à cultura subsequente; à contaminação ambiental com descartes de sobra de herbicidas e de embalagens; ao armazenamento e manuseio; ao período de carência; e quanto ao uso de equipamentos de proteção individual durante o manuseio e a aplicação.

Infelizmente, não existem herbicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do feijão-caupi, o que impede a recomendação e uso de tais produtos no campo. Entretanto, são apresentadas a seguir informações importantes

sobre características dos herbicidas e resultados de pesquisa na cultura do feijão-caupi que podem orientar fabricantes de herbicidas a buscarem registro desses produtos junto ao MAPA.

4.4.1 - SELETIVIDADE

A seletividade é a propriedade de um herbicida de controlar as plantas daninhas de uma lavoura, de modo a contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade do produto final da cultura.

Para utilizar herbicidas com segurança na lavoura é necessário levar em consideração, antes de qualquer atitude, a seletividade à cultura. Quanto mais seletivo for o herbicida para a espécie cultivada e menos para as plantas daninhas, melhor será o resultado desta prática.

A seletividade, no entanto, é relativa e depende de vários fatores relacionados ao produto, à cultura, às plantas daninhas e ao ambiente. Assim, herbicidas inibidores da síntese de lipídios (inibidores da ACCase como herbicidas à base de sethoxydim e fluazifop) controlam plantas daninhas de folhas estreitas (monocotiledôneas), embora haja diferença entre espécies, e são seletivos para plantas de folhas largas (dicotiledôneas).

Herbicidas à base de paraquat e glyphosate não são seletivos para a cultura e nem para plantas daninhas anuais, por isso as controlam efetivamente. Por esta razão, esses herbicidas são amplamente utilizados em plantio direto, porque neste tipo de manejo do solo as plantas daninhas devem ser eliminadas antes do plantio. Além disso, herbicidas de amplo espectro e ação de contato, como o paraquat, podem ser aplicados em jato dirigido, entre as linhas de plantio ou com uma proteção lateral, que evite o herbicida atingir as plantas de interesse (Figura 4).

Esta aplicação do herbicida deve ser efetuada antes do início do período crítico de competição (Figura 2).

A seletividade de um herbicida causa a morte ou retarda o crescimento de espécies de plantas (plantas daninhas) sem provocar

significativa injúria à planta cultivada (ASHTON; MÔNACO, 1991). A seletividade ocorre dentro de certos limites, envolvendo: cultivar, dose do herbicida, posição física do herbicida, época de aplicação e formulação. Neste capítulo não será abordada a seletividade quanto à absorção, translocação, anatomia e metabolismo dos herbicidas nas plantas de feijão-caupi.

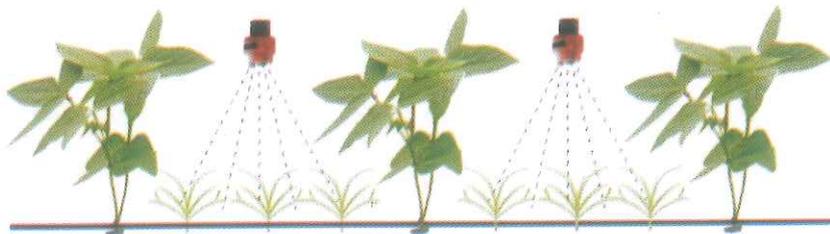


Figura 4 - Herbicida não seletivo de amplo espectro aplicado em jato dirigido nas entrelinhas da cultura do feijão-caupi. Esquema: J. F. da Silva.

A seletividade de um herbicida para uma espécie depende da dose, isto porque, com a aplicação de elevada dose do herbicida, a planta não consegue metabolizá-la e isto pode destruí-la (FRAZÃO, 2006; HALL et al., 1990).

Na Amazônia, com alta umidade relativa do ar, herbicidas solúveis, como acifluorfen, podem ficar por mais tempo retidos na folha e, com isto, ser mais absorvidos, o que, em certas circunstâncias, pode causar severa injúria às plantas do feijão-caupi.

A posição física do herbicida é um fator de seletividade. A aplicação dirigida em pós-emergência (Figura 4) é um exemplo de como obter seletividade de posição, evitando-se que o herbicida entre em contato com folhas ou pontos de crescimento da planta.

Para os herbicidas do grupo químico dinitroanilinas, como trifluralin e pendimethalin, a posição destes no solo determina a seletividade. Estes produtos são absorvidos principalmente pelas plântulas da família Poaceae antes de emergir, cujas sementes estão depositadas nos primeiros centímetros da superfície do solo. Como

estes herbicidas são pouco móveis no solo, as radículas da plântula cultivada escapam da camada que contém o herbicida.

A época e o método de aplicação do herbicida também determinam a seletividade. Em pré-plantio incorporado, após o preparo do solo, o herbicida é aplicado e imediatamente incorporado com uma grade. É usado para herbicidas com alta pressão de vapor (voláteis), pouco solúveis em água e fotodegradáveis, como trifluralin.

No controle em pré-emergência, o herbicida é aplicado após a semeadura e antes da emergência das plantas daninhas e do feijão-caupi. Se o herbicida não for seletivo para a cultura, como glyphosate e paraquat, deve ser aplicado antes da semeadura da cultura, respeitando o intervalo recomendado pelo fabricante. Neste sistema, o herbicida age indiscriminadamente e destrói toda a vegetação, formando uma camada morta que se torna uma barreira física a impedir a passagem de luz solar e, conseqüentemente, a germinação das sementes das plantas daninhas. Quando o herbicida for seletivo, é importante que haja um pouco de umidade no solo para a incorporação do produto e melhoria da sua eficácia. De fato, como a maioria das sementes de plantas daninhas germina na camada mais superficial do solo, o herbicida deve estar na solução do solo para ser absorvido pelas raízes das plantas daninhas.

Em pós-emergência, o herbicida é aplicado quando ocorre a emergência das plântulas de feijão-caupi e das plantas daninhas. A época de aplicação deve ser por volta do décimo quarto dia após a semeadura (Figura 2, Tabela 2), dependendo da composição florística das espécies de plantas daninhas na lavoura de feijão-caupi. Também o estágio fenológico das plantas de feijão-caupi tem influência na tolerância aos herbicidas, porque a tolerância das plantas a herbicidas aumenta com a idade. Melo (2009) constatou que oito cultivares de feijão-caupi permaneceram no estágio V1 até ao vigésimo primeiro dia após a semeadura (Figura 5).

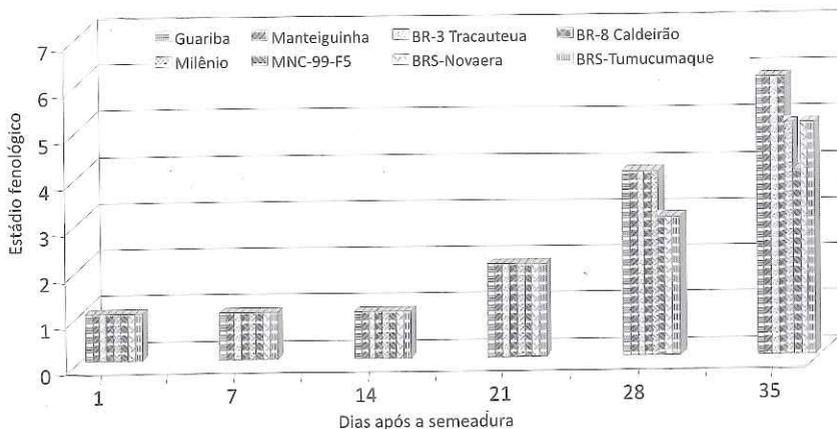


Figura 5 - Estádios fenológicos de oito cultivares de feijão-caupi. Fonte: Melo (2009).

Portanto, o controle das plantas daninhas no estágio V1 até ao décimo quarto dia após a semeadura (Figura 2) parece ser a época mais adequada para controle das plantas daninhas.

No momento da seleção de um herbicida para feijão-caupi, dentre os vários fatores a serem considerados, a cultivar assume relevante importância. As diferenças entre cultivares podem indicar a seletividade para o herbicida. Uma cultivar com folha glabra e outra com alta densidade de tricomas na parte adaxial podem aumentar ou reduzir a absorção, e conseqüentemente, a translocação diferencial do herbicida para o sítio de ação.

Almeida (2007) aplicou fomesafen ($0,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de i.a.) aos 21 dias após a semeadura de feijão-caupi (cv. BR-8 Caldeirão, IPEAN-69 e BR-3 Tracateua) e comparou com as plantas-controle. O herbicida foi seletivo para para IPEAN-69 e BR-3 Tracateua, mas causou morte da cultivar BR-8 Caldeirão (Figura 6).

O mesmo autor aplicou o fluzazifop, inibidor da enzima ACCase em Poaceas, nas mesmas cultivares de feijão-caupi, e somente a BR-3 Tracateua teve o crescimento reduzido pelo produto (Figura 7).



Figura 6 - Diferentes cultivares de feijão-caupi com fitotoxicidade causada pelo fomesafen (H) em comparação ao controle não tratado (C). Foto: J. F. da Silva.



Figura 7 - Plantas de cultivares de feijão-caupi com sintomas causados pelo herbicida fluazifop (H) em comparação ao controle (C). Foto: J. F. da Silva.

Também trabalhando com fomesafen, Cavalcante (2008) observou que as cultivares conservadas, isto é, aquelas usadas pelo agricultor, mas sem melhoramento genético, não foram tolerantes ao herbicida (Figura 8), enquanto das oito melhoradas, apenas BRS Novaera e BRS Tumucumaque toleram o herbicida. Esta seletividade do herbicida para estas duas cultivares, entre 11 pesquisadas, deixa evidente a importância da cultivar no momento da seleção de um herbicida.

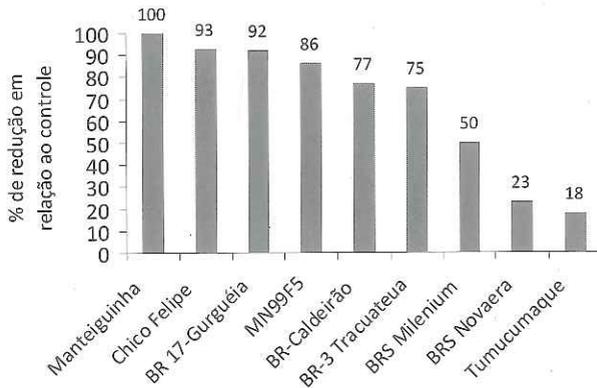


Figura 8 - Redução, em %, da área foliar de cultivares de feijão-caupitratadas com fomesafen em relação ao controle.

Também nesta linha, Oliveira (2007), avaliou a tolerância de cultivares conservadas de feijão-caupi (Chico Felipe, Fígado-de-galinha, Manteiguinha, Feijão-leite e Boi-vinagrão), de grande aceitação no mercado de Manaus, a fomesafen aos 39 dias após a semeadura. Todas as cultivares tiveram o peso da matéria seca total reduzido em relação ao controle, chegando esta redução a 100% para a cultivar Chico-Felipe e a 39% para Fígado-de-galinha.

5 - CONSIDERAÇÕES SOBRE BOAS PRÁTICAS DO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

A adoção de boas práticas de manejo de plantas daninhas pode gerar benefícios econômicos e simplificar as atividades na propriedade. Dentre as boas práticas de manejo de plantas daninhas, as mais importantes são:

1. Manejar o solo de forma a diminuir o banco de sementes de plantas daninhas;
2. Promover tratos culturais que facilitem o estabelecimento rápido do feijão-caupi;
3. Devido à expansão da cultura do feijão-caupi para grandes lavouras, principalmente nos Estados de Mato Grosso e Pará, torna-se imprescindível o uso de controle químico das plantas daninhas, o que tem forçado os agricultores a utilizarem herbicidas de forma irregular, sem registro nos órgãos governamentais. Dessa forma, o registro de produtos para a cultura do feijão-caupi torna-se fundamental para regularizar essa prática.

6 - AGRADECIMENTOS

Ao amigo Renato Argôllo de Souza, pela revisão do texto. Ao técnico de laboratório Gilsimar Brito de Melo, pela confecção das figuras. Aos organizadores do livro, pelo convite para escrever este

capítulo. À Embrapa Amazônia Ocidental e à Embrapa Meio-Norte, por cederem as sementes para realização das pesquisas.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTON, F. M.; MONACO, T. J. **Weed Science: Principles and Practices**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1991. 466 p.

ALBUQUERQUE, J. M. Identificação de plantas invasoras de cultura da região de Manaus. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 1, p. 47-95, 1980.

ALMEIDA, D. F. **Efeitos de herbicidas sobre o crescimento de *Bradyrhizobium* em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.(Walp))**. 2007. 53 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas.

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Fitossanitária. **Dados estatísticos, 2005**. Disponível em: <www.andef.gov.br>. Acesso em: 4 set. 2007.

CAVALCANTE, A. M. L. N. **Cruzamento entre cultivares conservadas e melhoradas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.(Walp)) e sua resistência ao herbicida Fomesafen**. 2008. 28 f. (Relatório final) – Universidade Federal do Amazonas.

CASARA, H. N. **Período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. (Walp.))**. 1988. 17 f. Monografia (Curso de Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas.

CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **Sistema bragantino: agricultura sustentável para a Amazônia**. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

CRAVO, M. S.; SOUZA, B. D. L. **Sistemas de cultivo do feijão-caupi na Amazônia**. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 15-21. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

FRAZAO, H. O. **Tolerância de leguminosas de cobertura de solo e de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. (Walp)) a herbicidas pós-emergentes.** 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas.

FREIRE FILHO, F. R.; VILARINHO, A. A.; CRAVO, M. S.; CAVALCANTE, E. S. **Panorama da cultura do feijão-caupi no Brasil.** In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 11-14. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

HALL, A. E.; MUTTERS, R. G.; HUBICK, K. T.; FARQUHAR, G. D. Genotypic differences in carbon isotope discrimination by cowpea under wet and dry field conditions. **Crop Science**, v. 30, n.2, p. 300-305, 1990.

MAGALHAES, H. P. **Determinação do período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura do feijão-caupi.** 1987. 25 f. Monografia (Curso de Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas.

MATOS, V. P.; SILVA, R. F.; VIEIRA, C; SILVA, J. F. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 26, n. 5, p. 737-743, 1991.

MELO, M.S. **Tolerância do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em diferentes estádios fenológicos ao fomesafen.** 2009. 21 f. (Relatório parcial) – Universidade Federal do Amazonas.

OLIVEIRA, O. M. S. **Tolerância de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) ao herbicida Fomesafen.** 2007. 9 f. Monografia (Curso de Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas.

OLIVEIRA, O. M. S. **Determinação do período crítico de interferência das plantas daninhas com a cultura do feijão-caupi na várzea e em terra firme.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas. No prelo.

OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L. de; MEDEIROS, R. D. de; MOREIRA, M. A. B. A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Estado de Roraima. **Embrapa Informa**, Roraima, v. 1, n. 1, ago. 2000.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em cultivos agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

SILVA, A. A. da; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA J. F.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; VARGAS, L. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa 2006. 260 p.

SILVA, J. B.; CRUZ, J. C.; SILVA, A. F. Controle de plantas daninhas. In: **Recomendação técnica para o cultivo do milho**. 3. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 1987. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 4).

SILVA, J. F.; BEUNO, C. R.; SOUZA, A. C. Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas e seletividade em leguminosas de cobertura e cupuaçuzeiro. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p.137-143, 2003.

SILVA, M. R. M.; MARQUES, L. J. P.; FREITAS, A. C. R.; COSTA, E. A.; GEHRING, C. Composição florística das plantas daninhas na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) no sistema de derruba e queima da Pré- Amazônia Maranhense. In: CONGRESSO DE LA ASSOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, MG: UFV, 2008. p.1-4.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAM, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. (Embrapa Trigo. Documentos *On line*, 61). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm. Acesso em: 08 mai. 2009.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G.; MEROTTO JÚNIOR, A. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE): nova abordagem sobre os períodos de interferência entre plantas daninhas e cultivadas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 387-396, 2005.



53000000
vol 32350

CAPÍTULO 7

DOENÇAS

*Kátia de Lima Nechet
Bernardo de Almeida Halfeld-Vieira
Alessandra de Jesus Boari
Jefferson Fernandes do Nascimento*

1 - INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região Amazônica até recentemente estava restrita a plantios pequenos, de subsistência, sem acompanhamento e avaliação da ocorrência de doenças e seu impacto na produção. Com a expansão da cultura, principalmente nos Estados do Pará e Mato Grosso, novos sistemas de produção e cultivares foram introduzidos e o padrão sanitário da cultura passou a ser considerado um fator importante. Embora as condições de temperatura e umidade relativa elevadas sejam favoráveis ao desenvolvimento de diversas doenças, há poucas referências na literatura sobre o tema na região.

O primeiro relato, feito por Cardoso e Mesquita (1981) no Acre, foi a ocorrência de mela, causada pelo fungo *Rhizoctonia solani* Kühn, em germoplasmas de feijão-caupi em Rio Branco. Posteriormente, Batista et al. (1983) relataram a incidência de mela, podridão-cinzento-caule, mancha zonada, cercosporioses, antracnose, murcha-de-esclerócio, murcha de fusário, podridão-do-colo e vírus do mosaico severo do caupi (CpSMV) na cultura no Estado do Amazonas, destacando como principais a mela, as cercosporioses e a antracnose. Levantamento em plantios representativos na zona bragantina, ilha de Marajó e Transamazônica, no Estado do Pará, foi realizado por

Poltronieri et al. (1994), visando identificar as principais doenças do feijão-caupi no Estado. Nesse trabalho, os autores relataram a incidência do CpSMV, podridão cinzenta do caule, carvão, cercosporiose, murcha de fusário, mela e podridão das vagens.

Em Roraima, Nascimento et al. (2002), relataram a incidência da antracnose e cercosporiose na cultura. A partir de 2003, ações de pesquisa baseadas no diagnóstico dos patógenos associados ao feijão-caupi, permitiram identificar as principais doenças da cultura em Roraima: a mela ou murcha-da-teia-micélica (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006a); as cercosporioses causadas pelos fungos *Cercospora canescens* e *Pseudocercospora cruenta* (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006b; NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006c); a bacteriose causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola* (SOUZA et al., 2007) e a murcha-de-esclerócio causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006b).

Este capítulo apresenta os sintomas e as medidas de controle das enfermidades incidentes no feijão-caupi na região amazônica, visando facilitar o diagnóstico correto de doenças em áreas de produção da cultura.

2 - DOENÇAS FÚNGICAS

2.1 - MELA OU MURCHA-DA-TEIA-MICÉLICA

Agente causal: *Rhizoctonia solani* Kühn [teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk]

O desenvolvimento da doença é favorecido pela combinação de temperatura (> 35 °C) e umidade relativa do ar elevadas (> 80%), bem como pela alta frequência e quantidade de chuvas. *Rhizoctonia solani* é um patógeno de solo que sobrevive na área por longo período através de estruturas de resistência (microescleródios), saprofitismo e ampla gama de hospedeiros, cultiváveis ou não (PAPAVIZAS; DAVEY, 1961). A mela é uma das doenças mais importantes do feijão-caupi em Roraima (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006a) e no Amazonas (BATISTA et al., 1983).

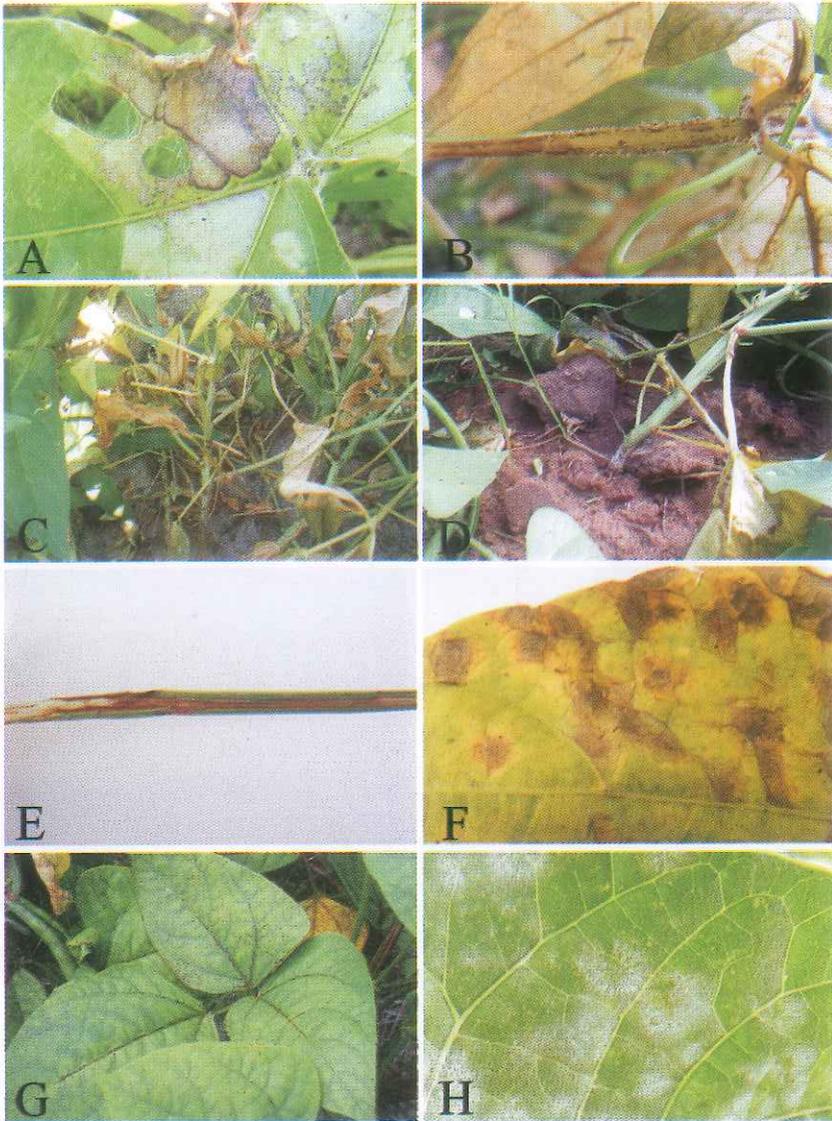


Figura 1 - Sintomas de: A. Mela (crescimento micelial). B. Mela (microescleródios). C - Podridão-cinzenta-do-caule. D - Murcha-de-esclerócio. E - Murcha-de-fusário. F - Cercosporiose (*Pseudocercospora cruenta*). G - Mancha-café. H - Oídio. Fotos: A, B, C, D, E, F, H - B. A. Halfeld-Vieira; G - K. L. Nechet.

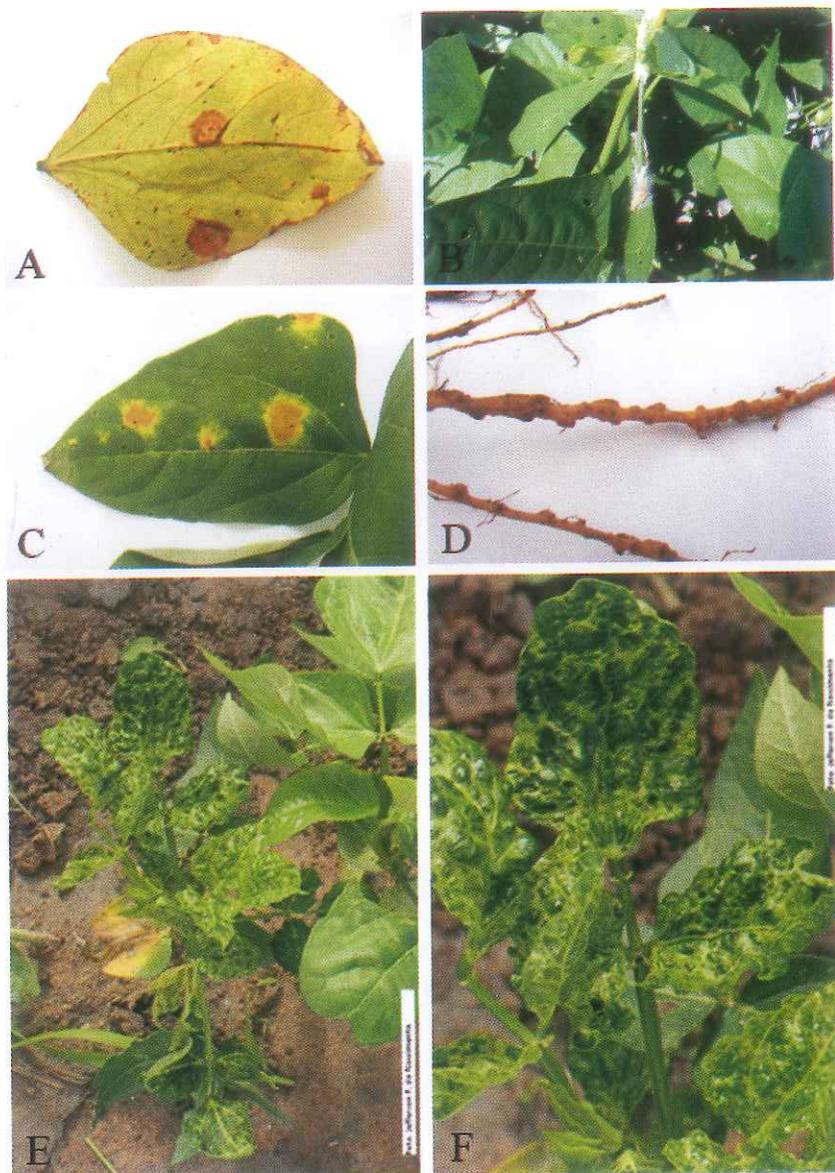


Figura 2 - Sintomas de: A. Mancha-zonada. B. Podridão-das-vagens. C. Mancha-bacteriana. D. Nematóide-das-galhas. E. Vírus do mosaico severo do caupi (CpSMV). F. CpSMV. Fotos: A, C, D—B. A. Halfeld-Vieira; B—K. L. Nechet; E, F—J. F. Nascimento.

Sintomas:

Os sintomas da mela se iniciam nas folhas mais próximas ao solo, onde se observam manchas de formato irregular, inicialmente aquosas, mais claras no centro e delimitadas por uma borda escura ou manchas de formato circular e coloração marrom. Com o progresso da doença, ocorre a adesão das folhas da planta pela teia micélica do fungo (Figura 1A), seguida da seca e desfolha. Em condições favoráveis, numerosos microescleródios são formados nos tecidos vegetais das plantas (Figura 1B). O sintoma da doença pode ser observado também em vagens, com lesões escuras de formato irregular e grande extensão.

Medidas de Controle:

O método de controle mais viável é o uso de cultivares resistentes à doença. As cultivares de porte prostrado, Amapá, BR3-Tracuateua, BR17 Gurguéia, BR14-Mulato e Canapuzinho, e as de porte ereto, BRS Mazagão, Pitiúba e BR2-Bragança, são recomendadas para áreas com histórico de incidência da doença (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2007).

Outras medidas complementares de controle são a eliminação de restos culturais em áreas com histórico da doença, plantio em espaçamento que permita uma melhor aeração das plantas para evitar o acúmulo de umidade e a rotação de culturas. Em sucessão ao feijão-caupi pode ser plantado o milho ou arroz e deve-se evitar o plantio de soja e do feijão comum.

2.2 - PODRIDÃO-CINZENTA-DO-CAULE

Agente causal: *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid

A doença é também conhecida como podridão-de-carvão e, além do feijão-caupi, ocorre em várias outras culturas, como o milho, feijão comum, soja, algodão, girassol, mamona, sorgo e melão (ANDRADE; NASCIMENTO, 2003; MENDES et al., 1998). O patógeno é um fungo de solo que pode permanecer viável por até quatro anos na ausência de um hospedeiro, através da formação de estruturas de resistência

(microescleródios). A transmissão por sementes infectadas é meio mais importante de propagação, em alguns casos, do que o inóculo do solo. Ao contrário da maioria dos patógenos de solo, a maior incidência da doença ocorre em condições de baixa umidade do solo e alta temperatura, sendo o ótimo entre 28 a 40°C (DHINGRA; SINCLAIR, 1978).

Sintomas:

No campo, são observadas plantas murchas com folhas amareladas e lesões escurecidas na base que progridem para a seca e morte (Figura 1C). Na base da planta e progredindo para a raiz e as partes superiores do caule ocorrem lesões com numerosas pontuações pretas, que são as estruturas reprodutivas do fungo (picnídios). Em menor frequência, o fungo causa manchas foliares de formato irregular, inicialmente da borda, seguindo para o centro da folha, de coloração pálida e com presença de picnídios. Em muitos casos, vagens com sintoma da doença já apresentam as sementes infectadas pelo fungo.

Medidas de Controle:

A erradicação do fungo de uma área é difícil e a melhor maneira de se evitar perdas de produção da cultura é o uso integrado de práticas culturais que desfavoreçam o desenvolvimento da doença. Algumas práticas recomendadas são: uso de sementes saudáveis, certificadas (não há registro de produtos químicos para o tratamento de sementes de feijão-caupi); manutenção da fertilidade do solo adequada, principalmente o nitrogênio (SOARES et al., 2001); rotação com a cultura do arroz por no mínimo três anos; uso de cobertura morta (como a palha de arroz) para manter a umidade do solo (ALMEIDA et al., 2003) e eliminação de restos culturais. Alguns genótipos de feijão-caupi são resistentes à *M. phaseolina* em condições de casa-de-vegetação (RODRIGUES et al., 1997), entretanto, até o momento não há cultivares de feijão-caupi com indicação de resistência à podridão-cinzenta-do-caule.

2.3 - MURCHA-DE-ESCLERÓCIO

Agente causal: *Sclerotium rolfsii* Sacc.

O fungo *Sclerotium rolfsii* é um patógeno de solo que causa a morte do tecido da planta hospedeira antes de penetrá-lo, causando grandes danos (LUTRELL, 1974). Possui capacidade de se desenvolver entre 8 a 40°C (PUNJA, 1985) e uma gama de hospedeiros estimada em mais de 270 espécies dentre monocotiledôneas e dicotiledôneas (MONTEIRO et al. 2000; HARVEY et al., 2002). A doença se desenvolve principalmente em condições de umidade e temperatura elevadas, que favorecem a germinação dos escleródios do fungo, estruturas de resistência que podem permanecer viáveis no solo durante vários anos.

Sintomas:

As plantas com a doença ocorrem distribuídas ao acaso na área, apresentando as folhas amareladas e início de murcha. Na base da planta, observa-se o crescimento micelial branco do fungo e, com o progresso da doença, é observada a formação de numerosos escleródios (Figura 1D).

Medidas de Controle:

Por ser um patógeno de solo, o controle é difícil e a principal estratégia é a prevenção. Preferencialmente devem ser escolhidas áreas sem histórico de ocorrência da doença. Em áreas onde se observam plantas com sintoma da doença, deve-se arrancá-las para evitar o aumento dos propágulos do fungo. Recomenda-se a rotação de culturas com gramíneas por um período mínimo de três anos. A adubação e a calagem, feitas de acordo com as recomendações sugeridas pela análise do solo, contribuem para a redução dos danos causados pelo fungo; o excesso de nitrogênio favorece seu desenvolvimento (HUBER, 1990, 1994). Deve-se, também, evitar o acúmulo de matéria orgânica junto ao caule da planta.

2.4 - MURCHA-DE-FUSÁRIO E PODRIDÃO DE RAÍZES

Agentes causais:

Murcha-de-fusário: *Fusarium oxysporum* Schl. f.sp. *tracheiphilum* E.F.Smith, Synd & Hans.

Podridão de raízes: *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

Os agentes causais são fungos habitantes do solo que podem ser transmitidos também por sementes. A murcha-de-fusário ocorre com mais frequência nas áreas de feijão-caupi de Roraima e sua intensidade varia de acordo com as condições locais. Em alguns casos, a alta incidência das doenças provoca perdas de produtividade em função da morte das plantas atacadas pelos patógenos.

Sintomas:

Não é possível diferenciar as duas doenças no campo. A confirmação do agente causal é feita em laboratório, com a observação das estruturas dos fungos em microscópio ótico. As plantas apresentam folhas amareladas que posteriormente secam e caem. Com o progresso da doença, as plantas murcham e morrem. O sintoma característico das doenças é a presença de lesões de coloração avermelhada com fendas longitudinais no caule da planta (Figura 1E). Algumas vezes essas lesões também podem ser observadas nas ramificações do caule, que, quando cortado longitudinalmente, apresenta escurecimento dos feixes vasculares.

Medidas de Controle:

Antes do plantio deve-se escolher, preferencialmente, área sem histórico de ocorrência das doenças, seguir as recomendações da análise de solo, principalmente em relação à calagem, e utilizar sementes sadias e/ou certificadas. As plantas com sintomas destas doenças devem ser arrancadas e queimadas. Recomenda-se a eliminação dos restos de culturas e a adoção da rotação de culturas com gramíneas ou algodão, quando detectada alta incidência na lavoura. Não há, por enquanto, cultivares resistentes a estas doenças.

2.5 - CERCOSPORIOSES

Agentes causais:

Cercospora canescens Ellis & Martin (= *Cercospora apii* s. lat. Crous & Braun); *Pseudocercospora cruenta* (Sacc. Deighton).

As cercosporioses são as principais manchas foliares do feijão-caupi. A ocorrência de *P. cruenta* é mais frequente e mais severa do que a de *C. canescens*. Em Roraima, epidemias severas causadas por *P. cruenta* foram observadas, em condições de campo, no ano de 2002 em genótipos de feijão-caupi (NASCIMENTO et al., 2002) e, a causada por *C. canescens*, observada uma única vez no mês de janeiro em cultura instalada sob pivô-central (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006c). No Amazonas, Batista et al. (1983) verificaram perdas de cerca de 20% no rendimento de grãos da cultura causada por *C. canescens* e mais de 40% causada por *P. cruenta*.

A infecção ocorre mais frequentemente por ocasião da floração, podendo causar perdas consideráveis, reduzindo o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa dos grãos, como reflexo da diminuição da área fotossintética (PIO-RIBEIRO et al., 2005).

Sintomas:

Embora existam pequenas diferenças na descrição dos sintomas, é necessário estar familiarizado com as duas doenças para conseguir diferenciá-las em campo. Apenas a observação em microscópio ótico das estruturas dos fungos permite a confirmação do agente causal.

Com o progresso das doenças, as manchas foliares ficam com aspecto de queimadas e, posteriormente, ocorre a desfolha da planta.

A *Cercospora canescens* causa lesão anfigena, circular a irregular, com cerca de 50 mm de diâmetro, de coloração cinza a vermelho-escuro, delimitada por um halo avermelhado. Em microscópio ótico, observam-se nas lesões, tanto da face superior como na inferior, conidióforos marrons, retos, 31-177 x 5 µm, 1 a 5 septos; loci conidiogênico espesso e escuro e conídio acicular, hialino, reto a curvo,

5-19 septos, 55-292 x 2,5-5 μm com cicatriz espessa e escura (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006c).

A *Pseudocercospora cruenta* causa lesão anfigena, irregular, com cerca de 40 mm de diâmetro, coloração marrom-escuro a marrom-arroxeadado, delimitadas ou não por um halo amarelado ou cinza (Figura 1F). As estruturas do fungo são observadas na face abaxial da folha e raramente na face adaxial. Os conidióforos estão em fascículos de 5-18, marrom claro, reto, geniculado com 1-3 *loci* conidiogênicos não espessos, 15-55 x 5 μm , 1 a 2 septos; os conídios são obclavados a cilíndricos, retos, marrons, 4-14 septos, 60-167 x 5 μm com cicatriz não espessa.

Medidas de Controle:

Não existem fungicidas registrados para o controle das cercosporioses do feijão-caupi. Recomenda-se a eliminação dos restos de cultura e adoção da rotação de cultura, evitando-se o plantio sucessivo de feijão-caupi e outras leguminosas na área.

2.6 - MANCHA-CAFÉ

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

A mancha-café é considerada uma doença importante na região Bragantina no Estado do Pará (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005) e no Amazonas (BATISTA et al., 1983). Em Roraima, a doença foi observada pela primeira vez em 2004 e, posteriormente, apenas na safra 2007 com severidade alta.

O fungo é transmitido por sementes, capaz de sobreviver em restos culturais (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005) e pode infectar as plantas a partir dos estádios iniciais da cultura (SPONHOLZ et al., 2003). A ocorrência da mancha-café tem aumentado devido à maior densidade de inóculo no campo. Os meios mais eficientes de disseminação em campo são pelo vento e chuva e pelo uso da irrigação, através dos respingos de água (BELMINO, 2004). Além disso, o fungo é o

agente causal da antracnose da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] (EMBRAPA, 2003), da sarna do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) (SARTORATO et al., 2003) e da antracnose do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) (MAIA et al., 2007).

Sintomas:

Os sintomas são observados nas folhas e ramos. Nas folhas, o sintoma característico é o escurecimento das nervuras tanto na face adaxial (Figura 1G) quanto na abaxial. Nos ramos, observam-se, inicialmente, manchas pequenas de formato estriado a oblongo, que podem apresentar coloração marrom-escuro, café ou parda com borda escura. Com o progresso da doença, as manchas coalescem e toda a planta passa a apresentar manchas contínuas de coloração café.

O fungo pode infectar também pedúnculo, almofada floral e vagens, que se apresentam distorcidas, e sementes, com manchas marrons (PONTE, 1996).

Medidas de Controle:

As principais medidas de controle são o uso de sementes sadias e de cultivares resistentes. Algumas cultivares de feijão-caupi apresentam resistência à doença, como a BRS Novaera (VILARINHO et al., 2007). Medidas de controle complementares incluem eliminar restos culturais e evitar o plantio de feijão-caupi como cultura de sucessão em área de ocorrência da antracnose da soja.

2.7 - CARVÃO

Agente causal: *Entyloma vignae* Batista, Bezerra,
Pontes & Vasconcelos

Doença comum na cultura do feijão-caupi, principalmente quando plantado em solos férteis, úmidos e em época de precipitação pluviométrica elevada (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005). Na região amazônica, a doença foi relatada no Estado do Pará (POLTRONIERI et al., 1994).

Sintomas:

Na superfície foliar são observadas lesões arredondadas com centro de cor cinza-escuro, circundado por um halo clorótico. Quando as lesões coalescem, há um intenso amarelecimento e queda prematura dos folíolos (POLTRONIERI et al., 1994; ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

Medidas de Controle:

O fungo produz estruturas de resistência (clamidosporos) que sobrevivem nos restos da cultura, portanto, recomenda-se a eliminação desses restos culturais.

2.8 - OÍDIO

Agente causal: *Oidium* sp.

Em Roraima, o oídio em feijão-caupi é observado com frequência nos plantios implantados sob pivô-central, no período seco (janeiro) ou em experimentos de casa-de-vegetação.

Sintomas:

Os sintomas podem ser observados no caule, pecíolos e folhas das plantas, que apresentam sob a sua superfície um crescimento branco de aspecto pulverulento, que corresponde às estruturas reprodutivas do fungo (Figura 1H)

Medidas de Controle:

Por se tratar de uma doença de ocorrência esporádica, sem ocasionar danos expressivos, não se recomenda a adoção de medidas de controle.

2.9 - MANCHA ZONADA

Agente causal: *Corynespora cassicola* (Berk & Curt) Wei

Doença de pouca importância econômica, com incidência no final do ciclo da cultura e que, normalmente, não causa prejuízo ao feijão-caupi.

Sintomas:

As folhas das plantas apresentam manchas de coloração marrom, de formato circular e com presença de anéis concêntricos (Figura 2A).

Medidas de Controle:

Pelas avaliações realizadas, ainda não se recomenda a adoção de medidas de controle.

2.10 - PODRIDÃO DAS VAGENS

Agente causal: *Choanephora* sp.

Doença de pouca importância econômica, que não causa prejuízo à cultura do feijão-caupi. Observada em época de alta precipitação pluviométrica nos Estados do Pará e Roraima.

Sintomas:

Nas vagens jovens e maduras são observadas zonas encharcadas. Posteriormente, o fungo desenvolve conidióforos e conídios (Figura 2B). A doença pode ocorrer em flores e ramos e, geralmente, ocorre após os danos causados por lagartas das vagens do gênero *Maruca* (POLTRONIERI et al., 1994).

Medidas de Controle:

Pelas avaliações realizadas ainda não se recomenda a adoção de medidas de controle.

2.11 - PODRIDÃO-DO-COLO

Agente causal: *Pythium aphanidermatum* (Eds.) Fitzp

A doença foi registrada apenas no Estado do Amazonas, ocorrendo em baixa frequência (BATISTA et al., 1983). Trata-se de um patógeno de solo que pode infectar sementes.

Sintomas:

A doença ocorre em solos com alto teor de argila e úmidos e se inicia no colo das plantas, causando lesões necróticas, deprimidas e de aspecto aquoso. Com o progresso, a doença atinge o caule e os primeiros ramos. Em condições favoráveis, observa-se o crescimento micelial branco do patógeno. As plantas doentes murcham e morrem rapidamente (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

Medidas de Controle:

Os fatores que favorecem a doença são períodos secos no início do ciclo da cultura, seguidos de períodos de elevada umidade, desequilíbrio nutricional, má drenagem do solo e alta densidade de plantas. Portanto, para o controle da doença, devem-se evitar as condições citadas acima (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

2.12 - TOMBAMENTO, DAMPING-OFF

Agentes causais: *Rhizoctonia solani*, *Pythium sp.* e *Sclerotium rolfsii*.

Doença que ocorre no início da implantação da cultura, no estágio de plântula, que pode causar redução no estande. Vários gêneros de fungos podem causar tombamento em plântulas de feijão-caupi, entre eles *Rhizoctonia*, *Pythium* (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005) e *Sclerotium* (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2006b).

Sintomas:

As plântulas apresentam lesões no coleto e aspecto de estrangulamento.

Medidas de Controle:

Uso de sementes sadias e/ou certificadas e evitar o acúmulo de água próximo ao colo das plantas após a implantação da cultura no campo.

3. DOENÇAS BACTERIANAS

3.1 - MANCHA-BACTERIANA

Agente causal: *Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola* (Burkholder) Vauterin, Hoste, Kersters & Swings

Doença detectada pela primeira vez na Amazônia, em Roraima, no ano de 2006, e provavelmente introduzida no Estado através de sementes contaminadas. Não há relato da doença em outros Estados da região amazônica.

Sintomas:

As manchas iniciam-se pela borda das folhas, apresentam coloração marrom com um halo amarelado (Figura 2C) evoluindo para a queima foliar.

Medidas de Controle:

O método de controle mais eficiente é o uso de sementes saudáveis, certificadas. Recomenda-se o uso de cultivares resistentes, a eliminação de restos de cultura e a adoção da rotação de culturas. Trabalhos conduzidos em condições de casa-de-vegetação e campo indicaram as cultivares BRS Mazagão, BR17 Gurguéia e Vita-7 para plantio em locais onde ocorra a doença (SOUZA et al., 2007; SOUZA et al., 2008).

4 - NEMATOSSES

4.1 - NEMATÓIDE-DAS-GALHAS

Agente causal: *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood

O nematóide-das-galhas não é observado com frequência nos plantios de feijão-caupi da região. Apenas em Roraima registrou-se a ocorrência de nematoses na cultura.

Sintomas:

As plantas com ataque de nematóide apresentam-se murchas ou com deficiência de nutrientes. Nas raízes são observadas as galhas, que lhe conferem um aspecto de engrossamento (Figura 2D).

Medidas de Controle:

As plantas com galhas de nematóides devem ser arrancadas e queimadas. Verificar na área a ocorrência de plantas daninhas, principalmente de *Alternanthera* sp., conhecida como “apaga fogo”, que é hospedeira do nematóide. Após a erradicação dessas plantas, deve-se adotar uma ou mais medidas de controle, de acordo com as condições locais: a rotação de culturas com espécies resistentes ou não hospedeiras; uso de plantas antagonistas, como *Crotalaria spectabilis*, *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. plantaginea*, *Tagetes minuta*, *Panicum maximum*, *Pennisetum javanica*, em rotação, plantio consorciado ou como cobertura vegetal; manter a área sem nenhuma planta e sem irrigação por 15 dias, seguindo-se o revolvimento do solo para expor as camadas mais profundas. Devido à ampla gama de hospedeiros desse patógeno é muito difícil a sua eliminação por completo da área de cultivo.

5 - VIROSES

5.1 - CPSMV (COWPEA SEVERE MOSAIC VIRUS – VÍRUS DO MOSAICO SEVERO DO CAUPI)

Há relatos da incidência moderada do CpSMV no Estado do Pará (POLTRONIERI et al., 1994) e no Amazonas (BATISTA et al., 1983). Em Roraima, a ocorrência do CpSMV foi observada no ano de 2002, em plantio comercial de plantas de feijão-caupi do grupo sempre-verde na região do Monte Cristo, município de Boa Vista.

O vírus do CpSMV é uma espécie do gênero *Comovirus*, família *Comoviridae*, transmitido por sementes e pelos coleópteros vaquinha-preta-e-amarela-da-soja (*Cerotoma arcuata* Oliv.) e brasileirinho (*Diabrotica speciosa* Germar). Foram verificadas altas taxas de transmissão (70,0%) do CpSMV-SP em plantas de feijão por adultos de *C. arcuata*. O vírus foi transmitido ainda por larvas de 1^o ínstar, com taxas de 10,0% (feijão-caupi) e 40,0% (feijão-comum). O CpSMV encontra-se

disseminado nas regiões produtoras e apresenta difícil controle devido à numerosa população de vetores e grande variedade de hospedeiros, que fornecem ao CpSMV condições de sobrevivência de uma estação para a outra. No Brasil, várias leguminosas podem ser naturalmente infectadas pelo vírus, destacando-se a soja, o feijão comum e a *Crotalaria juncea* L. (CUPERTINO et al., 1981; LIN et al., 1982; SOUTO et al., 2002).

Sintomas:

Modificações de cor e hábito das plantas são visíveis em todas as partes aéreas. Quando a infecção ocorre em plantas jovens, observa-se a redução drástica de todas as suas partes. Nas folhas, além da redução do tamanho e do mosaico intenso, verificam-se clareamento e necrose das nervuras, formação de bolhas e deformação do limbo foliar (Figura 2E, 2F). Dependendo da variedade, as vagens apresentam manchas irregulares, verde-escuras e sementes chochas e/ou manchadas, com menor capacidade de germinação. Citologicamente, o CpSMV induz à formação de inclusões vacuoladas, distribuídas nas células da epiderme, visíveis ao microscópio óptico (PIO-RIBEIRO, 2005).

Medidas de Controle:

O uso de cultivares resistentes é o método de controle mais economicamente viável e de fácil acesso (SANTOS et al., 1987; VALE; LIMA, 1995; PAZ et al., 1999).

Medidas de prevenção geralmente envolvem o uso de sementes sadias e a aplicação semanal de inseticidas para controlar a população de vetores e, conseqüentemente, a disseminação do CpSMV, mas esta última não é efetiva na estação chuvosa, quando as plantações estão em fase de crescimento. Também vale destacar que não existem inseticidas registrados para a cultura do feijão-caupi, o que impede a recomendação do controle de insetos como prática para evitar a disseminação do vírus.

Independentemente do tipo de vírus que ocorra na área, recomenda-se o arranquio e queima das plantas doentes no campo,

para reduzir a fonte de inóculo da doença, e evitar manter plantios de feijão-caupi em estádios diferentes na área.

6. DOENÇAS INCIDENTES NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI NO BRASIL AINDA NÃO DETECTADAS NA REGIÃO AMAZÔNICA

6.1. FERRUGEM

Agente causal: *Uromyces vignae* Barl.

Em alguns casos pode ocasionar perdas severas em função da desfolha que causa nas plantas. Nas plantas doentes observam-se pústulas em ambas as superfícies das folhas em manchas necróticas amareladas e levemente salientes que se tornam escuras (RIOS, 1988).

6.2 - MANCHA-DE-ALTERNÁRIA

Agente causal: *Alternaria atrans* Gibs.

Doença não muito frequente nos plantios de feijão-caupi, sendo encontrada em plantios localizados em encostas de morro que apresentam temperaturas amenas e alta umidade. Os sintomas observados são manchas necróticas, circulares, com anéis concêntricos, de coloração avermelhada e que se tornam pardo-claras, nos folíolos mais velhos. Não se recomendam medidas de controle para a mancha-de-alternária (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

6.3 - SARNA

Agente causal: *Elsinoë phaseoli* Jenkins

Doença de importância econômica na Região Nordeste (BARRETO et al., 2001). O fungo é transmitido por sementes e sobrevive em restos de cultura (RIOS, 1988). A doença ocorre em todas as partes da planta, com exceção das raízes, mas é mais severa nas vagens. Observam-se lesões ovaladas e profundas, com centro esbranquiçado e

bordos marrons. Com o aumento do número de lesões, as vagens ficam encurvadas e atrofiadas e, frequentemente, secam (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005). Como método de controle, indica-se o uso de cultivares resistentes, como a BR 14 Mulato (CARDOSO et al., 1990), e de sementes saudáveis e/ou certificadas.

6.4 - MOFO-CINZENTO-DAS-VAGENS

Agente causal: *Botrytis cinerea* Pers. & F.

Doença comum quando ocorre coincidência de temperatura e umidade elevadas no período de floração e desenvolvimento das vagens. Os sintomas observados são pequenas áreas encharcadas nas vagens, que se tornam escuras e apodrecem o tecido lesionado. Na superfície das lesões ocorre o crescimento acinzentado do patógeno. A medida de controle recomendada é evitar que a fase de desenvolvimento e maturação das vagens coincida com as condições ambientais favoráveis à doença (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

6.5 - MANCHA DE ASCOCHYTA

Agente causal: *Ascochyta* sp.

A doença é relatada em áreas de altitude elevada onde predominam temperatura amena e umidade elevada. Nas folhas observam-se lesões circulares, concêntricas, de coloração parda. Com o progresso da doença, as lesões coalescem e atingem as vagens, pedúnculos e caule. O fungo é transmitido por sementes e sobrevive em restos de cultura, portanto recomendam-se o uso de sementes saudáveis, certificadas e a eliminação de restos culturais (RIOS, 1988).

6.6 - VIROSES

No Brasil, as viroses ocupam lugar de destaque entre as doenças que contribuem para as perdas na produção de feijão-caupi. Os vírus

importantes para o feijão-caupi, ainda não detectados na Amazônia, são: *Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV - vírus do mosaico do caupi transmitido por pulgão; *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV), vírus do mosaico do caupi, variedade "blackeye"; *Cowpea golden mosaic virus* - CPGMV (vírus do mosaico dourado do caupi) e *Cucumber mosaic virus* - CMV (vírus do mosaico do pepino). Outros também já foram relatados, como os vírus da faixa verde das nervuras, vírus do mosaico rugoso do caupi (LIMA; SANTOS, 1988).

Os *Potyvirus* CABMV e BICMV são transmitidos pelos pulgões (*Aphis gossypii* Glover., *Myzus persicae* Sulz.). Os sintomas mais comuns causados por eles são mosaico intenso no limbo foliar, formado por áreas verdes normais entremeadas por áreas cloróticas, faixas verde-escuras nas nervuras, distorção das folhas e redução mais ou menos acentuada do crescimento das plantas. Dependendo da interação entre cultivar e estirpe, bem como da época de início da infecção, este vírus pode causar perdas elevadas, acima de 50% (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 1997).

O CPGMV, pertencente ao gênero *Begomovirus*, é transmitido por mosca-branca *Bemisia tabaci* Genn. biótipo A e B (Homoptera, Aleyrodidae), sendo o biótipo B capaz de se reproduzir e transmitir o vírus mais eficientemente. Na Região Nordeste, este vírus pode levar a perdas em torno de 70% da produção. CPGMV causa distorção de folhas e redução acentuada do crescimento

O CMV, pertencente ao gênero *Cucumovirus*, é transmitido por pulgões (*Myzus persicae* e *Aphis gossypii*) de uma maneira não persistente ou por picada de prova (30 segundos). Causa o sintoma de mosaico e redução do porte da planta.

Podem ocorrer infecções mistas, como a relatada na dupla infecção causada pelo BICMV e CMV, que causa o agravamento de sintomas e ocasiona o chamado "nanismo do caupi", que é a diminuição do tamanho de todos os órgãos vegetativos, mosaico intenso, distorção de folhas e necrose sistêmica. O CMV, embora não provoque reduções significativas na produção, possui maior gama de cultivares suscetíveis,

sendo capaz de interagir em sinergia com a maioria dos potyvírus. Para evitar a introdução de novos vírus nas áreas de plantios, deve-se sempre usar sementes sadias e certificadas.

7 - CONCLUSÕES

O feijão-caupi, embora seja considerada uma cultura rústica, é hospedeiro de vários patógenos que podem causar doenças de importância econômica, dependendo das condições ambientais e de manejo. A introdução da cultura em novas áreas da região amazônica e o trânsito de sementes não certificadas são os principais fatores que podem contribuir para o aumento da incidência e severidade de doenças. Uma das principais medidas de controle das doenças do feijão-caupi é a eliminação dos restos culturais, porém essa prática pode ser inviável em áreas de grande extensão, tornando a rotação de culturas uma medida de controle essencial no manejo de doenças nessa situação. Vale destacar que não há produtos químicos registrados para a cultura do feijão-caupi, mostrando grande oportunidade para pesquisa e registro de produtos por parte das indústrias de agroquímicos. Por enquanto, o uso de cultivares resistentes, além do correto manejo da cultura, parecem ser os métodos de controle mais viáveis para a realidade amazônica.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M.R.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; TORRES, E.; FARIAS, J.R.B.; BENATO, L.C.; PINTO, M.C.; VALENTIM, N. Progress of soybean Charcoal rot under tillage and no-tillage systems in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 131-135, 2003.

ANDRADE, E.P.; NASCIMENTO, S.R. de C. Incidência de doenças no meloeiro nos períodos seco e chuvoso. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v.28, p.260, 2003.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F.M.P.; SANTOS, A.A. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p.463-484.

BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A.; VIDAL, J.C.; QUINDERÉ, M.A.W.; SÁ, M.F.P. Reação de genótipos de *Vigna unguiculata* à sarna e efeito da doença sobre componentes de produção. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p.5-9, 2001.

BATISTA, M. de F.; NOGUEIRA, O. L.; DIAS, M. C. **Doenças do caupi no Estado do Amazonas**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE, 1983. 3 p. (EMBRAPA Manaus. Comunicado Técnico, 36).

BELMINO, C.S. **Resistência do feijão-caupi a *Colletotrichum truncatum***. 2004. 64p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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, 1990. 4 p. (Embrapa-UEPAE. Comunicado Técnico, 48).

CARDOSO, J. E.; MESQUITA, J. E. de L. **Ocorrência da mela do feijoeiro em germoplasmas de caupi no Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-UEPAE, 1981. 3 p. (EMBRAPA Rio Branco. Comunicado Técnico, 24).

CUPERTINO, F.P.; COSTA, C.L.; LIN, M.T.; KITAJIMA, E.W. Infecção natural do feijoeiro pelo vírus do mosaico severo do caupi no Centro-Oeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, p. 529, 1981.

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

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja- Região Central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Cerrados; Epamig; Fundação Triângulo, 2003. 237 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 4)..

HARVEY, S.G.; HANNAHAN, H.N.; SAMS, C.E. Indian mustard and allyl isothiocyanate inhibit *Sclerotium rolfsii*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 127, n. 1, p. 27-31, 2002.

HUBER, D.M. Fertilizers and soil-borne diseases. **Soil Use and Management**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 168-173, 1990.

HUBER, D.M. The influence of mineral nutrition on vegetable diseases. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 206-214, 1994.

LIMA, J. A. A.; SANTOS, A. A. Vírus que infectam o caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (eds.). **O Caupi no Brasil**. Brasília: IITA; EMBRAPA, 1988. p. 507-545.

LIN, M.T.; ANJOS, J.R.N.; RIOS, G.P. Cowpea severe mosaic virus in five legumes in Central Brazil. **Plant Disease**, v. 66, p. 67-70, 1982.

LUTRELL, E.S. Parasitism of fungi on vascular plants. **Mycologia**, New York, v. 66, n. 1, p. 1-15, 1974.

MAIA, C.B; SANTOS, G.R.; SOUSA, S.C. Ocorrência de *Colletotrichum truncatum* em plantas de *Phaseolus lunatus* no estado do Piauí. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.32 (Supl.), p.211, 2007.

MENDES, M.A.S.; SILVA, V.L.; DIANESE, J.C.; FERREIRA, M.A.S.V.; SANTOS, C.E.N.; GOMES NETO, E.; URBEN, A.F.; CASTRO, C. **Fungos em Plantas no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1998. 569 p.

MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. Doenças causadas por fungos e bactérias em pimentão e pimenta. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2000. p. 637-675.

NASCIMENTO, J.F.; CONCEIÇÃO, J.S.; ALVES, J.M.A. ; R GO, M.M. Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e Cercosporiose (*Pseudocercospora cruenta*) em genótipos de caupi em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27 (Supl.), p.S140, 2002.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B.A. Caracterização de isolados de *Rhizoctonia* spp. Associados à mela do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), coletados em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, n.5, p.505-508, 2006a.

NECHET, K.L.; HALFELD-VIEIRA, B.A. **Doenças do Feijão-caupi em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2006b. 16p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 2).

NECHET, K.L.; HALFELD VIEIRA, B.A. Cercosporioses em feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no estado de Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.31, p. 362, 2006c.

NECHET, K.L.; HALFELD VIEIRA, B.A. Reação de Cultivares de Feijão-Caupi à Mela (*Rhizoctonia solani*) em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.5, p. 424-428, 2007.

PAPAVIZAS, G.C.; DAVEY, C.B. Saprophytic behavior of *Rhizoctonia* in soil. **Phytopathology**, St.Paul, v.51, p. 693-699, 1961.

PAZ, C.D.; LIMA, J.A.A.; PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M.; ANDRADE, G.P.; GONÇALVES, M.F.B. Purificação de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi, obtido em Pernambuco, produção de antissoros e determinação de fontes de resistência em caupi. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.25, p.285-188, 1999.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M.; ANDRADE, G.P. Doenças do Caupi. In: KIMATI, H., et al. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.215-222.

PLANT PATHOLOGY ONLINE. **On line resources/APS Image Resources** (APSnet Image of the Week). Disponível em: <<http://www.apsnet.org/online/Archive/2006/IW000064.asp>>. Acesso em: 14 jul. 2008.

POLTRONIERI, L.S.; TRINDADE, D.R.; SILVA, J.F. de A.F. da. **Principais doenças do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Pará e recomendações de controle**. Belém: Embrapa CPATU, 1994. 24 p. (Embrapa CPATU, Documentos, 75).

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS-FILHO, F.M. Doenças do caupi. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; RESENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1997. p. 233-244.

- PONTE, J.J. **Clínica de doenças de plantas**. Fortaleza: EUFC, 1996. 871 p.
- PUNJA, Z.K. The biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. In: COOK, R.J.; ZENTMYER, G.A.; COWLING, E.B. (Eds.) **Annual Review of Phytopathology**, v. 23, p. 97-127, 1985.
- RIOS, G.P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAÚJO, J.P.P. de; WATT, E.E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília: Embrapa-CNPAP; Ibadan; IITA, 1988. p. 547-589.
- RODRIGUES, V.J.L.B.; MENEZES, M.; COELHO, R.S.B.; MIRANDA, P. Identificação de fontes de resistência em genótipos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walpers] a *Macrophomina phaseolina* (tass.) Goid., em condições de casa-de-vegetação. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 23, n. 2, p.170-172, 1997.
- SANTOS, A.A.; FREIRE-FILHO, F.R.; CARDOSO, M.J. BR 10 – Piauí: cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) com resistência múltipla a vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.12, p.400-402, 1987.
- SARTORATO, A.; RAVA, C.A.; FARIA, J.C. Doenças e métodos de controle. In: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistema de Produção, 02). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivoFeijoeiro/doencas.htm>>. Acesso em: 18 mar. 2008.
- SOARES, A.C.F.; SILVA, T.O. da; CERQUEIRA, A.V.; LIMA, J.A.M. de; LIMA, J.L. Adubação nitrogenada e redução da incidência da podridão cinzenta do caule em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.26 (Suplemento), p. 379, 2001.
- SOUTO, E.R.; ALMEIDA, A.M.R.; ANÉSIO, B.; FÁBIO, S.; ÉBERSON S.C. Análise molecular de segmento do RNA-2 de *Comovirus* isolado de soja no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 525-527, 2002.
- SOUZA, G. R.; HALFELD-VIEIRA, B. A. ; NECHET, K. L. Resistência de genótipos de feijão-caupi à *Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32. p. 115, 2007.

SOUZA, G. R. ; HALFELD-VIEIRA, B. A. ; NECHET, K.L. de ; AMORIM, L. C. ; YOUSSEF, D. R. Resistência de genótipos de feijão-caupi à *Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola* em condições de campo. **Tropical Plant Pathology** (Supl.). 2008. v. 33. p. S91-S91.

SPONHOLZ, C.; CARDOSO, M.O.; FREIRE-FILHO, F.R. Idade das plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) para inoculação de *Colletotrichum truncatum*, agente causal da mancha-café. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v.28 (Supl.) p. 203, 2003.

VALE, C.C.; LIMA, J.A.A. Herança da imunidade da cultivar Macaibo de *Vigna unguiculata* ao vírus do mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, p.30-32, 1995.

VILARINHO, A.A.; FREIRE FILHÓ, F.R.; ROCHA, M.M.; RIBEIRO, V.Q. **Recomendação do Cultivar de Feijão-Caupi BRS Novaera para Cultivo em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. 5 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 15).

CAPÍTULO 8

INSETOS-PRAGA E SEUS INIMIGOS NATURAIS

Murilo Fazolin

Joelma Lima Vidal Estrela

Raimunda Nonata Santos de Lemos

Alberto Luiz Marsaro Júnior

Daniel de Brito Fragoso

César Augusto Domingues Teixeira

Lunalva Aurélio Pedroso Sallett

Sandra Regina de Sousa Cardoso

Fabiola Rodrigues Medeiros

Olzeno Trevisan

Flávio de França Souza

Evandro Ferreira das Chagas

Roberta Zani da Silva

Antonio César Silva Lima

1 - INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculada* (L.) Walp.) é cultivado em todos os Estados da Amazônia, sendo infestado por diversos insetos durante o seu ciclo. Em condições de armazenamento, pragas importantes também podem causar prejuízos aos grãos e sementes.

De acordo com Karungi et al. (2000), cada espécie de inseto-praga do feijão-caupi causa individualmente pequeno dano à cultura, enquanto a ação geral das diversas pragas pode provocar grandes perdas na produção. Todavia, tem-se verificado que algumas espécies podem causar danos significativos, mesmo quando presentes em baixa densidade.

Associados aos insetos-praga do caupi existe um número incipiente de inimigos naturais descritos. Considera-se, no entanto que, ao realizarem o controle biológico, contribuam para uma importante redução dos danos ocasionados pelas pragas à cultura.

Nesse capítulo serão listados os insetos-praga da cultura do feijão-caupi, descrevendo suas injúrias e aspectos bionômicos, quando possível, e épocas de ocorrências nos Estados da Amazônia, bem como serão disponibilizados uma relação dos seus inimigos naturais até o momento relatados.

Os insetos-praga serão apresentados em função do hábito de alimentação nas diferentes estruturas da planta do feijão-caupi.

2 - PRAGAS DO SOLO

2.1 - PAQUINHA: *Neocurtilla hexadactyla* (PERTY, 1832) (Orthoptera: Gryllotalpidae)

As paquinhas se caracterizam por apresentarem pernas anteriores do tipo fossorial, que utilizam para escavar o solo e se alimentar de raízes. Atribui-se como dano causado pela praga a ocorrência de plantas mortas que apresentaram raízes danificadas nas épocas de maior infestação, de acordo com as observações realizadas por Silva e Carneiro (1986) no Pará. As plantas recém-emergidas são mais sensíveis ao ataque dessa praga, sendo que as mais desenvolvidas apresentam maior tolerância.

Os danos mais significativos são verificados quando os solos apresentam-se úmidos. No Maranhão, verificou-se a ocorrência de paquinhas em feijão-caupi cultivado em aléias em três sistemas de rotação, envolvendo: arroz - feijão-caupi - arroz, arroz - feijão-caupi - milho e milho - feijão-caupi - milho (LEMOS; VIEIRA, 2006) e nos genótipos IPA-206, Barreiro, EMAPA-822 e EB-42 cultivados em sistema itinerante e de aléias (CARDOSO, 2006).

No Acre tem sido observado que *N. hexadactyla* apresenta dois picos populacionais: primeira e última semana de junho.

2.2 - BROCA-DO-COLO OU LAGARTA-ELASMO: *Elasmopalpus lignosellus* (ZELLER, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)

As lagartas abrem galerias na região do colo do vegetal, causando secamento e morte de plantas novas. Quando em repouso, a lagarta aloja-se em abrigos laterais feitos de excrementos, terra, teia, etc. (GALLO et al., 2002).

Sua ocorrência é favorecida por períodos sem chuvas após a emergência das plantas e infestações severas podem devastar todo o cultivo. A morte ou a seca da folha apical, mais conhecida como "coração morto", é característica da presença desta praga em plantas da família Poaceae.

Soares (1985) observou a ocorrência dessa lagarta em feijão-caupi no Maranhão em ensaios realizados com as cultivares EMAPA-821, EMAPA-822 e CNC-0434, verificando que, quando completamente desenvolvida, mede aproximadamente 20 mm de comprimento e apresenta coloração esverdeada, circundada por duas listras escuras. A lagarta-elasma ocorre em todo o Estado do Tocantins, com destaque para as regiões de Guaraí e Pedro Afonso, onde são observadas altas infestações nos períodos de estiagem no mês de janeiro. Gallo et al. (2002) relataram que há um incremento populacional desta praga para os feijões nos períodos de estiagem, acrescentando que cultivos em condições de cerrado em solos arenosos favorecem também o ataque desta espécie.

E. lignosellus é praga de diversas espécies vegetais, principalmente as culturas de milho, arroz, sorgo, feijões, mandioca e cana-de-açúcar (KING; SAUNDERS, 1984). Segundo esses autores, a praga possui como hospedeiras plantas invasoras, principalmente gramíneas silvestres, o que torna difícil o controle mesmo com rotação de culturas.

2.3 - LAGARTA ROSCA: *Agrotis ipsilon* (HUFGNAGEL, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae)

As lagartas desta espécie são de coloração escura, variando de cinza a preta. São de hábito noturno e, durante o dia, ficam abrigadas no solo, onde posteriormente empupam. Cortam as plantas novas rentes ao solo ou abrem galerias na base do colmo, quando as plantas se encontram em estado vegetativo mais avançado, favorecendo o tombamento das mesmas. É considerada praga da cultura do feijão-caupi apenas no Estado do Tocantins.

3 - PRAGAS DA PARTE AÉREA

3.1 - DESFOLHADORES E MINADORES DE FOLHAS

3.1.1 - VAQUINHA-DO-FEIJOEIRO: *Cerotoma Tingomarianus* Bechyné ou *Cerotoma arcuatus* (OLIVIER, 1791) ou *Cerotoma Arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae).

Esses coleópteros, também vulgarmente denominados de “vaquinhas-do-feijoeiro”, são relatados na Amazônia como pertencendo a espécies distintas, sendo morfológicamente muito semelhantes, merecendo uma definição taxonômica diante da possibilidade de se tratar de uma única espécie.

Os adultos apresentam coloração amarela com manchas pretas nos élitros (Figura 1). É uma praga que possui um número elevado de hospedeiros na Amazônia, além do feijão-caupi, destacando-se: abóbora, abobrinha, amendoim, batata, berinjela, girassol, jiló, melancia, melão, pepino, quiabo e soja (CARNEIRO, 1983; KING; SAUNDERS, 1984; GALLO et al., 2002; JORDÃO; SILVA, 2006).

Pelos altos níveis de desfolha, é considerada praga-chave nos Estados do Tocantins, Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima. Os adultos, ao se alimentarem das folhas, provocam perfurações nos tecidos, o que reduz a fotossíntese e, conseqüentemente, a produtividade do feijão-

caupi. Os danos mais significativos ocorrem no estágio de plântula, pois os adultos do inseto podem consumir o broto apical. A vaquinha pode causar dano na planta desde o estágio larval, onde as larvas se alimentam de sementes germinadas, nódulos e raízes do coleto, podendo causar o tombamento e a morte das plântulas. Os adultos podem transmitir microrganismos fitopatogênicos, como o vírus do mosaico severo do caupi (TEI EIRA; FRANCO, 2007). No Amazonas, Carneiro (1983) observou que as vaquinhas atacam também as vagens, decepando-as a aproximadamente 3 cm do seu ponto de inserção na planta.

Cardoso (2006), trabalhando em dois sistemas de cultivos, no Estado do Maranhão, verificou que o genótipo IPA-206 foi mais infestado por *C. arcuata* no sistema de aléias quando comparado ao genótipo Barreiro, enquanto que no sistema itinerante de cultivo não houve diferença significativa entre os genótipos estudados. O número médio de indivíduos encontrados nesse estudo foi de 0,8 e 1,6 insetos planta⁻¹.

Fazolin (1986) observou, para as condições de Rio Branco, que plantas do feijão-caupi da cultivar Cana Verde, infestadas com 5 adultos de *C. tingomarianus*, independentemente do tempo de exposição e idade das plantas, sofreram redução na produção na ordem de 40%. Os índices subiram para 50%, quando o nível populacional da praga foi de 10 indivíduos por planta. Os maiores prejuízos causados às plantas foram registrados, independentemente da idade e do tempo de exposição, quando as mesmas foram submetidas a níveis populacionais de 15 a 20 indivíduos, resultando na redução da produtividade de grãos na ordem de 62% e 73%, respectivamente, culminando em alguns casos com a morte da planta.

Carvalho (1987) e Carneiro et al. (1987) demonstraram que, na cultivar BR1-Poty, desfolhas de 25% aos 25 dias após a emergência das plantas ocasionaram perdas de aproximadamente 40% da produtividade de grãos, sendo essa perda tanto maior quanto maior havia sido a injúria às plantas e quanto mais próxima do estágio reprodutivo da planta havia ocorrido.

Nos Estados de Rondônia e Tocantins, esta praga ataca a cultura do feijão-caupi durante todo o período de desenvolvimento, que normalmente ocorre entre os meses de maio e setembro.

No Acre, Fazolin (1995) observou, para o cultivo da época seca, que adultos de *C. tingomarianus* apresentam populações elevadas a partir da segunda semana de maio, quando as plantas de feijão-caupi se encontram em pleno desenvolvimento vegetativo. O pico populacional da praga ocorre na terceira semana de junho, quando as plantas se encontram na fase de floração. No cultivo da época chuvosa, os picos ocorrem nos meses de novembro e dezembro (FAZOLIN; GOMES, 1993).

Um dos mais importantes hospedeiros alternativos desse crisomelídeo no Estado do Acre é a *Pueraria phaseoides*, leguminosa muito utilizada para recuperação de áreas degradadas e recuperação de pastagens.

A relação hospedeira entre as duas leguminosas foi avaliada por Fazolin e Gomes (1993), por meio de levantamentos populacionais da praga nas duas espécies, durante três anos consecutivos (janeiro de 1984 a dezembro de 1986). Os autores observaram que, com exceção dos meses de agosto e setembro, adultos de *C. tingomarianus* ocorrem nas plantas de puerária. Os picos populacionais ocorreram entre março e dezembro. Tal comportamento pode estar associado à qualidade nutricional das folhas desta leguminosa, uma vez que ela apresenta altos teores de matéria seca no período, de onde se pode inferir que alta quantidade de fibras torna o alimento inadequado para o inseto.

Segundo os mesmos autores, quando se compara a população da praga nas duas leguminosas, nota-se que ela atinge valores maiores na puerária sempre no início ou no final do ciclo da cultura do feijão-caupi (maio-julho e outubro-dezembro), ou seja, quando aquela cultura está em fase inicial de desenvolvimento ou maturação de grãos, apresentado massa foliar reduzida e, conseqüentemente, pequena oferta de alimento para o inseto. A partir daí é nítida a preferência da *C. tingomarianus* pelas folhas das plantas de feijão-caupi, que apresentam

altos níveis populacionais. Já na entressafra da cultura, foi observado um declínio populacional da praga, que se mantém nas plantas de puerária, até que haja disponibilidade de novas plantas de feijão-caupi.

No feijão-caupi cultivado em terra firme no Amazonas, embora as vaquinhas ocorram durante todo o ano, ocorrem picos populacionais nos meses de agosto e setembro, enquanto nos cultivos instalados na várzea, a praga ocorre durante todo o período de desenvolvimento da cultura, sendo que no mês de dezembro as injúrias causadas às vagens atingem o nível de controle (CARNEIRO, 1983).

3.1.2 - VAQUINHA-VERDE-AMARELA OU BRASILEIRINHA: *diabrotica speciosa* (GERMAR, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae).

São pequenos coleópteros de corpo ovalado, coloração esverdeada, com três manchas amarelas em cada élitro (Figura 2). Desfolham as plantas de feijão-caupi, causando danos semelhantes aos causados por adultos de *Cerotoma* spp. Esta espécie é considerada praga importante da cultura do feijão-caupi apenas nos Estados de Rondônia e Tocantins, quando atacam as plantas durante todo o ciclo de desenvolvimento.

3.1.3 - LAGARTA-ENROLADEIRA-DAS-FOLHAS: *Omiodes indicatus* (FABRICIUS, 1775) *Hedylepta indicata* (FABRICIUS, 1775) (Lepidoptera: Pyralidae)

Os adultos são mariposas que medem aproximadamente 20 mm de envergadura, de coloração amarelo-café, com três linhas escuras transversais sobre as asas anteriores e duas nas posteriores.

No Estado do Tocantins, pode ser considerada praga de importância secundária, porém quando ocorre em densidades populacionais elevadas, reduz a produtividade da cultura em decorrência da perda de área foliar. As lagartas, de coloração verde-

amarelada, alimentam-se de folhas, raspando o parênquima foliar, rendilhando folíolos, que se tornam secos, bem como enrolam os bordos das folhas com fios de seda para refugiar-se.

Na safra de 2006, no Estado do Tocantins, houve surto dessa espécie na cultura da soja, provavelmente por meio da migração de cultivos de feijão-caupi. Esta espécie ocorre durante todo o ano, apresentando picos populacionais na cultura do feijão-caupi em função da ocorrência de veranicos ou estiagem (falta de chuva na estação das águas). É considerada praga desta cultura também nos Estados de Roraima e Amazonas.

3.1.4 - LAGARTA-DAS-FOLHAS: *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae).

O adulto de *S. eridania* é uma mariposa de coloração cinza, cujas asas apresentam cerca de 4 cm de envergadura, que apresenta longevidade aproximada de sete dias. É uma praga que vem ocorrendo com frequência nas culturas de algodão, soja e feijão comum nas regiões de cerrado do Estado do Tocantins, atacando também plantas de feijão-caupi. Grupos de lagartas podem ser encontrados danificando folhas e, em ataques mais severos, consumindo o caule das plantas. Ocorre durante todo o ano, com picos populacionais em função de veranicos ou estiagem. Lagartas pertencentes a este gênero são consideradas pragas da cultura do feijão-caupi também nos Estados de Roraima (*S. eridania*), Rondônia e Amazonas (*S. latifascia*). Neste último caso, Carneiro (1983) observou que os picos populacionais de *S. latifascia* em áreas de cultivo de terra firme ocorrem entre a segunda quinzena do mês de agosto e a primeira de setembro.

3.1.5 - *Anticarsia gemmatalis* (HÜBNER, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)

É uma mariposa de coloração pardo-acinzentada. Quando em fase de repouso, suas asas anteriores cobrem todo o seu corpo, ficando

fácil se visualizar uma linha transversal preta que o divide ao meio, continuando na asa posterior. Suas lagartas, quando ainda pequenas, raspam as folhas, causando pequenas manchas claras. Durante seu desenvolvimento, tornam-se mais vorazes, destruindo completamente as folhas, podendo ainda ocasionar danos nas hastes finais das plantas de feijão-caupi. Ocorre durante todo o ano no Estado do Tocantins, sendo considerada como praga da cultura do feijão-caupi também no Estado de Roraima.

3.1.6 - FALSA MEDIDEIRA: *Chrysodeixis (Pseudoplusia) includens* (WALKER, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae)

Os adultos são mariposas de 35 mm de envergadura, com as asas anteriores e posteriores de coloração marrom, apresentando brilho cor de cobre, além de um pequeno desenho prateado.

Suas lagartas atacam folhas e até hastes mais finas das plantas do feijão-caupi. A ocorrência desta praga foi constatada nos Estados do Amazonas e de Roraima.

3.1.7 - LAGARTA CABEÇA-DE-F SFORO: *Urbanus proteus* (LINNAEUS, 1758) (Lepidoptera: HesperIIDae)

Os adultos são borboletas crepusculares de 45mm de envergadura, de coloração marrom, com reflexos azulados na base das asas posteriores, tendo ainda várias manchas brancas nas asas anteriores e um prolongamento caudal, que lhe é característico, nas asas posteriores.

A lagarta é de fácil reconhecimento, pois possui, como seu nome comum sugere, uma cabeça proeminente, de coloração escura. O corpo da lagarta é de coloração verde-escura, tendo na parte superior do dorso uma estria de coloração marrom. Nesta fase, desfolham as plantas de feijão-caupi. Sua ocorrência como praga desta cultura foi relatada por Carneiro (1983) no Estado do Amazonas.

3.1.8 - SAÚVAS: *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae)

Os formigueiros geralmente são grandes, com várias “painéis” e muitos indivíduos, o que lhes confere um alto potencial destrutivo. As operárias são mais ativas no período noturno e em dias nublados. Os “carreiros” geralmente são superficiais, com trilha limpa, e muitas vezes bastante longa. Terminam em olheiros, que nem sempre indicam a localização das painéis.

As operárias desfolham parcial ou totalmente as plantas de feijão-caupi, podendo levá-las à morte. As saúvas têm sido relatadas como pragas somente no Estado de Rondônia e Pará, ocorrendo durante todo o período vegetativo das plantas, cortando folhas, brotos, flores e até ramos tenros.

Em Roraima, ataques de saúvas (*Atta laevigata*) têm sido esporádicos. Contudo, podem ocorrer em qualquer fase da cultura e cortar todas as partes da planta, inclusive as vagens verdes e secas (Figura 3).

3.1.9 - LARVA-MINADORA-DAS-FOLHAS: *Liriomyza sativae* (BLANCHARD, 1938) (Diptera: Agromyzidae)

O adulto é uma pequena mosca de aproximadamente 1,5 mm de comprimento, com olhos amarronzados e abdômen amarelado. Normalmente, essa praga aparece no início do desenvolvimento da cultura e sua infestação é favorecida por períodos de estiagem. Semelhantemente ao que ocorre nos feijões do gênero *Phaseolus*, as larvas abrem galerias nas folhas, originando lesões esbranquiçadas à medida que danificam os tecidos, podendo provocar intensos desfolhamentos (STONE; SARTORATO, 1994).

No Estado do Maranhão, Cardoso (2006), trabalhando com os genótipos de feijão-caupi IPA-206, Barreiro, EMAPA-822 e EB-42 cultivados em sistema itinerante e aléias, registrou os sintomas típicos do ataque de *L. sativae* no início do cultivo desses genótipos.

No Tocantins, ocorre em todas as regiões produtoras do feijão-caupi, durante todo o ano, apresentando picos populacionais nos meses mais quentes e secos do ano (janeiro e fevereiro).

3.2 - SUGADORES E RASPADORES DE FOLHAS

3.2.1 - PULGÃO-DE-FOLHAS: *Aphis craccivora* (OCH, 1854) (Hemiptera: Aphididae)

São insetos pequenos, com cerca de 1,5 mm de comprimento, que vivem em colônias sob as folhas, brotos novos e flores, alimentando-se da seiva, injetando toxinas e transmitindo viroses. Como consequência da sucção de seiva, as folhas ficam encarquilhadas e os brotos deformados. Os pulgões eliminam grande quantidade de líquido adocicado, o qual serve de substrato para o desenvolvimento do fungo fumagina, que, ao encobrir as folhas, reduz sua capacidade fotossintética. Esse líquido adocicado também serve como alimento para as formigas que, em contrapartida, protegem os afídios de seus inimigos naturais (SILVA; CARNEIRO, 2000; SILVA et al., 2005).

Lima et al. (2003), consideram *A. craccivora* como um dos principais vetores do potivírus em feijão-caupi. Segundo os mesmos autores, devido à baixa especificidade da transmissão dessa virose por afídeos, um único vírus pode ser transmitido por várias espécies e uma única espécie de inseto pode transmitir vários vírus.

No Maranhão, Cardoso (2006) observou que *A. craccivora* foi a espécie mais frequente nos genótipos de feijão-caupi IPA-206, Barreiro, EMAPA-822 e EB-42. A presença desse pulgão foi registrada apenas no período vegetativo, não sendo encontrado nas amostragens realizadas nas fases de formação e maturação das vagens.

Esta espécie é considerada praga da cultura do feijão-caupi nos Estados do Amazonas, Rondônia, Roraima, Pará e Tocantins, ocorrendo, neste último caso, altas infestações no mês de janeiro.

3.2.2 - PULGÃO VERDE: *Myzus persicae* (SULZER, 1776)
(Hemiptera: Aphididae)

É um hemíptero pequeno, apresentando cerca de 2 mm de comprimento e o corpo de coloração verde, maleável, liso e brilhante. As formas aladas são mais escuras. As ninfas são de coloração verde a marrom-avermelhada.

Os danos causados por esta espécie são muito variáveis, tendo sido observado que em plantas jovens de feijão-caupi ocorrem os maiores prejuízos. Essas plantas podem ter sua formação e desenvolvimento comprometidos, uma vez que os brotos infestados não se desenvolvem, as folhas apresentam encarquilhamento característico seguido de enrolamento. Além disso, são considerados vetores de viroses (PENÃ-MARTINEZ, 1992).

3.2.3 - MOSCAS BRANCAS: *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889)
e *Bemisia tabaci* biótipo B (BELLOWS; PERRING, 1994)
(Hemiptera: Aleyrodidae)

As moscas-brancas, ao contrário do que muitos pensam, não são dípteros, isto é, moscas ou mosquitos, mas sim sugadores de seiva. Os adultos de *Bemisia tabaci* são pequenos, apresentando comprimento médio de 1,3 a 1,7 mm; usualmente seu corpo amarelo (Figura 4A) está coberto uniformemente de branco, principalmente as asas, devido a uma camada de pó ou revestimento de cera (LIMA; LARA, 2001; LIMA et al., 2001).

A mosca-branca oviposita preferencialmente no verso das folhas (região abaxial), sendo difícil a visualização a olho nu e facilmente confundível com partículas de poeira ou com os tricomas (pelos) das folhas, já que os mesmos apresentam um pedicelo pelo qual se fixam. A postura pode apresentar-se de várias maneiras sobre as folhas: de forma isolada, em grupos irregulares, semicírculos (semelhante à forma de um leque) e ocasionalmente em círculos (Figura 4B). As ninfas

movem-se inicialmente e sugam as folhas na sua face inferior, fixando-se de maneira semelhante a cochonilhas (Figura 4C).

A dinâmica das populações de moscas-brancas no campo é bastante complexa, estando na dependência de vários fatores como: plantas hospedeiras, temperatura, umidade, condições agronômicas de plantio e inimigos naturais, entre outros. Nos aspectos relacionados com a planta hospedeira, fatores como a espécie, variedade, idade da folha e estado fisiológico são extremamente importantes, influenciando a duração dos diversos estádios do seu desenvolvimento, a mortalidade dos estádios imaturos, a longevidade e a fecundidade dos adultos. Em geral, adultos de mosca-branca têm uma preferência para alimentação e oviposição sobre folhas mais jovens da planta (LIMA; LARA, 2001).

Os danos provocados pelas moscas-brancas nas plantas podem ser diretos ou indiretos, podendo levar as plantas a uma diminuição significativa da sua produção ou até mesmo à morte, especialmente quando a praga encontra-se em alta densidade populacional (LIMA; LARA, 2001).

Os danos diretos caracterizam-se pela sucção da seiva das folhas, que determina, em ataques intensos, sintomas de desidratação (murchamento, sobretudo se as folhas estiverem expostas ao sol), diminuição do crescimento e desenvolvimento, bem como redução da produção, qualidade dos frutos e ou flores, conforme a planta em questão; ocorrem, ainda, anomalias fisiológicas, com alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em algumas culturas (LIMA; LARA, 2001).

No feijão-caupi, a mosca branca se destaca principalmente por sua capacidade de transmitir o vírus do mosaico dourado do caupi (VMDC), que provoca expressivas perdas na produção, chegando a 78%, quando a infestação ocorre nos primeiros dias após o plantio (SILVA; SANTOS, 1992; SOBRINHO et al., 2000, MELO et al., 2003). A *B. tabaci* biótipo B, além de vetor do VMDC, causa danos diretos pela sucção de seiva e injeção de toxinas na planta, causando depauperamento da mesma (SILVA; CARNEIRO, 2000).

No Maranhão, *B. tabaci* biótipo B foi registrada em 1988, causando grandes perdas em olerícolas e feijão-caupi variedade “Quarentinha” nos municípios de São João dos Patos, Pastos Bons, São Domingos do Azeitão e Buriti Bravo (Lemos et al., 1999).

No Tocantins, ocorre durante todo o ano e em todas as regiões produtoras de feijão-caupi.

Em Roraima, tem-se evidenciado a presença de *B. tabaci* em plantios de feijão-caupi, mas sem comprometimento da cultura até o momento.

3.2.4 - CIGARRINHA VERDE: *Empoasca kraemeri* (ROSS; MOORE, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae)

Os insetos adultos desta espécie medem 3 mm de comprimento e possuem coloração verde. Trata-se de uma das principais pragas do feijão-caupi, especialmente nos períodos quentes e secos. O nível de controle em lavouras desta cultura é atingido em populações relativamente baixas – dois insetos por folíolo (LEMOS et al., 2004).

Tanto ninfas quanto adultos alimentam-se do floema, na face inferior dos folíolos, deixando-os enrolados ou arqueados, consequência da sucção da seiva e introdução de substâncias tóxicas durante a alimentação (CARNEIRO, 1983). Quando a infestação é severa, ocorre o amarelecimento de áreas dos folíolos próximas às margens e o subsequente secamento. Soares et al. (1985) verificaram que a cultivar EMAPA-822 é bem adaptada a áreas de baixa fertilidade, apresentando boa resistência a *E. kraemeri* em experimentos realizados no Maranhão.

Moraes e Ramalho (1980) mencionam que os maiores danos são causados quando a incidência do inseto ocorre no período próximo ao florescimento e continua até a formação dos grãos. Segundo esses autores, as perdas em plantas não protegidas podem chegar a aproximadamente 40%.

Além do Maranhão, esta praga tem importância para os Estados do Amazonas, Rondônia, Roraima e Tocantins, onde ocorre o ano todo nas regiões produtoras de feijão-caupi.

3.2.5 - ÁCARO-BRANCO: *Polyphagotarsonemus latus* (BANKS, 1904) (Acari: Tarsonemidae)

As formas adultas deste ácaro não são visíveis a olho nu e apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas de coloração branca a amarelada e medindo, quando bem desenvolvidas, cerca de 0,15 mm de comprimento por 0,11 mm de largura. Os machos são menores, com aproximadamente 0,14 mm de comprimento e 0,08 mm de largura, apresentando coloração semelhante à das fêmeas.

Os ácaros atacam as folhas das plantas, preferencialmente as regiões meristemáticas, alimentando-se da epiderme, que se tornam amareladas e coriáceas. O ataque severo da praga pode causar a morte das plantas.

Considerada praga de importância somente para o Estado do Tocantins, pode infestar as plantas durante todo o ano, mas o ataque acontece com maior intensidade nos períodos mais úmidos e quentes, que ocorrem entre os meses de outubro e abril.

3.3 - PRAGAS DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS

O grupo de insetos de maior importância econômica para a cultura do feijão-caupi, que ataca as vagens das plantas, pertence ao complexo dos percevejos, embora algumas espécies possam também causar injúrias nas folhas novas e brotos.

3.3.1 - PERCEVEJO-VERMELHO-DO-CAUPI: *Crinocerus sanctus* (FABRICIUS, 1775) (Hemiptera: Coreidae)

Os adultos (Figura 5A) medem cerca de 25 mm de comprimento e apresentam coloração amarelo-alaranjada e avermelhada (SILVA;

CARNEIRO, 2000). Ninfas e adultos alimentam-se de brotos, folhas novas e vagens, causando deformação e má formação dos grãos (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). Ocorre no Norte e Nordeste do país, e é considerada praga de importância para a cultura nos Estados do Acre, Maranhão, Rondônia e Roraima.

Soares et al. (1985) observaram que os genótipos EMAPA-821, EMAPA-822 e CNC-0434 apresentaram danos leves em função do ataque dessa espécie de percevejo no Maranhão. Neste Estado, dentre o complexo de percevejos comuns à cultura do feijão-caupi, o *C. sanctus* é uma das espécies mais importantes economicamente, sendo registrado por Cardoso (2006) nos genótipos IPA-296, Barreiro e EMAPA-822, cultivados em sistema itinerante em Miranda do Norte (MA). Segundo esse mesmo autor, dos insetos coletados em feijão-caupi o *C. sanctus* foi a única espécie a atingir o nível de dano econômico no genótipo IPA-206, na fase de reprodução das plantas, observando-se mais de 3 insetos em cinco plantas (0,6 insetos planta⁻¹).

No Acre, Fazolin (1995) observou que *C. sanctus* apresenta um pico populacional na terceira semana de julho, sendo o incremento populacional iniciado a partir da primeira semana do mês, quando a formação de vagens é intensa no cultivo da época seca. Os prejuízos observados referem-se ao encarquilhamento característico das vagens, bem como à deformação dos grãos, devido à sucção da seiva e injeção de toxinas. Sintomas semelhantes a esses foram descritos por Quintela et al. (1991), embora esses autores também tenham observado danos em brotos e folhas novas.

3.3.2 - PERCEVEJO VERDE DA SOJA: *Nezara viridula* (LINNAEUS, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae)

Os adultos (Figura 5B) medem de 13 a 17 mm de comprimento, apresentam coloração verde, sendo as formas jovens com coloração escura e manchas vermelhas (GALLO et al., 2002). Tanto jovens quanto

adultos alimentam-se de seiva e injetam toxinas nos grãos, ocasionando redução da produtividade (GALLO et al., 2002; Silva & Carneiro, 2000). Além disso, através dos orifícios deixados pelo aparelho bucal, pode ocorrer a penetração de microrganismos que provocam o chochamento dos grãos, causando a depreciação do produto (SILVA; CARNEIRO, 2000).

Este percevejo foi encontrado no Maranhão nos genótipos IPA-206 e EB-42, no sistema itinerante, e no genótipo EMAPA-822 cultivado em sistema de aléias (CARDOSO, 2006).

Este inseto pode atacar brotos, que após a abertura das folhas, apresentarão vários furos, com halos amarelados ao seu redor, de distribuição simétrica no limbo foliar.

Além do Estado do Maranhão é considerado como praga para os Estados de Roraima e Rondônia.

3.3.3 - PERCEVEJO-MARROM: *Euschistus heros* (FABRICIUS, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae)

O adulto (Figura 5C) mede cerca de 10 mm de comprimento, apresentando coloração marrom com pequenas pontuações de cor preta, cabeça pontiaguda com olhos proeminentes e pronoto com projeção na forma de espinhos. Apresenta uma mancha amarela no final do escutelo. A postura é feita nas folhas ou vagens, em fileiras de ovos. As ninfas apresentam o mesmo tom de cor dos adultos.

Ninfas e adultos introduzem o estilete (aparelho bucal sugador) nas vagens e sugam as sementes em desenvolvimento, causando deformações e redução no tamanho de grãos.

Pouco se conhece sobre as plantas hospedeiras de *E. heros*, embora seja um inseto polífono. No Brasil, está associado geralmente ao plantio de soja, com registro em vários Estados (MALAGUIDO; PANIZZI, 1998). Na cultura do feijão-caupi, segundo Santos e Quinderé (1988), esse percevejo está distribuído essencialmente nas Regiões Norte e Nordeste, embora em populações menores que *Piezodorus guildinii*.

É encontrado nos Estados do Acre, Roraima, Tocantins e Maranhão, observando-se neste último, a ocorrência nos genótipos de feijão-caupi IPA-206, EMAPA-822 e EB-42 cultivados em sistema de aléias e, somente no genótipo IPA-206, em sistema itinerante de cultivo (CARDOSO, 2006).

No Acre, esta espécie não tem causado prejuízos significativos à cultura do feijão-caupi na região de Rio Branco, sendo capturado em número reduzido durante as avaliações em áreas experimentais. No entanto, esse inseto apresenta-se com potencialidade para se tornar uma praga da cultura, devido aos elevados níveis populacionais observados em áreas de produtores. O pico populacional ocorre na segunda semana de julho, na fase de maturação das vagens (FAZOLIN, 1995).

3.3.4 - PERCEVEJO-PEQUENO-DA-SOJA OU MARIA-FEDIDA:

Piezodorus guildinii (WESTWOOD, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae)

Os adultos medem apenas 10 mm de comprimento e têm coloração verde-clara (SANTOS et al., 1988). Ninfas e adultos introduzem o estilete nas vagens e sugam as sementes em desenvolvimento, causando deformações e reduzindo o tamanho dos grãos. São potencialmente vetores da mancha-de-levedura.

Segundo Andrade Júnior et al. (2002), é a espécie de percevejo mais abundante na cultura do feijão-caupi no Estado do Maranhão, e os prejuízos são maiores quando ocorre concomitantemente com *C. sanctus*. Essas duas espécies compreendem 70% da população de percevejos nessa cultura. *P. guildinii* apresenta-se como praga no Maranhão e em outros Estados da Região Nordeste (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). De acordo com Soares et al. (1985), nos genótipos EMAPA-821, EMAPA-822 e CNC-0434 os grãos atacados por este inseto diminuíram de tamanho, chocharam e ficaram com a cor mais escura que o normal.

Cardoso (2006) verificou a ocorrência de *P. guildinii* nos genótipos de feijão-caupi EB-42 e Barreiro cultivados em sistema itinerante e aléias, respectivamente.

No Estado do Acre, segundo Fazolin (1995), *P. guildinii* apresenta um pico populacional no início da floração, na primeira semana de junho, decrescendo acentuadamente, a partir daí, o número de indivíduos capturados. Na terceira semana de julho, essa espécie não é mais observada no campo. Os danos observados no campo são semelhantes aos causados por *C. sanctus*, sendo difícil a distinção dos sintomas dessas duas pragas.

Esta praga ocorre também nos Estados de Roraima e Tocantins.

3.3.5 - *Acrosternum* sp. (Hemiptera: Pentatomidae)

O adulto mede cerca de 15 mm de comprimento e apresenta coloração verde, com duas manchas escuras nas laterais do pronoto e antenas de cor escura (azulada).

Ninfas e adultos penetram o estilete nas vagens e sugam as sementes em desenvolvimento, causando deformações e reduzindo o tamanho de grãos.

Sua ocorrência foi detectada durante todo o ano, apenas nas regiões produtoras de feijão-caupi no Estado do Tocantins.

3.3.6 - *Leptoglossus zonatus* (DALLAS, 1852)

(Hemiptera: Coreidae)

Os adultos desta praga apresentam coloração marrom-escura com duas manchas circulares amarelas no pronoto, além de uma expansão com forma de folha nas tíbias posteriores (pernas). Colocam os ovos em linha sobre as folhas e deles nascem as ninfas (formas jovens) de cor alaranjada. De acordo com Panizzi (2004), embora essa espécie seja muito comum na cultura do milho, podem ocorrer também em sorgo, feijão, tomate e citros. Da mesma forma, Cardoso (2006) registrou a ocorrência de *L. zonatus* no genótipo EB-42 de feijão-caupi cultivado em sistema itinerante no Maranhão, em quantidade

considerável quando comparada a outros percevejos reconhecidos como pragas importantes nessa cultura. O autor levanta a hipótese de que a ocorrência da praga, nessas condições, possa estar associada ao fato da cultura do milho preceder o plantio do feijão-caupi nos sistemas de cultivo em Miranda do Norte (MA).

3.3.7 - BROCA-DAS-VAGENS: *Etiella zinckenella*
(TREITZ, 1832) (Lepidoptera: Pyralidae)

O adulto é uma mariposa que apresenta coloração acinzentada e uma faixa de cor branca na margem do dorso e outra faixa antemediana de cor marrom. Os ovos são colocados nas vagens ou nos cálices das flores e apresentam-se achatados. As lagartas possuem o corpo amarelado, tornando-se, com o tempo, verde-acinzentado com faixas dorso-longitudinais de cor marrom, sendo que o pronoto também apresenta manchas de coloração marrom. A pupa é encontrada no interior das vagens ou no solo e apresenta coloração marrom-acinzentada.

As lagartas pequenas alimentam-se de flores e vagens novas. Com o seu desenvolvimento, tornam-se mais vorazes e penetram nas vagens, onde se alimentam das sementes, causando perda na produtividade do feijoeiro.

Tem sido citada como praga em todas as regiões produtoras de feijão-caupi no Estado do Tocantins, sendo o pico populacional durante a fase reprodutiva da cultura.

3.3.8 - BROCA-DAS-VAGENS: *Maruca vitrata*
(GEYER, 1832) *Maruca testulalis* (FABRICIUS, 1787)
(Lepidoptera: Pyralidae)

Os adultos são pequenas mariposas cujas asas medem 23 mm de envergadura, de cor marrom-clara com manchas brancas nas asas anteriores. Suas larvas possuem a cabeça preta e o corpo de coloração pardacenta, com manchas marrom-escuras.

As fêmeas colocam ovos preferencialmente nas vagens e as lagartas alimentam-se de talos, pedúnculos, flores e vagens, causando a destruição dessas estruturas.

No Estado do Acre, considerando-se o estudo da dinâmica populacional de *M. vitrata*, foi observado que as formas adultas começam a apresentar incremento populacional a partir das primeiras semanas de junho, no início do florescimento das plantas. O pico populacional ocorre na primeira semana de julho, quando as plantas de feijão-caupi já iniciaram a formação das vagens. No campo, constatou-se um pequeno número de lagartas alimentando-se de flores, porém foi nas vagens que a maioria desses indivíduos se alojou, causando danos severos (FAZOLIN, 1995).

A espécie é considerada praga também no Estado do Amazonas, onde Carneiro (1983) observou que cultivares que apresentam pedúnculos largos e vagens separadas são mais tolerantes ao ataque das lagartas de *M. vitrata*.

3.3.9 - MANHOSO: *Chalcodermus bimaculatus* (FIEDLER, 1936) (Coleoptera: Curculionidae)

Dentre as pragas de campo da cultura do feijão-caupi, destaca-se o manhoso como uma das principais (BASTOS, 1974; VIEIRA, 1988; SANTOS; QUINDERÉ, 1988; ARAÚJO et al., 1988; BATISTA et al., 1992). No Maranhão sua presença tem sido esporádica, com maior frequência em cultivos irrigados e consecutivos (SILVA; CARNEIRO, 2000). Nos Estados do Amazonas e de Roraima, tem sido frequente e intenso o ataque deste curculionídeo (LIMA et al., 2007)

O adulto é um besouro de coloração preto-brilhante de 5 mm de comprimento, sendo que a fêmea chega a ovipositar em média 150 ovos durante o seu ciclo de vida. O estágio larval ocorre dentro dos grãos na vagem. As larvas chegam a medir 8 mm de comprimento ao final de seu desenvolvimento, ocasião em que abandonam a vagem e penetram no solo para empupar e transformarem-se em adultos (Figura 6).

O manhoso alimenta-se de plântulas, caule próximo a vagens e, principalmente, de vagens verdes, em qualquer estágio de desenvolvimento. Nas vagens faz perfurações para se alimentar e ovipositar, sendo esta a ocasião em que provoca os maiores danos à produção (Figura 7), pois as suas larvas desenvolvem-se consumindo as sementes (ARAÚJO et al., 1988). De acordo com Lima et al. (2005), ao se alimentarem de plantas jovens, os adultos podem transmitir, ainda, o vírus do mosaico severo do caupi (CPSMV), da família Comoviridae.

Segundo Batista et al. (1992), os adultos colocam seus ovos sobre as vagens, onde deixam lesões, e suas larvas destroem as sementes, reduzindo-lhes seu poder germinativo em até 27%. Já Pinheiro et al. (2004), constataram que as perdas econômicas ocasionadas pelo manhoso em feijão-caupi podem chegar a 20% do valor da produção.

A ausência de variedades comerciais resistentes ao manhoso, bem como a falta de trabalhos relacionados com controle biológico no Brasil, têm determinado a utilização do método químico como alternativa imediata de controle desta praga (MAGALHÃES et al., 1988).

Soares et al. (1985), trabalhando com os genótipos EMAPA-821 e EMAPA-822, constataram que os prejuízos causados por esta praga no Maranhão podem ocorrer em plantas jovens e adultas. Além disso, os autores observaram que a qualidade dos grãos era prejudicada quando as vagens eram perfuradas pelo manhoso.

Lima et al. (2007), avaliando a resistência de 10 genótipos de feijão-caupi, constataram que BRS Mazagão apresenta resistência do tipo não-preferência para oviposição de *C. bimaculatus*; que Pingo de Ouro foi o preferido pelo manhoso tanto para alimentação quanto para a oviposição; e que existe uma correlação positiva entre o número de cicatrizes superficiais na vagem e a percentagem de grãos perfurados na mesma.

4 - PRAGAS DOS GRÃOS ARMAZENADOS

4.1 - CARUNCHO: *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS, 1775) (Coleoptera: Bruchidae)

Os adultos são besouros de aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentando nos élitros manchas amarronzadas e vivem cerca de 5 a 8 dias. Segundo Quintela et al. (1991), as larvas penetram nos grãos alimentando-se do conteúdo interno. Dentro dos grãos, transformam-se em pupas e, após a emergência, os adultos perfuram os orifícios de saída. Além da perda de peso dos grãos devido ao consumo pelas larvas, esses insetos diminuem significativamente o poder germinativo das sementes.

É considerado como praga de importância para os grãos de feijão-caupi armazenados em praticamente todos os Estados da região, com destaque no Acre, Amazonas, Maranhão e Roraima.

4.2 - TRAÇA : *Plodia interpunctella* (HÜBNER, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae)

Os adultos são mariposas cujas asas medem 20 mm de envergadura, apresentando a cabeça e o tórax pardo-avermelhados; asas anteriores avermelhadas e cinza. As lagartas são de coloração branco-rosácea, tecem casulo de seda branca quando se transformam em pupas, presas às sacarias.

A traça *P. interpunctella*, por ter o corpo frágil, não penetra profundamente em grãos armazenados a granel, atacando mais os grãos da superfície, principalmente aqueles trincados ou quebrados. Nos produtos ensacados os danos têm maior importância. Essa praga apresenta a característica de alimentar-se preferencialmente do embrião dos grãos, o que compromete a germinação. É relatada como praga do feijão-caupi em condições de armazenamento no Estado de Roraima.

5 - INIMIGOS NATURAIS DOS INSETOS-PRAGA DO FEIJÃO-CAUPI

Uma grande proporção de espécies de insetos é benéfica ao homem, entre elas, as que têm o hábito de predar ou parasitar outros insetos, exercendo o controle biológico natural de seus hospedeiros. Mesmo em ambientes simplificados, como os agroecossistemas, que favorecem a multiplicação desmesurada de alguns insetos a ponto de atingirem a condição de pragas e exigirem medidas de controle, os agentes de controle biológico naturais são essenciais para minimizar o uso de produtos químicos e, conseqüentemente, seus efeitos ao homem e ao meio ambiente, amplamente conhecidos e discutidos em muitas ocasiões (MOSCARDI, 2002).

Desta forma, algumas espécies de insetos consideradas inimigos naturais das pragas do feijão-caupi tiveram sua ocorrência observada em levantamentos populacionais em vários Estados da Amazônia (Tabelas 1 e 2). Assim, quando oportuno, essas espécies poderão ser avaliadas quanto à eficácia e viabilidade de produção em futuros programas de manejo integrado e, o mais importante, levadas em consideração quanto à sua persistência e sobrevivência no ambiente, na decisão de adotar medidas de controle convencionais por meio de agrotóxicos, prevendo que esses produtos deverão ser seletivos às espécies de insetos durante o manejo integrado das pragas-alvo.

Quanto ao controle de pragas realizado por microorganismos, Marsaro Júnior (2007) aponta como sendo o principal fungo entomopatogênico o *Nomuraea rileyi*, que infecta a lagarta *A. gemmatalis*. O autor destaca ainda como importantes agentes de controle biológico dos insetos-praga do feijão-caupi no Estado de Roraima as aranhas *Argiope argentata*, *Oxyopes salticus*, *Eustala* sp. e *Misumenops* sp. (Figura 8).

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram descritas neste trabalho 28 espécies de insetos consideradas pragas da cultura do feijão-caupi na região amazônica. Muitas vezes, quando os danos são severos, os produtores necessitam de alternativas para o controle, e via de regra, por não terem acesso a orientações de técnicos, passam a utilizar inseticidas de forma inadequada com consequências negativas ao meio ambiente, a si próprios e aos consumidores do produto. Este quadro se agrava quando o técnico necessita elaborar um receituário agrônômico para orientar o manejo de uma determinada praga da cultura do feijão-caupi e se depara com a ausência de produtos registrados para as pragas desta cultura. Isso resulta, na maioria das vezes, em indicações de produtos registrados para a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), que passam a ser adotados, de forma irregular, para o controle de pragas do feijão-caupi.

Por outro lado, é comum encontrar-se em publicações mais antigas recomendações de produtos para o controle das pragas do feijão-caupi, sendo que, para efeito da elaboração deste capítulo, foram desconsideradas por razões óbvias.

O entendimento do ecossistema como um todo e dos processos naturais que limitam a população das pragas são passos fundamentais em direção da sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola do feijão-caupi.

A estratégia do Manejo Integrado de Pragas (MIP) consiste no uso de medidas de controle visando à redução dos danos da praga para níveis toleráveis através da combinação de várias técnicas, incluindo o controle biológico natural, plantas resistentes, controle cultural e físico e, somente quando necessário, o uso de produtos químicos.

Visto que ainda não existem defensivos químicos registrados para o controle das pragas na cultura do feijão-caupi, os estudos de resistência de plantas a insetos e dos níveis de danos tolerados na cultura em suas diferentes fases de desenvolvimento bem como do

potencial dos inimigos naturais como agentes de controle biológico dos insetos-praga devem ser incentivados.

Tabela 1 - Relação dos principais predadores das pragas de feijão-caupi que ocorrem nos Estados do Acre, Roraima e Tocantins.

Nome científico	Nome comum	Ordem: Família	Pragas - alvo	Estado(s) da Amazônia em que ocorre (m)
<i>Lebia</i> sp.		Coleoptera: Carabidae	Predador de ovos de percevejos e lagartas	Tocantins
<i>Calosoma granulatum</i> Perty, 1832	Besouro Preto	Coleoptera: Carabidae	Predador de lagartas e pupas	Tocantins
<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linnaeus, 1763)	Joaninha (Figura 9)	Coleoptera: Coccinellidae	Predador de pulgões	Tocantins, Roraima
<i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Meneville	Joaninha	Coleoptera: Coccinellidae	Predador de pulgões	Tocantins
<i>Paederus</i> spp.		Coleoptera: Staphylinidae	Predador de insetos de solo	Acre
<i>Coleomegilla maculata</i> (De Geer, 1775)	Joaninha (Figura 10)	Coleoptera: Coccinellidae	Polígrafo, predador principalmente pulgões	Roraima
<i>Doru lineare</i> (Eschscholtz, 1822)	Tesourinha	Dermoptera: Forficulidae	Predadores de ovos de Lepdoptera	Acre
<i>Labidura xanthopus</i> (Stal, 1855)	Tesourinha	Dermoptera: Labiduridae	Predadores de ovos de Lepdoptera	Acre
<i>Geocoris</i> sp.		Hemiptera: Lygaeidae	Predador de lagartas, ovos de percevejo, ácaros e pulgões	Tocantins
<i>Chrysoperla</i> sp.	Bicho-lixeiro	Neuroptera: Chrysopidae	Predador de ovos de lepidópteros e percevejos, ninfas e adultos de pulgões e moscas-brancas.	Tocantins

Tabela 2 - Relação dos principais parasitóides das pragas de feijão-caupi que ocorrem nos Estados do Pará e Roraima.

Nome científico	Ordem: Família	Pragas alvo	Estado da Amazônia em que ocorre
<i>Ooencyrtus submentallicus</i> (Howard)	Hymenoptera: Encyrtidae	Parasitóides de ovos de <i>P. guildinii</i> , <i>N. viridula</i> e <i>E. heros</i>	Roraima
<i>Telenomus</i> sp.	Hymenoptera: Scelionidae	Parasitóides de ovos de <i>P. guildinii</i> , <i>N. viridula</i> e <i>E. heros</i>	Roraima
<i>Neorileya</i> sp.	Hymenoptera: Eurytomidae	Parasitóides de ovos de <i>E. heros</i>	Roraima
<i>Dinarmus basalis</i> Rondani, 1877	Hymenoptera: Pteromalidae	Ectoparasita de <i>Collosobruchus maculatus</i> *	Pará

* Fonte: OHASHI et al. (1993)



Figura 1- Adulto de *Cerotoma tingomarianus* ou *C. arcuatus* ou *C. arcuata*. Foto: A. L. Marsaro Júnior.



Figura 2- Adulto de *Diabrotica speciosa*. Foto: A. L. Marsaro Júnior.



Figuras 3 – Ataque de saúva (*Atta laevigata*) em feijão-caupi em Boa Vista – RR, 2008. Fotos: A. C. S. Lima.



Figuras 4 - Mosca branca, *Bemisia tabaci* Biótipo B. A - Adulto; B - Postura circular; C - Ninfa . Fotos: A. C. S. Lima

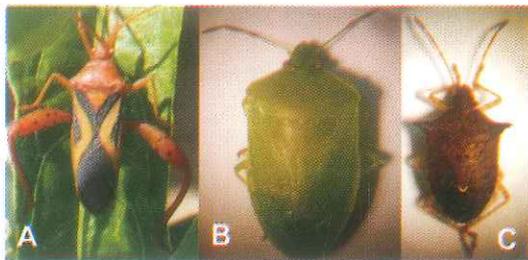


Figura 5 - A - Adulto de *Crinocerus sanctus*; B - *Nezara viridula*; C - *Euschistus heros*. Fotos: A.L. Marsaro Júnior



Figura 6 - Manhoso, *Callosobruchus bimaculatus*. A - Ovo; B - Adulto; C - Larvas. Fotos: A. C. S. Lima.



Figura 7 - Danos de Manhoso, *Callosobruchus bimaculatus*, nas vagens e grãos. Fotos: A. C. S. Lima.



Figura 8 - Adulto da aranha *Misumenops* sp. Foto: A. L. Marsaro Júnior



Figura 9 - Adulto da joaninha *Cycloneda sanguinea*. Foto: A. L. Marsaro Júnior



Figura 10 - Adulto da joaninha *Coleomegilla maculata*. Foto: A. L. Marsaro Júnior

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. S.; ROCHA, M. M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: RIBEIRO, V. Q. **Sistemas de Produção 2**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 110 p.
- ARAÚJO, J. P. P. de; FREIRE FILHO, E. R.; SANTOS, J. H. R. Melhoria do caupi para resistência ao caruncho e ao manhoso. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Ed.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. p. 303-22.
- BASTOS, J.A.M. **Principais pragas das culturas e seus controles**. São Paulo: Nobel. 245 p. 1974.
- BATISTA, G. C. de; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C. Pragas do amendoim, feijoeiro e caupi. In: **Curso de entomologia aplicada à agricultura**. Piracicaba: FEALQ. 1992. p. 311.
- CARDOSO, S. R. S. **Avaliação de artrópodes e da produção de genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivados em sistema itinerante e aléias**. 2006. 81 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.
- CARNEIRO, J. S. **Reconhecimento e controle das principais pragas do campo e de grãos armazenados de culturas temporárias no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1983. 82 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 7).
- CARNEIRO, J. S.; SILVA, P. H. S.; 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., 1987, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1987. 12 p.
- CARVALHO, E.J.S. **Efeito da desfolha artificial em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sobre a produção de grãos**. 1987. 15p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- FAZOLIN, M. **Efeito de diferentes níveis populacionais de *Cerotoma* sp.**

no rendimento do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Rio Branco: Embrapa Acre, 1986. 7 p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 49).

FAZOLIN, M. Levantamento dos insetos e flutuação populacional das pragas que ocorrem na cultura do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., em Rio Branco (AC). **Turrialba**, v. 45, p. 137-142, 1995.

FAZOLIN, M.; GOMES, T. C. A. Dinâmica populacional de *Cerotoma tingomarianus* Bechiné Bechyné em caupi e puerária em Rio Branco, Acre. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 491-495. 1993.

GALLO D.; NAKANO, O; CARVALHO, R. P. L. ; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C. ; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 649 p.

JORDÃO, A. L.; SILVA, R. A. da **Guia de pragas agrícolas para o manejo integrado no Estado do Amapá**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 183 p.

KARUNGI, J.; ADIPALA, E.; NAMPALA, P.; OGENGA-LATIGO, M. W.; KYAMANYWA, S. Pest management in cowpea. Part 3. Quantifying the effect of cowpea field pests on grain yields in eastern Uganda. **Crop Protection**, n. 19, p. 343–347, 2000.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central**. Londres: TDRI. 1984. 82 p.

LEMOS, R. N. S.; VIEIRA, D. L. Monitoramento de artrópodes em culturas agroalimentares manejadas em cultivo de aléias. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEMA, MOSTRA DE PRÁTICAS INVESTIGATIVAS DE PEDAGOGIA, 18., 2006, São Luis. **Anais...** São Luis: PPG/CP UEMA, 2006. p.16-18.

LEMOS, R. N. S.; MOREIRA, A. A.; BOARETTO, M. A. C.; CROCOMO, W. B. Manejo Integrado de Pragas. In: MOURA, E. G. **Agroambientes de transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil**. São Luis: Universidade Estadual do Maranhão, 2004. p. 223 - 256.

LEMOS, R. N. S.; SILVA, E. A.; MOURA, M. C. C. Ocorrência de *Bemisia*

argentifolii (Bellows & Perring, 1994) (Hemiptera-Homoptera: Aleyrodidae) no Maranhão. In: TALLER LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE SOBRE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS, 8., 1999, Recife. **Anais...** Recife: IPA, 1999. p. 139.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. **Mosca-branca** : morfologia, bioecologia e controle. São Paulo: FUNEP, 2001. 77 p.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M.; SANTOS, E. J. M. dos. Morfologia da mosca branca, *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae), encontrada em Jaboticabal, SP, com base em eletron-micrografias de varreduras. **Bol. San. Veg. Plagas**, v. 27, p. 315-322, 2001.

LIMA, E. D. P. A.; JERÓNIMO, E. S.; LIMA, C. A. A.; GONDIM, P. S.; ALDRIGUE, M.; CAVALCANTE, L. F. Características físicas e químicas de grãos verdes de linhagem e cultivares de feijão caupi para processamento tipo conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n.1, p. 129 - 134 , 2003.

LIMA, J. A. A.; SITTOLIN, I. M.; LIMA, R. C. A. Diagnose e estratégias de controle de doenças ocasionadas por vírus. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 425-30.

LIMA, A.C. S; ALVES, J.M.A.; MACIEL, F.C.S DA; CARVALHO, R.O DE; PINHO, A.G.S. Não-preferência para alimentação e oviposição do manhoso em genótipos de caupi. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 63-67. (Embrapa Roraima. Documentos, 4).

MAGALHÃES, B. P., LORGD, J. C.; ROBERT, D. W. Controle biológico de pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J.P.P. DE; WATT, E.E. (Ed.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. p.607-649.

MALAGUIDO, A. B.; PANIZZI, A. R. Danos de *Euchistus herus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) em arquênios de girassol. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.27, n.4. 1998, p. 535-541.

MARSARO JÚNIOR, A.L. Insetos-praga e seus inimigos naturais na cultura do feijão-caupi no estado de Roraima. In: WORKSHOP SOBRE A

CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 63-67. (Embrapa Roraima. Documentos, 4). 1CD-ROM.

MELO, F. B.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, P. H. S. **Cultivo da mamona com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) no Semi-Árido**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. 89 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 74).

MORAES, G. L. e RAMALHO, F. S. **Alguns insetos associados a *Vigna unguiculata* L. Walp. no Nordeste**. Petrolina, 1980: Embrapa Meio-Norte, 1980. 10 p.

MOSCARDI F. Apresentação. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, 2002. 635 p.

OHASHI, O.; COUTINHO, J. C. B.; SILVA, O. F. Aspectos biológicos de *Dinarmus basalis* (Rondani, 1877) (Hymenoptera: Pteromalidae) ectoparasito de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.22, n.1. 1993, p. 161-167.

PANIZZI, A. R. A possible territorial or recognition behavior os *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera, Coreidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 48, n.4, 2004, p. 577-579.

PEÑA-MARTINEZ, R. Contribucion a la ecologia y control de afidos en Mexico. In: URIAS, M. C.; RODRIGUES, R. M.; ALEJANDRE, T. A. **Afidos como vectores de virus en Mexico**. (S.L.): Centro de Fitopatologia, Jalisco, 1992. v.1, 90 p.

PINHEIRO, J. N.; dos SANTOS, J. H.R.; VIEIRA, F. V.; MELO, F. I. O. Níveis adequados para o controle do "manhoso", *Chalcodermus bimaculatus* Fieldler, 1936 (Coleoptera: Curculionidae) na cultura do caupi. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, 2004, p. 206-213.

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P. das; QUINDERÉ, M. A. W.; ROBERTS, D. W. **Principais pragas no caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 38 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 35).

- SANTOS, J. H. R.; GADELHA, J. W. R.; CARVALHO, M. L.; PIMENTEL, J. V. F.; JÚLIO, P. V. M. R. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Fortaleza: Edições UFC, 1988. 216 p.
- SANTOS, J. H. R.; QUINDERÉ, M. A. W. Distribuição, importância e manejo de pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988, p. 607-608.
- SILVA, P. H.; SANTOS, A. A. Insetos vetores de vírus do feijão macassar no estado do Piauí. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1992, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa/UEPAE Teresina, 1992. p. 31 - 37.
- SILVA, A. de B.; CARNEIRO, J. da S. Entomofauna de culturas alimentares e fibrosas na Amazônia brasileira. In SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v.3, p. 71-83.
- SILVA, P. H. S. da; CARNEIRO, J. S. Pragmas do feijão caupi e seu controle. In: SOBRINHO, C. A.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- SILVA, P. H. S.; CARNEIRO, J. S.; QUINDERÉ, M. A.W. Pragmas. In: FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. **Feijão - Caupi: Avanços Tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2005. p. 369 - 402.
- SOARES, U. M.; GOMES, E. R.; ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. **Adaptabilidade de linhagens e cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na região dos Cocais do Maranhão**. São Luís: Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária, 1985. 3 p. (EMAPA. Pesquisa em Andamento, 5).
- SOBRINHO, C. A.; VIANA, F. M. P.; SANTOS, A. A. **A cultura do caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2000. 263 p.
- STONE, L. F.; SARTORATO, A. **O cultivo do feijão: Recomendações Técnicas da Embrapa**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Embrapa, 1994. 83 p.
- TEIXEIRA, M. L. F; FRANCO, A. A. Susceptibilidade de larvas de *Cerotoma*

arcuata Olivier (Coleoptera:Chrysomelidae) a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarizium anisopliae* (Metsch) Sorokin e *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n.1, jan-fev, 2007.

VIEIRA, C. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa: UFV, 1988. 231 p.

520081 2011
12352

CAPÍTULO 9

IRRIGAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA

Roberto Dantas de Medeiros

Wellington Farias Araújo

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Amaury Burlamaqui Bendahan

Roberto Dantas de Medeiros Filho

1 - INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma cultura de expressiva importância socioeconômica nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo a principal fonte de proteína vegetal de baixo custo para a alimentação humana, principalmente, para a população de menor poder aquisitivo. Na maioria das áreas, o cultivo ocorre para subsistência e com baixa utilização de insumos, tendo como consequência baixas produtividades.

Na Região Norte, o feijão-caupi pode ser cultivado durante todo o ano sob condições de sequeiro e/ou irrigado, obtendo-se produtividades médias de grãos que variam de 500 a 1.800 kg ha⁻¹, dependendo do nível tecnológico adotado (CONAB, 2008; MEDEIROS, et al., 2005).

Irigar consiste em fornecer água ao solo no momento oportuno (quando irrigar) e na quantidade suficiente (quanto irrigar) para atender as necessidades da cultura nos seus diferentes estádios de desenvolvimento. O excesso ou déficit hídrico no solo afetam negativamente a produtividade e a qualidade da produção.

Trabalhos sobre os sistemas de cultivo do feijão-caupi irrigado não são conclusivos, pois os parâmetros da irrigação e seu manejo sofrem influência da interação genótipo-ambiente.

Neste capítulo, serão apresentados conhecimentos básicos relativos aos sistemas e ao manejo da água de irrigação, importantes para o cultivo do feijão-caupi na Amazônia.

2 - MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

A cultura do feijão-caupi pode ser irrigada por qualquer método. Cada um apresenta suas vantagens e limitações. A seleção do sistema a ser utilizado em cada área depende de uma série de fatores técnicos, econômicos e sociais concernentes a cada condição específica. No feijão-caupi irrigado, lâminas de água irregulares favorecem a proliferação de doenças na parte aérea, como mofo-branco e antracnose, principalmente nos sistemas de irrigação por aspersão. Entretanto, o fator limitante não é o método de irrigação, mas o manejo inadequado da água (FANCELLI; DOURADO NETO, 1999). Para escolha do método de irrigação destaca-se a necessidade do conhecimento dos seguintes fatores:

- a. Recursos hídricos (quantidade e qualidade da água disponível, situação topográfica do manancial e custo do bombeamento da água) na área a ser irrigada;
- b. Solo (classe de solo, textura, retenção de água, taxas de infiltração, condutividade hidráulica do solo, características químicas e variabilidade espacial);
- c. Retorno econômico da cultura;
- d. Topografia (relevo, declividade, formato da área);
- e. Clima (precipitação pluviométrica, velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar e a evapotranspiração potencial);
- f. Fonte de energia (elétrica, combustão a diesel, gasolina e/ou gravidade);

- g. Aspectos econômicos (custos de investimento, operacionais e de manutenção dos sistemas de irrigação);
- h. Experiência, tradição e capacidade financeira do produtor;
- i. Quantidade e qualidade da mão-de-obra disponível e
- j. Facilidade de assistência técnica local.

Portanto, não existe um método de irrigação ideal, mas sim, o mais adequado a uma determinada condição.

De forma simplificada, os métodos de irrigação podem ser classificados em irrigação por superfície, aspersão e localizada, contendo diferentes sistemas. A seguir serão abordadas algumas características gerais dos sistemas de irrigação por aspersão e por superfície (sulcos), por serem os mais utilizados na cultura do feijão-caupi.

2.1 - IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

No método por aspersão, a água é lançada à cultura, simulando a precipitação pluviométrica. Envolve diferentes sistemas, destacando-se os sistemas convencional, autopropelido e pivô central (Figura 1A e B). Na aspersão convencional, os aspersores são de baixa a média pressão (2 a 4 Kgf cm⁻²), podendo ser instalados em tubulações móveis (sistema portátil e semiportátil) ou fixas (sistemas fixos ou permanentes). O autopropelido utiliza aspersores de alta pressão (4 a 8 Kgf cm⁻²), com raios de ação de 40 a 80 m de comprimento e desloca-se irrigando uma faixa de área. O pivô central caracteriza-se por rotacionar em torno de um ponto com raios de comprimentos que podem variar de 200 m a 800 m, constituído por várias torres.

A irrigação por aspersão é um dos métodos mais utilizados para o cultivo do feijão-caupi. As vantagens deste sistema em comparação ao sistema de irrigação por sulcos estão destacadas a seguir:

- a. É mais adequado para solos arenosos, com alta taxa de infiltração de água;

- b. Não exige sistematização do terreno;
- c. Facilita o manejo da água, permitindo estimar com precisão a quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação;
- d. Proporciona alta eficiência de irrigação, requerendo menos água do que a irrigação por sulcos;
- e. Exige pouca mão-de-obra, no caso de sistemas fixo e pivô central;
- f. Possibilita a aplicação do adubo de cobertura juntamente com água de irrigação (fertirrigação);
- g. Pode ser removido de uma área para outra (no caso do sistema convencional não fixo e autopropelido);
- h. Tem-se observado, em situação de lavoura, redução da incidência de algumas pragas como o pulgão e o tripses, comparando-se com a cultura irrigada por superfície.

Por outro lado, os sistemas de irrigação por aspersão, quando comparados com o sistema por sulcos, apresentam as seguintes desvantagens:

- a. Elevado custo de implantação (investimento);
- b. Alto consumo de energia, pois exige um conjunto motobomba mais potente a fim de se fornecer a pressão necessária ao funcionamento dos aspersores;
- c. Exige mão-de-obra qualificada para a operação e manutenção do sistema;
- d. As condições climáticas, principalmente o vento e a umidade relativa do ar, afetam negativamente a uniformidade de aplicação da água;
- e. Favorece a ocorrência de algumas doenças na parte aérea das plantas, devido à formação de um microclima favorável ao desenvolvimento dos patógenos;

f. Propicia o desenvolvimento das plantas daninhas, pois molha toda a área ainda não ocupada pela cultura, durante sua fase inicial de desenvolvimento;

g. Pode favorecer a queda das flores pelo impacto das gotas de água;

h. Caso a água seja salina, pode haver a precipitação de sedimentos sobre as folhas, causando danos à cultura e reduzindo a vida útil dos equipamentos.

Para melhorar a eficiência da irrigação deve-se avaliar a uniformidade de distribuição de água, o que pode ser feito em campo após a instalação do sistema. Segundo Frizzone (1992), de maneira geral, a uniformidade expressa pelo Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) deve ser acima de 80%; podendo ser inferior, dependendo da precipitação pluviométrica que ocorre no período de cultivo, devido redistribuição da umidade no solo (FRIZZONE et. al, 2007).

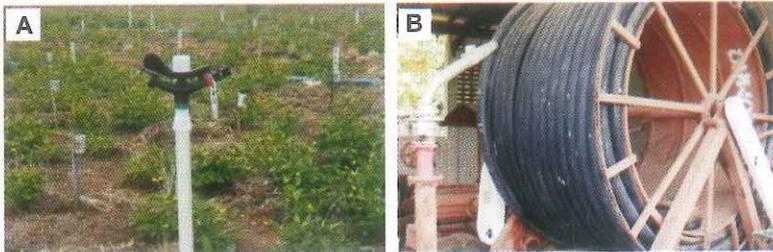


Figura 1 – Sistema de irrigação por aspersão convencional (A) e autopropelido (B).
Foto: W. F. Araújo.

2.2 - IRRIGAÇÃO POR SULCOS

No sistema de irrigação por sulcos, a distribuição da água até as plantas ocorre por meio de pequenas valas no solo (sulcos) distribuídos em linhas paralelas às das plantas. A derivação da água para os sulcos de irrigação é feita por canais de terra, alvenaria e/ou por tubos janelados.

Esse sistema, comparado aos por aspersão, apresenta as seguintes vantagens:

- a. Baixo custo de implantação (investimento), necessitando, às vezes, apenas de um conjunto motobomba com uma tubulação de baixa densidade e/ou canais para adução e distribuição de água, os quais podem ser construídos de terra;
- b. Menor consumo de energia, por exigir baixa pressão;
- c. Fácil operação e manutenção, por não requerer mão-de-obra qualificada para a operação e manutenção do sistema;
- d. É adequado para solos argilosos, com baixa taxa de infiltração;
- e. Não sofre influência da ação dos ventos nem da umidade relativa do ar;
- f. Não favorece a incidência de doenças na parte aérea das plantas, por não molhá-la;
- g. Não provoca queda de flores;
- h. Permite o uso de água com sólidos em suspensão.

Por outro lado, o sistema de irrigação por sulcos apresenta algumas limitações, tais como:

- a. É inadequado para solos arenosos, com alta taxa de infiltração;
 - b. Necessita que o solo apresente topografia com relevo regular (uniforme);
 - c. Maior necessidade de mão-de-obra, exceto se for utilizado o sistema por tubos janelados;
 - d. Difícil controle da quantidade de água a ser aplicada por irrigação, pois depende muito da experiência e do bom senso do irrigante;
 - e. Geralmente apresenta baixa eficiência de irrigação, devido à desuniformidade da lâmina de água infiltrada ao longo dos sulcos;
 - f. Pode causar erosão do solo, dependendo da vazão utilizada.
- Para melhorar a eficiência da irrigação e minimizar os efeitos

erosivos no solo, deve-se adequar o comprimento dos sulcos, sua declividade e a vazão de água por sulcos, em função do tipo de solo e da quantidade de água a ser aplicada por irrigação, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Comprimento máximo de sulcos de irrigação indicados para diferentes tipos de solo em função da quantidade de água aplicada por irrigação, da declividade dos sulcos e da vazão de água por sulco.

Textura do solo	Água aplicada por irrigação (mm)	Comprimento máximo do sulco (m)					
		Declividade (%) / Vazão (L min ⁻¹)					
		0,25/180	0,50/90	1,00/45	1,50/30	2,00/22	3,00/15
Grossa (arenoso)	50	150	120	70	60	50	25
	100	210	150	110	90	70	60
	150	260	180	120	120	90	70
Média (argilo-arenoso)	50	250	170	130	100	90	70
	100	375	240	180	140	120	100
	150	420	290	220	170	150	120
Fina (argiloso)	50	300	220	170	130	120	90
	100	450	310	250	190	160	130
	150	530	380	280	250	200	160

Fonte: Withers e Vipond, (1977)

Em experimentos de competição de cultivares de feijão sob os métodos de irrigação por sulcos e por aspersão, conduzidos por Rochedo et al. (1998), não foram encontradas diferenças significativas na produtividade da cultura, exceto quando comparadas com a testemunha sem irrigação.

Em áreas de várzea no Estado de Roraima, foram conduzidas pesquisas, no período de 1995 a 1997, envolvendo diversas cultivares de feijão-caupi sob diferentes sistemas de irrigação (aspersão, inundação e sulco) e preparo do solo (arado de aiveca e grade aradora).

Em um destes experimentos foi testada a cultivar Sempre Verde, irrigada por sulcos e por aspersão em solo preparado com arado de aiveca e grade aradora. Porém, tanto os sistemas de irrigação como o preparo do solo não afetaram significativamente os componentes de produção nem a produtividade de grãos (Tabela 2) cuja média obtida de

1.853 kg ha⁻¹ corresponde a três vezes a produtividade média do feijão-caupi no Estado, que está em torno de 600 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008b).

Tabela 2 - Médias dos componentes de produção e produtividade de grãos de feijão-caupi, obtidas sob diferentes métodos de irrigação e preparo do solo em várzea de Roraima.

Tratamentos	Nº de vagens por m ²	Grãos por vagem	Massa 100 grãos (g)	Produtividade grãos (kg ha ⁻¹)
Sistemas de Irrigação				
Aspersão	91,87	14,72	16,16	1.904,70
Sulcos	86,2	13,9	15,8	1.802,90
Teste F (p<0,05)	0,17 ^{ns}	5,26 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,67 ^{ns}
CV (%)	15,4	3,56	2,13	6,09
Preparo do solo				
Grade + aiveca + niveladora	89,1 [*]	14,41	16,17	1.857,00
Grade aradora + niveladora	88,97	14,21	15,7	1.850,60
Teste F (p<0,05)	0,05 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	12,46	3,4	3,9	7,01
Média	89,03	14,31	15,96	1.853,80

Fonte: Medeiros et al. (2005).

^{ns} - não significativo

Estes resultados evidenciam a baixa exigência da cultura quanto ao preparo do solo e aos sistemas de irrigação. Resultados semelhantes também foram obtidos por outros autores (ZAFFARONI et al., 1991; PIMENTEL; CHAVES, 1993) que não detectaram efeito significativo no rendimento do feijão-caupi cultivado em Gleysolo Háplico sob diferentes manejos do solo.

Noutro experimento conduzido em Roraima, avaliou-se os efeitos dos sistemas de irrigação (aspersão, sulcos e inundação) sobre o número de grãos por vagens e na produtividade de grãos nas seguintes cultivares de feijão-caupi: Sempre Verde, Epace 10, Regional Barrigudo e Regional Branco. Não foi observada interação significativa entre cultivares e sistemas de irrigação sobre as variáveis testadas. Entretanto, a produtividade de grãos foi influenciada significativamente pelas cultivares e pelos sistemas de irrigação, ao passo que o número de grãos por vagem foi influenciado apenas pelas cultivares (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias do número de grãos por vagem e produtividade de grãos secos de cultivares de feijão-caupi obtidos em várzea no estado de Roraima sob diferentes sistemas de irrigação.

Tratamentos	Número de grãos por vagem	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Cultivares		
Sempre Verde	15,0 a	1.700 a
Regional Barrigudo	14,6 a	1.590 a
Epace 10	15,5 a	1.250 b
Regional Branco	8,6 b	970 b
Sistemas de irrigação		
Aspersão	13,1 a	1445 a
Sulcos	13,0 a	1570 a
Inundação	14,2 a	1108 b

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

Portanto, não há evidências de existirem diferenças entre os métodos de irrigação por aspersão e por sulcos, no que diz respeito à produção do feijão-caupi. Mas sim, um pode ser mais adequado do que o outro, dependendo das condições especiais de cada propriedade, considerando-se o grau de restrição e/ou adequação dos principais fatores existentes, conforme exemplo na Tabela 4.

3 - NECESSIDADE DE ÁGUA

Para o manejo adequado, é importante o conhecimento da necessidade de água da cultura, determinada pela taxa de evapotranspiração, que representa a quantidade de água transpirada pela planta mais a água evaporada diretamente pela superfície do solo e da planta numa unidade de tempo (SEDIYAMA, 1996).

Na fase inicial, até os 20 dias após a emergência, a cultura necessita de menos água, sendo que a exigência aumenta durante o período de ramificação à produção de vagens. Entretanto, a fase crítica (de maior demanda por água) vai da floração à formação dos grãos (30 a 50 dias após a germinação). A falta de umidade adequada no solo, neste período, reduz severamente a produtividade de grãos.

Tabela 4 - Adequação/restrições dos métodos de irrigação por aspersão e por sulcos em função de algumas condições de solo e clima.

Métodos de Irrigação	Solo		Clima	
Aspersão convencional	Declividade	B	Velocidade do vento Umidade relativa do ar	D C
	Pedregosidade :	A Obs.: gradiente de declive superior a 30% é problemático.		
	Profundidade	A		
	Infiltração	B		
Retenção de água	B			
Pivô central	Declividade	D	Velocidade do vento Umidade relativa do ar	B B
	Pedregosidade :	B Retenção de água inferior a 0,5 mm cm ⁻¹ de solo é problemático.		
	Profundidade	A		
	Infiltração	B		
Retenção de água	B			
Auto propelido	Declividade	C	Velocidade do vento Umidade relativa do ar	D B
	Pedregosidade :	D		
	Profundidade	A		
	Infiltração	B		
Retenção de água	A			
Sulcos	Declividade	D	Velocidade do vento Umidade relativa do ar	A A
	Pedregosidade :	C		
	Profundidade	A		
	Infiltração	C		
Retenção de água	B			

Fonte: Adaptado de Dourado Neto (1993)

A: não limitante; B: pouco limitante; C: limitante; D: muito limitante

Para as condições da região amazônica a quantidade de água necessária para a cultura pode apresentar variações de 3,0 mm a 7,0 mm de água por dia, dependendo do estágio de desenvolvimento (idade da planta) e da época de plantio. Isso corresponde a uma quantidade de água em torno de 30.000 a 70.000 litros por hectare (área de 100 m x 100 m) por dia.

Lima et al. (2006) estimaram o consumo de água (a evapotranspiração) do feijão-caupi pelo método do balanço hídrico no solo, com o uso da sonda de nêutrons e da reflectometria no domínio do tempo (TDR). Os autores não observaram diferenças significativas na evapotranspiração estimada pelos dois métodos, sendo o valor total de 346,2 mm e 349,4 mm obtidos com a sonda de nêutrons e com os sensores tipo TDR, respectivamente.

Souza et al. (2005) avaliaram o consumo de água pelo feijão-caupi cultivar Setentão, em Fortaleza. Os valores médios do coeficiente

de cultivo (kc) variaram de 0,69 na fase de maturação de grãos a 1,27 na fase de floração. Por sua vez, Andrade Junior et al. (2000), em pesquisas conduzidas no município de Teresina, determinaram o kc para a cultura do feijão-caupi; cujos valores variaram de 0,5 a 1,05, resultando num consumo de água de 430,9 mm durante o ciclo da cultura e produtividade média de grãos de 2.200 kg ha⁻¹.

Nas condições do município de Parnaíba, Bastos et al. (2008) também determinaram o Kc e a produtividade de grãos do feijão-caupi cultivar BR-17 Gurguéia e obtiveram valores de kc de 0,7, nas fases inicial e final do ciclo da cultura, e de 1,12 na fase de frutificação, resultando num consumo médio de água de 416 mm e produtividade média de grãos de 2.130 kg ha⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de Kc para a cultura do feijão-caupi para os municípios de Teresina e Parnaíba (PI).

Fases do ciclo (dias)	Kc Teresina	Kc Parnaíba
0 - 15	0,50	0,70
16 - 44	0,80	0,75 - 1,12
45 - 57	1,05	1,12 - 0,80
58 - 65	0,75	0,70
Média	0,77	0,82
Lâmina de irrigação (mm)	430,9	415,8
Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	2220	2130

Fonte: Adaptado de Andrade Júnior et al. (1993); Bastos et al. (2007).

Na região amazônica, Aguiar et al. (1992) avaliaram o consumo de água do feijão-caupi cultivar Manteiguinha em Bragança-PA com base na variação do teor de umidade do solo, nos estratos de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade. A variação de teor de umidade foi calculada com o auxílio de tensiômetros instalados nas profundidades de 10 e 30 cm, tendo sido consideradas a leitura efetuada 48 horas após cada irrigação e a última leitura efetuada antes da irrigação seguinte. Os valores da evapotranspiração de referência foram obtidos a partir dos dados de evaporação de um tanque classe "A" instalado na área do

experimento. Os resultados indicaram consumo de água de 305,7 mm, para todo o ciclo da cultura, cuja evapotranspiração média foi estimada em 4,43 mm dia⁻¹, com valores mínimos no início e no final do ciclo de 2,24 e 3,20 mm dia⁻¹, respectivamente, enquanto no período de floração/frutificação, atingiu 6,08 mm dia⁻¹. O kc médio para todo o ciclo foi de 0,84, sendo que nos períodos de floração e frutificação, o kc alcançou 1,10 e 1,04, respectivamente.

Em outro estudo com feijão-caupi irrigado por aspersão sob diferentes manejos de água e adubação, Aguiar (1989) obteve maiores rendimentos com uma lâmina de água de 226 mm, enquanto a lâmina maior (315 mm) proporcionou rendimentos menores, devido à redução na porosidade do solo livre de água.

Estas diferenças podem ser explicadas pelas características das cultivares avaliadas bem como pelas diferentes condições de clima (umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura, etc.), ocorrentes durante a execução dos experimentos nas diferentes regiões estudadas.

4 - MANEJO DA ÁGUA

O manejo da água de irrigação compreende um conjunto de procedimentos que devem ser adotados para assegurar o suprimento adequado de água à cultura, durante suas diferentes fases de desenvolvimento, de forma eficiente e econômica, diminuindo as perdas de água e nutrientes, porém sem redução do rendimento. Frequentemente é antieconômico manter a cultura irrigada a um nível de potencial matricial que permita a máxima produtividade fisiológica (FRIZZONE, 1990).

4.1 - PARÂMETROS BÁSICOS

A chave para a eficiência da irrigação está relacionada ao conhecimento da distribuição da água disponível à cultura no perfil do solo e como a água atende às necessidades desse cultivo. Quando se

pretende irrigar uma cultura, deve-se considerar o fornecimento preciso de água a fim de minimizar os impactos ambientais negativos, como riscos de salinização do solo, contaminação dos recursos hídricos, conflitos com outros setores econômicos que também utilizam a água, entre outros (MANTOVANI et al., 2006). Há que se pensar ainda na redução dos custos de energia, como consequência do decréscimo das horas de bombeamento e na expansão da área agrícola irrigada em decorrência da maior disponibilidade deste recurso.

O manejo da irrigação pode ser feito com base nos dados coletados no solo, nas condições atmosféricas locais e por meio de medidas do consumo de água na própria planta. Essa última maneira, embora promissora, ainda está em fase experimental.

Tomando-se como referencial o solo, é importante conhecer sua umidade: limites superiores e inferiores de disponibilidade de água denominados, respectivamente, capacidade de campo (CC) e ponto de murcha (PM) – embora não exista uma definição clara sobre essa conceituação. Bernardo et al. (2006) sugerem que o solo a -10 kPa e a -1.500 kPa esteja em CC e PM, respectivamente.

4.2 - MÉTODOS PARA O MANEJO DA ÁGUA

O manejo da irrigação pode ser feito por diferentes métodos, desde o mais simples (a aparência da planta) até os complexos esquemas de integração dos parâmetros meteorológicos, que envolvem o sistema solo - água - planta - atmosfera. Dentre os diferentes métodos, o uso do tanque Classe A, que mede a evaporação local, e do tensiômetro, que mede o potencial mátrico da água no solo, são os mais aplicados no manejo de água das culturas. Eles são de simples operação, baixo custo e sem muitas limitações, desde que manejados adequadamente, conforme mostrado a seguir:



Figura 2 - Métodos utilizados para o monitoramento da água de irrigação. (A) Tanque Classe A e (B) Tensiômetro. Fotos: W. F. Araújo.

4.2.1 - MÉTODO DO TANQUE CLASSE A

É um método direto de medição da evaporação da água (ECA) e busca correlacionar os valores obtidos com as perdas de água por evapotranspiração (ETc) de áreas cultivadas. É bastante utilizado para o manejo de irrigação em perímetros irrigados.

O tanque Classe A (Figura 2A) é constituído de aço inoxidável ou galvanizado, com 121,9 cm de diâmetro interno e 25,4 cm de profundidade, devendo ser cheio com água até 5 cm da borda superior. Dentro do tanque, há um local onde se faz a leitura do nível de água, que é o poço tranquilizador, e o aparelho utilizado para as medições é chamado de micrômetro de gancho. O tanque é colocado sobre um estrado de madeira de 15 cm de altura, normalmente sobre uma superfície gramada.

Os processos de evaporação da água livre ocorridos no tanque (ECA) e a evapotranspiração da cultura (ETc) são semelhantes apenas nos seus aspectos físicos, devendo ser considerados dois coeficientes para relacioná-los: Kp (coeficiente do tanque) e Kc (coeficiente da cultura). Para converter ECA em Etc, utiliza-se a equação: $ETc = ECA \times Kp \times Kc$ Onde: ETc = Evapotranspiração da cultura num determinado dia após a germinação (mm); ECA = Evaporação do Tanque observada no intervalo de tempo (mm); Kp = Coeficiente de tanque adimensional; Kc = Coeficiente de cultivo conforme a fase de desenvolvimento da cultura (adimensional).

O coeficiente de tanque (K_p) é obtido empiricamente, levando-se em consideração o clima (umidade relativa e velocidade do vento), a condição do solo onde o tanque está colocado e sua extensão, conforme mostrado na Tabela 1.

O coeficiente de cultivo (K_c) expressa a demanda de água da planta em função do seu estágio de desenvolvimento. Conforme Andrade Junior et al (2000), a cultura do feijão-caupi apresenta os seguintes coeficientes de cultivo:

- 1ª fase - da sementeira até o início do crescimento das ramas ($K_c = 0,5$);
- 2ª fase - início do crescimento das ramas até o florescimento ($k_c = 0,8$);
- 3ª fase - florescimento até início do amadurecimento dos grãos ($k_c = 1,05$);
- 4ª fase - do início do amadurecimento dos grãos até a colheita ($k_c = 0,75$).

Para exemplificar o cálculo da taxa de evapotranspiração diária de uma cultura (ET_c), considerar-se-á uma lavoura de feijão-caupi no início do florescimento ($K_c = 1,05$) situada em uma região com velocidade do vento moderada (175 a 425 km dia⁻¹), umidade relativa do ar superior a 70% e evaporação diária observada no tanque Classe A (ECA) igual a $7,0$ mm, sendo esse instalado sob solo descoberto ($K_p = 0,8$).

Assim, para calcular a lâmina evapotranspirada, utiliza-se a fórmula mencionada anteriormente, ficando, portanto: $ET_c = 7,0$ mm (ECA) $\times 0,8$ (K_p) $\times 1,05$ (K_c) = $5,88$ mm.

No caso da cultura ser irrigada por sulcos fechados com eficiência de irrigação de aproximadamente 50%, a lâmina de água necessária por irrigação (lâmina bruta de água – LB) para atender 100% da demanda da cultura pode ser calculada conforme segue: $LB = (\text{Evapotranspiração da cultura} \div \text{eficiência de irrigação}) \times 100$. Logo, $LB = (5,88 \div 0,5) \times 100 = 11,76$ mm dia⁻¹, o que corresponde a um volume de 117.600 L ha⁻¹ de água dia⁻¹.

4.2.1.1 - VANTAGENS

- baixo custo de aquisição do equipamento e operacionalização, principalmente quando se usa o método de irrigação por aspersão;
- facilidade de instalação e operacionalização;
- utilizável em grandes áreas;
- não há restrições a qualquer tipo de solo e cultura;
- os dados podem ser estimados por informações de pesquisa.

4.2.1.2 - LIMITAÇÕES

- utiliza-se modelo estatístico (com erro de estimativa associado);
- os valores de K_c podem estar sub ou superestimados;
- despreza a ascensão capilar;
- é susceptível a erro provocado pela ação de animais que podem beber água no tanque;
- exige o abastecimento frequente em áreas com altas taxas de evaporação e, também, lavagem do tanque pelo menos uma vez por mês;
- durante o período chuvoso, há a adição de água no tanque, tornando-se necessária a subtração da precipitação ocorrida no período.

4.2.2 - MÉTODO DO TENSÍMETRO

Dentre os métodos utilizados para o controle da irrigação, o baseado na tensão da água no solo determinado por tensiômetro (Figura 2B) é o mais racional, pois determina o momento oportuno da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada conforme a necessidade da cultura.

Para isso, utilizam-se duas baterias de tensiômetros, constituídos por duas unidades instaladas nas profundidades de 10 e 25 cm próximos ao sistema radicular das plantas. No caso da irrigação por sulcos, estas baterias devem ser instaladas uma no início e a outra no final dos sulcos de irrigação e, para os demais sistemas de irrigação,

instala-se uma bateria na parte mais alta e a outra na parte mais baixa do terreno, num local de fácil acesso.

4.2.2.1 - VANTAGENS

- é adequado para o controle de irrigação;
- fácil instalação e operação;
- custo relativamente baixo;
- método amplamente difundido;
- facilita automação do sistema de irrigação.

4.2.2.2 - LIMITAÇÕES

- podem se quebrar facilmente, durante sua instalação e remoção;
- variabilidade do tempo de resposta das cápsulas.

Gondim et al. (2000) conduziram um experimento com manejo da irrigação por aspersão para o feijão-caupi (cultivar João Paulo II), utilizando o tensiômetro de mercúrio, o Tanque Classe A e a equação de Hargreaves. Os autores observaram uma economia de água com o manejo pelo tensiômetro, de 28% e 23%, em relação aos manejos pelo Tanque classe A e pela equação de Hargreaves, respectivamente. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas de produtividade de grãos entre os diferentes manejos. Para o feijão-caupi, o potencial mátrico máximo, no qual a cultura respondeu com rendimento ótimo, situou-se em torno de - 0,04 MPa, medido a 0,15m de profundidade.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura do feijão-caupi pode ser irrigada por qualquer sistema, proporcionando até duas safras por ano em determinados Estados da Região Amazônica, como por exemplo, Roraima. Entretanto, na Amazônia, a irrigação ainda não se constitui uma prática plenamente adotada para a cultura.

De modo geral, considera-se que o feijão-caupi adapta-se tanto ao sistema de irrigação por aspersão quanto por sulcos. O sistema de aspersão mais utilizado é o pivô central, que é adequado para grandes áreas, de relevo plano, exigindo pouca mão-de-obra, mas com elevado custo inicial de investimento. Por outro lado, a irrigação por sulcos é mais adequada para pequenas áreas, especialmente devido ao baixo investimento inicial, sendo, no entanto, exigente em água e mão-de-obra.

É importante salientar que, independentemente do sistema de irrigação utilizado, o manejo da água de irrigação representa um fator chave para o sucesso da lavoura, pois a mesma deve ser fornecida no momento oportuno e na quantidade adequada para os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. Para isto, os métodos mais simples e utilizados são o tanque Classe A e o tensiômetro.

Finalmente, vale destacar que na Amazônia o chamado cultivo de vazante (ver Capítulo 2, item "Cultivo de Feijão-Caupi em Várzeas ou Praias"), constitui-se em uma prática frequentemente adotada visando ao aproveitamento da água armazenada no solo para as culturas. Esta prática permite o plantio do feijão-caupi durante o período seco do ano, nas várzeas dos rios e/ou igarapés, que são inundadas durante a época chuvosa e vão sendo descobertas progressivamente ao longo do ano.

Tal prática representa uma alternativa principalmente para pequenos produtores de feijão-caupi, tendo em vista a adaptação da cultura a essa condição de cultivo; pois a planta apresenta baixa exigência em solo, ciclo curto (60 a 80 dias) e baixa demanda por água, proporcionando produtividade média de grãos acima 1.000 kg ha^{-1} (MOLLE; CADIER, 1992).

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, J. V. **Determinação do consumo de água e da função de produção do caupi irrigado no Município de Bragança – Pará.** 1989. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.
- AGUIAR, J. V.; LEMOS, J. de J. S. Produção de caupi irrigado em Bragança, Pará. **R. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 30, n.3, p.239-252, 1992.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; BASTOS, E. A. Irrigação. In: Cardoso, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.127-154. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).
- BASTOS, E. A.; FERREIRA, V. B.; SILVA, C. R. da; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no vale do Gurguéia-PI. **Irriga**, Botucatu, v. 13, p.182-190, 2008.
- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** Viçosa: Editora UFV, 2006. 625 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento brasileiro da safra de grãos 2007/2008: décimo primeiro levantamento.** 2008a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 25 jul. 2008a.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento brasileiro da safra de grãos 2007/2008: décimo segundo levantamento, set.** 2008b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 out. 2008b.
- FANCELLI E, A. L.; DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado: Estratégia Básica de manejo.** Piracicaba: Publique. 1999. 194 p.
- FRIZZONE, J. A. **Controle de irrigação.** Piracicaba: ESALQ / Departamento de Engenharia Rural. 1990. 25 p. (Notas de aula).
- FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência.** Piracicaba: ESALQ, 1992. 53 p.

FRIZZONE, J. A.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; HELBEL JUNIOR, G. Produtividade do feijoeiro sob diferentes uniformidades de distribuição de água na superfície e na subsuperfície do solo. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 21, n.2, p. 414-425. 2007.

GONDIM, R. S.; AGUIAR, J. V.; COSTA, R. N. T. Estratégias de manejo de água em caupi irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.14-18, 2000.

LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; ANDRADE, A. P.; SOUZA, C.; SOARES, W. A.; SOUZA, E. S.; SILVA, I. F. Comparação da sonda de nêutrons e de sensores tipo TDR para a determinação dos componentes do balanço hídrico no solo e evapotranspiração do feijão caupi. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.27, n.1, p.21-29, 2006.

MANTOVANI, E. C; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos**. Viçosa: Ed. Viçosa; Ed. UFV, 2006. 318 p.

MEDEIROS, R. D. de; ARAÚJO, W. F.; COSTA, M. C. Efeito de sistemas de preparo do solo e métodos de irrigação sobre a cultura do caupi em várzeas em Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9. n. 2. p. 205-209, 2005.

MOLLE, F; CADIER, E. **Manual do pequeno açude**. Recife: SUDENE-DPG-DPP-APR, 1992. 511 p.

PIMENTEL, G. B. M.; CHAVES, R. S. Produtividade do caupi sob diferentes sistemas de manejo de um solo de várzea do médio Amazonas Paraense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.1, p.135-8, 1993.

ROCHEDO, P. R. C.; SHUCH, L. O. B.; ZONTA, E. P.; VERNETTI JÚNIOR., F. J. Competição de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob dois métodos de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1998. p.11-21.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. i-xii, 1996.

SOUZA, M. S. M.; BIZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na Região Litorânea do Ceará. *Irriga*, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 241-248, 2005.

WITHERS, B.; VIPOND, S. *Irrigação: Projeto e Prática*. São Paulo: E.P.U., 1977. 339 p.

ZAFFARONI, E.; BARROS, H. H. DE; NOBREGA, J. A. M.; LACERDA, J. T. de; SOUZA JUNIOR, V. E. de. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agronômicas de milho e feijão no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 15, n.1, p. 187-9, 1991.



30.19853

CAPÍTULO 10

COLHEITA E ARMAZENAMENTO DE GRÃOS E SEMENTES

Oscar José Smiderle

José Tadeu de Souza Marinho

José Ricardo Pupo Gonçalves

José Roberto Vieira Junior

1 - INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é cultivado por meio da utilização de sementes, de variadas formas, com a qualidade das mesmas influenciando no adequado estabelecimento da lavoura. Assim, é importante que as sementes sejam colhidas com rapidez após a maturidade fisiológica, evitando a redução de qualidade no campo. Após a colheita há necessidade de limpeza e, posteriormente, armazenamento até o momento de sua utilização para novo cultivo ou para consumo humano.

É importante que a colheita de grãos e sementes de feijão-caupi seja realizada no momento correto, para evitar reduções de qualidade do produto final devido às intempéries que porventura possam ocorrer após o ponto ideal de colheita. Além disso, deve ser feita de forma a não provocar danos às sementes ou grãos colhidos, preservando a qualidade física do produto.

Da mesma forma, o armazenamento é de suma importância para garantir a manutenção da qualidade do material colhido, uma vez que a semente é um ser vivo e, mesmo depois da colheita, continua respirando, necessitando de condições favoráveis para que essa respiração seja a menor possível, não prejudicando a preservação da

qualidade durante o tempo de armazenamento. A respiração ocorre devido à queima de energia por parte da semente, o que reduz suas reservas. Entre os fatores que influenciam na respiração das sementes mais se destacam o impacto físico, temperatura e umidade no armazenamento. Todo o trabalho cuidadoso e técnico realizado para o beneficiamento e controle de qualidade é perdido quando o transporte e o armazenamento não são realizados igualmente com os cuidados essenciais. Sendo assim, devem-se buscar condições de manuseio, transporte e, principalmente, armazenamento que favoreçam a redução dessa respiração.

O armazenamento em condições impróprias contribui para a redução da qualidade do produto, afetando o estabelecimento da cultura na safra seguinte, quando se tratar de sementes, e resultará em menor produção, além de valor comercial inferior do produto.

Em face do exposto, neste capítulo serão destacados os aspectos técnicos da colheita e do armazenamento de grãos e sementes do feijão-caupi, enfatizando-se práticas e pesquisas desenvolvidas na região amazônica.

2 - IMPORTÂNCIA DA SEMENTE PARA O HOMEM

As sementes apresentam destacada importância para o homem em vários aspectos, como:

2.1 - Mecanismo de perpetuação da espécie: a semente é o óvulo fecundado, representando o início e o final de uma geração, com a função de dispersão e sobrevivência das espécies vegetais. Sementes formadas são dispersas e vão germinar ou formar bancos de sementes. A perpetuação e a disseminação de espécies vegetais devem-se à: a) capacidade de distribuir a germinação no tempo, pelos mecanismos de retardamento do início da germinação (dormência e outros) que permitam a germinação das sementes em ambiente adequado para o desenvolvimento e estabelecimento das plântulas; b) capacidade de

distribuir a germinação no espaço, pelos mecanismos de dispersão (pelos, espinhos, asas, e outros apêndices) e seus vetores (homem, pássaros, insetos, vento e outros), associados a mecanismos de retardamento do início da germinação. Características estas responsáveis pela diversidade vegetal existente no planeta. A função primordial da semente é a garantia da sobrevivência da espécie. Cerca de 70% dentre as mais de 350.000 espécies de plantas conhecidas propagam-se por sementes (POPINIGIS, 1985).

2.2 - Como elemento modificador da história do homem: nos primórdios da civilização, o homem se alimentava principalmente de animais obtidos através da caça e de grãos obtidos de maneira extrativista. As dificuldades de deslocamento, advindas do aumento da população, obrigaram o homem a estabelecer bases. Em determinada época, ele percebeu a relação “semente - planta - semente”, o que provocou profundas modificações em seus hábitos. Abandonou, então, seu hábito nômade e passou a ter vida sedentária, uma vez que era necessária a sua presença para proteger as culturas de seus inimigos naturais, como pragas, plantas-daninhas e outros. Isto provocou seu agrupamento em comunidades, vindo a originar as diferentes civilizações (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A semente possibilita a propagação de espécies de interesse econômico (é o modo mais prático, seguro e econômico de se preservar, transportar e propagar espécies); apresenta estreita relação com o rendimento das culturas (representa a transferência de tecnologia da pesquisa para o agricultor); é útil no melhoramento genético (forma mais fácil e eficiente de se obter variabilidade genética); e permite a fácil e rápida distribuição das cultivares desenvolvidas no melhoramento por meio do uso de sementes melhoradas. Considerando que a semente é instrumento de transferência de tecnologia da pesquisa ao campo, pode-se inferir que o desenvolvimento da agricultura depende, em grande parte, da utilização de sementes melhoradas.

2.3 - Como alimento: provendo sustento ao homem. O tecido de reserva da semente é, geralmente, rico em carboidratos, lipídios e proteínas, sendo que, comumente, predomina uma delas para cada espécie vegetal, as quais denominamos por amiláceas, oleaginosas ou protéicas. Grãos ricos em amido são de fácil transformação em alimento, sendo que as espécies de gramíneas, normalmente ricas em amido, constituíram a base da alimentação de todas as civilizações do mundo. O trigo, nas antigas civilizações da Mesopotâmia e do Nilo e, posteriormente, naquelas que se desenvolveram na Europa; o arroz nas civilizações asiáticas; o sorgo na África e o milho nas Américas. As leguminosas servem geralmente como fonte de lipídeos e de proteínas. Estes dois grupos de plantas (cereais e leguminosas) constituem-se na base alimentar da humanidade, com a participação na alimentação variando de acordo com o grau de desenvolvimento de cada sociedade. Assim, países desenvolvidos as utilizam em cerca de 35% em suas dietas, enquanto que nos subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, esta participação sobe para 65% a 75% (KOZLOWSKI; GUNN, 1972).

2.4 - Material de pesquisa: inúmeros trabalhos de pesquisa têm sido realizados utilizando sementes. A semente tem vital importância na pesquisa agrícola devido às suas várias características, sendo considerada a mais importante a capacidade de retomada do crescimento, resultando em uma nova planta. Assume importante papel devido ainda à sua forma e tamanho (manuseio e armazenamento); à sua característica de perder água, possibilitando sua conservação para uso quando necessário e no momento adequado; e à simplicidade de suas estruturas associada à velocidade de seu metabolismo, possibilitando resultados de estudos rápidos comparativamente à planta. Como exemplo, pode ser citado o uso da semente em aspectos do melhoramento genético da cana-de-açúcar, uma espécie comumente propagada vegetativamente.

2.5 - Como vetor de pragas, doenças e plantas daninhas: as sementes também são veículos eficientes de disseminação de pragas e

doenças de uma região para outra, ou para áreas ainda não infestadas. Além disso, os mesmos mecanismos que favorecem a perpetuação e dispersão de espécies de interesse do homem, também atuam em espécies indesejáveis, como as plantas daninhas, por exemplo, propagadas e disseminadas de modo eficiente juntamente com as sementes da cultura de interesse.

3 - COLHEITA

A operação de colheita objetiva retirar do campo o produto desejado nas melhores condições possíveis. A colheita deve ser realizada no momento adequado, de modo rápido, eficiente e planejado para evitar perdas e danos (CAMPOS et al., 2000). Desde o planejamento da implantação da cultura, deve-se ter clareza sobre a disponibilidade de máquinas, depósitos, sacarias e mão-de-obra necessários à colheita. É importante conhecer o ciclo da cultivar para prever a época da colheita e buscar, também, períodos de menor incidência de chuvas, suficientes para o desenvolvimento da cultura sem afetar, porém, a qualidade final do produto colhido.

O zigoto, por ocasião da fertilização, alcança umidade ao redor de 80%. Após este período, a umidade aumenta ou se mantém aproximadamente a mesma por alguns dias e decresce à medida que a semente se desenvolve, atingindo o ponto de maturidade fisiológica (momento em que se desliga fisiologicamente da planta-mãe), com teor de água entre 40 e 50%. A partir deste estágio, apenas o meio em que ela se encontra interferirá na sua umidade, sendo que, em condições ambientais favoráveis, o teor de água na maturidade fisiológica é reduzido para 18 a 15% em apenas uma semana (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Já com precipitações pluviais prolongadas e alta umidade relativa do ar, ocorrerão hidratações e desidratações nas sementes, retardando o processo de secagem natural.

O ponto de maturidade fisiológica (PMF) é o ideal para a colheita, uma vez que a semente já acumulou o máximo de matéria seca e ainda não foi prejudicada pelas condições ambientais adversas que podem ocorrer após essa fase. Entretanto, a alta umidade da semente e da própria planta, associada ao grande número de folhas e talos verdes, podem inviabilizar a colheita mecânica. Além disso, supondo possível a colheita mecanizada, a percentagem de umidade da semente ainda é muito alta. Com colheita realizada nesse ponto, há necessidade de secagem artificial, o que implica em aumento nos custos.

No PMF, a semente se desliga fisiologicamente da planta-mãe e passa a sofrer influência das condições ambientais. Devido à sua estrutura e composição química (proteína, carboidrato e lipídios) as sementes são muito sensíveis, com maiores possibilidades de sofrerem reduções nos atributos tecnológicos e fisiológicos.

Assim, é recomendável que as sementes apresentem teor de água compatível com o método de colheita a ser empregado. Na colheita mecanizada, o ideal é entre 16 a 13%, faixa de maior segurança para minimizar danos mecânicos provocados pelo processo de colheita. Sementes mais úmidas, quando colhidas mecanicamente, poderão sofrer danos não visíveis, por amassamento, e quando muito secas, abaixo de 13 - 12%, por trincamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Portanto, o conhecimento das modificações no grau de umidade das sementes durante a maturação é importante no planejamento da colheita, que envolve desde equipamento compatível com a umidade da semente até a estrutura de secagem (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A aplicação de dessecantes pode antecipar a colheita de sementes, propiciando ainda a liberação da área para outras culturas (LACERDA et al., 2001). Com esse procedimento, reduzem-se também as possibilidades de perdas em função do armazenamento no campo. Cuidados devem ser tomados, pois determinados herbicidas dessecantes são fitotóxicos, sendo mais utilizados em áreas de produção de sementes, com ressalvas para utilização em grãos.

A utilização de produtos que paralisam de imediato o desenvolvimento das plantas deve ser feita somente após a completa maturidade fisiológica, e produtos sistêmicos, que são mais lentos, podem ser aplicados um pouco antes. No entanto, estes podem afetar a qualidade fisiológica das sementes para o próximo cultivo.

O uso de substâncias dessecantes, por promover a queda antecipada das folhas e favorecer a perda de água pelas sementes sem redução de sua massa de matéria-seca, é uma das alternativas que possibilita a colheita em época mais próxima à maturidade fisiológica, geralmente dispensando a secagem artificial, dependendo das condições ambientais presentes. Esta técnica permite redução de perdas decorrentes da exposição das sementes às condições climáticas adversas, possibilita uniformidade de secagem das plantas, redução da incidência de insetos e doenças, aumento do rendimento da colhedora e obtenção de sementes mais limpas (SMIDERLE, 2002).

No entanto, alguns problemas decorrem desta prática, como a redução do poder germinativo e do vigor das sementes ou, até mesmo, a diminuição da produção, se o produto for aplicado antes do ponto de maturidade fisiológica. Nesse sentido, o uso de produtos de contato, três a quatro semanas antes da colheita pode ser prejudicial à produção, enquanto que a aplicação de produto sistêmico, de ação mais lenta, permite a continuação do desenvolvimento das sementes, porém, sua provável translocação para as sementes pode prejudicar sua qualidade fisiológica (SMIDERLE, 2002).

A utilização de dessecantes, portanto, não é prática recomendável como rotina, pois, além dos problemas citados anteriormente, acarreta aumento nos custos de produção e, caso o lote seja descartado como semente, sua utilização imediata como grãos fica limitada pela provável presença de resíduos do produto aplicado.

Materiais de feijão-caupi de porte ereto apresentam boa uniformidade na maturação das sementes, enquanto na maioria dos

materiais prostrados a maturação, assim como a emissão de vagens, é escalonada (contínua). Esta característica torna praticamente obrigatória que a colheita seja manual e parcelada. Essa ocorrência torna o processo de colheita do feijão-caupi prostrado demorado, trabalhoso e viável apenas para áreas reduzidas, pois em grandes áreas haveria necessidade de muita mão-de-obra.

A ocorrência de chuvas na época de maturação de vagens deprecia rapidamente a qualidade física dos grãos colhidos e provoca a redução da qualidade fisiológica das sementes. Esse quadro é agravado se as chuvas perdurarem por vários dias consecutivos.

Pesquisas mostram resultados do efeito prejudicial do impacto ou manuseio inadequado na qualidade da semente, causando, como consequência, menor armazenabilidade (MOORE, 1974; COUTINHO, 1984; POPINIGIS, 1985; ANDRADE et al., 1998; ANDRADE et al., 1999; MARTINS NETO et al., 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; SOUZA et al., 2002).

O impacto provoca rachaduras no tegumento, camada externa da semente, permitindo a entrada de microrganismos, nem sempre provocando a morte, mas, frequentemente, a redução no vigor das plântulas.

O feijão-caupi, tradicionalmente, é colhido manualmente, vagem por vagem, e debulhado por meio de bateção. Esse processo está restrito às pequenas propriedades e à pesquisa. Nas médias e grandes propriedades, há uma diversificada combinação de práticas que agilizam a colheita e o beneficiamento do feijão-caupi. Dentre as combinações podem-se destacar:

- a) Colheita manual e debulha mecânica através de trilhadora estacionária;
- b) Arranquio e amontoa manual das plantas e debulha mecânica através de trilhadora acoplada a trator;
- c) Corte e amontoa manual das plantas e debulha mecânica através de trilhadora acoplada a trator;

- d) Arranquio ou corte e enleiramento manual das plantas e recolhimento e debulha através de trilhadora-recolhedora;
- e) Aplicação de dessecante e colheita e debulha através de colheitadora.

3.1 - PERDAS ANTES E DURANTE A COLHEITA MECANIZADA

A perda de grãos antes e durante a operação de colheita é frequente, mas é necessário constatar as causas e proceder aos ajustes necessários a fim de reduzi-las a um mínimo tolerável. As perdas podem ocorrer por uma série de fatores, tais como:

- a) Condições do terreno: ondulações na superfície do terreno, oriundas do preparo inadequado do solo, provocam oscilações na barra de corte da colhedora, causando um corte desuniforme, com muitas vagens sendo deixadas no campo; além disso, a topografia (declividade acentuada, áreas muito acidentadas) pode limitar a colheita mecânica;
- b) Época de semeadura: o cultivo muito cedo pode determinar que a colheita ocorra em período de precipitação pluvial elevada, o que pode comprometer a qualidade final do produto colhido, tanto para semente como para grão. Já o cultivo tardio pode acarretar que o final do ciclo da cultura ocorra na época com deficiência hídrica, prejudicando o enchimento dos grãos e reduzindo a produção;
- c) Espaçamento e densidade: espaçamento menor ou densidade de semeadura muita acima do recomendado podem causar acamamento em materiais de porte ereto. Assim sendo, as vagens podem deixar de ser colhidas pela plataforma da colhedora, aumentando as perdas. Além disso, o contato da vagem com o solo aumenta a proporção de grãos deteriorados, reduzindo a qualidade do produto colhido e, conseqüentemente, seu valor comercial;

d) Cultivares: características como índice de acamamento, posição das vagens em relação à folhagem da planta, incidência de haste verde ou retenção foliar prejudicam a colheita, aumentando as perdas;

e) Plantas daninhas: na época da colheita, a presença de quantidade elevada de plantas daninhas com sementes dificulta essa operação, além de manter mais alta a umidade das sementes da cultura e exigir maior velocidade de trilha, resultando em maior percentual de danos mecânicos;

f) Retardamento da colheita: expõe a cultura à infestação de pragas e aumenta o risco de ocorrência de chuvas após o ponto de maturidade fisiológica, comprometendo a qualidade do produto final;

g) Umidade da semente: como mencionado anteriormente, a colheita fora da faixa de umidade recomendada tende a aumentar os danos mecânicos nas sementes. Umidades baixas podem aumentar os danos imediatos, enquanto umidade elevada pode também significar presença de material vegetativo muito úmido, levando ao embuchamento da colhedora.

h) Regulagem e condução da colhedora: para que haja um eficiente trabalho de colheita, é preciso fazer os ajustes necessários na debulha, separação e limpeza. As perdas na colheita atingem valores consideráveis para as culturas de tradição do agronegócio. São devidas, principalmente, à regulagem incorreta da máquina (70%), seguida do manejo inadequado (30%) (SMIDERLE, 2003).

A colheita mecanizada se dá por meio de ações combinadas, que incluem corte, debulha (através do cilindro giratório), separação da palha (através do saca-palhas) e limpeza dos grãos (através de máquinas de ventiladores e peneiras).

Na colheita, etapa da produção de sementes, são destacados três problemas: momento inadequado da colheita (redução na qualidade fisiológica das sementes); danos mecânicos e mistura varietal.

3.1.1. MOMENTO DE COLHEITA

O feijão-caupi é uma das espécies cujas sementes, devido à sua estrutura e composição química, são sensíveis aos efeitos das condições ambientais durante o processo de maturação e após a maturidade fisiológica. Sendo assim, a partir do ponto de maturidade fisiológica, a qualidade da semente irá decrescer em consequência de processos deteriorativos (FRANÇA NETO, 1984), portanto, quanto maior o retardamento da colheita, após este ponto, maior a probabilidade da ocorrência de redução da qualidade das sementes, em função de variações nas condições ambientais, principalmente pela alternância de dias chuvosos e secos.

Nas cultivares da classe cores, subclasses mulato e sempre-verde, a redução de qualidade ocorre devido ao escurecimento do tegumento, que reduz o valor comercial do produto. Desse modo, o produtor deve se preparar para realizar a colheita, cuidando, com antecedência, de máquinas, equipamentos, sacaria e depósito para armazenar o produto.

3.1.2. DANOS MECÂNICOS

Os danos mecânicos estão entre os principais problemas que afetam a qualidade fisiológica das sementes, sendo influenciados pela umidade das sementes e por características da colhedora.

Os menores percentuais de dano mecânico ocorrem nas sementes que são colhidas com umidade na faixa de 16 a 13%. O percentual de sementes trincadas e quebradas aumenta se o teor de água estiver abaixo de 12%, e os danos por amassamento aumentam se o teor de água estiver acima de 16%.

Devido a sua importância, os danos mecânicos ocorridos durante a colheita devem ser monitorados, sendo um bom indicador o teste de hipoclorito de sódio ou mesmo a imersão em água. O teste revela a ocorrência e a incidência de danos mecânicos, permitindo os ajustes necessários na colhedora (velocidade do cilindro batedor e abertura do côncavo), bem como a decisão do destino do lote colhido, pois, se o índice de dano mecânico ultrapassar 10% neste teste, não se recomenda a utilização para semente (VAUGHAN, 1982; SMIDERLE, 2003).

3.1.3. MISTURA MECÂNICA NA OPERAÇÃO DE COLHEITA

A colheita pode ser uma importante fonte de mistura mecânica, por isso os seguintes procedimentos devem ser considerados:

- a) isolamento mínimo entre campos de sementes de diferentes cultivares, para não permitir as misturas varietais e possibilitar as operações de manobra da colhedora;
- b) limpeza adequada da colhedora para evitar contaminações, especialmente na troca de cultivar ou de espécie, com sementes de colheitas anteriores. Outro cuidado importante é, logo após a colheita, embalar as sementes em sacaria nova, identificando a cultivar, o nome do produtor e demais informações necessárias.

4 - BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

Um procedimento importante a ser realizado após a colheita é o beneficiamento de sementes (entendido como o conjunto de operações sequenciais, pós-recebimento na unidade de beneficiamento de sementes (UBS) e pré-armazenamento), que visa ressaltar as características de lotes, preparando-os para a comercialização. Na colheita tanto manual quanto mecanizada de um campo de produção de sementes, normalmente, não há possibilidade de se obter sementes prontas para ofertar aos agricultores.

O beneficiamento das sementes é indispensável para realçar a qualidade obtida desde o início do processo até a comercialização (SILVEIRA; VIEIRA, 1982).

As sementes de feijão-caupi recém-colhidas, normalmente, apresentam teor de água elevado, fator que mais afeta a redução de poder germinativo e vigor no armazenamento. As sementes, por serem higroscópicas, entram em equilíbrio com o ambiente, absorvendo ou perdendo umidade. Outro fator importante é a velocidade respiratória, que é aumentada com a elevação do teor de água. Na respiração, a semente libera calor e ocasiona aquecimento, utilizando as reservas nutritivas, liberando subprodutos orgânicos e água, o que favorece o desenvolvimento de fungos e bactérias.

A secagem, seja natural ou artificial, é fundamental para evitar tais problemas. A natural é a mais utilizada pelos pequenos agricultores e consiste simplesmente na utilização da energia solar e do vento para provocar a secagem das sementes, que são distribuídas em finas camadas (10 cm), sobre uma superfície cimentada ou lona, durante 3 a 6 dias, tempo suficiente para reduzir a umidade para níveis entre 12% a 10%. Durante o período de exposição ao sol ou à sombra (em locais ou horários excessivamente quentes), as sementes precisam ser revolvidas frequentemente para facilitar e acelerar a secagem e impedir que sofram aquecimento excessivo, especialmente em locais ou épocas mais quentes.

Na secagem artificial são utilizados secadores mecânicos que submetem as sementes à ação de uma massa de ar aquecido, a temperatura não superior a 40°C, variável com a umidade das sementes, por 1 a 3 dias, em secador estacionário (silo secador) ou até 60°C, em secador intermitente. O tempo de secagem é importante, porque se a secagem for muito rápida poderá ocasionar trincamento do tegumento e danos às sementes tendo em vista que as partes externas encolhem mais rapidamente do que as internas. Por outro lado, se a

secagem for muito lenta, poderá causar retardamento de secagem e favorecerá o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais às sementes. Os secadores precisam estar limpos e inspecionados antes da entrada de novas sementes para evitar misturas mecânicas.

Nas unidades de beneficiamento, as sementes geralmente passam pela operação de limpeza na máquina de ar e peneiras seguida da mesa densimétrica. Após a limpeza, as sementes, classificadas ou não, são submetidas ao tratamento com fumigantes para o controle do caruncho (*Callosobruchus maculatus*).

5 – ARMAZENAMENTO

O armazenamento começa na maturidade fisiológica, quando a semente se desliga fisiologicamente da planta-mãe, mas continua no campo. No entanto, nessa fase não há muito que se fazer para proporcionar condições adequadas de armazenamento, uma vez que as sementes estão expostas às condições ambientais. Somente após a colheita e o beneficiamento é possível proporcionar condições adequadas para o armazenamento.

Os dois principais fatores a serem considerados para o adequado armazenamento são a umidade da semente e a temperatura. O controle da temperatura no armazenamento, através de monitoramento com termômetro de máxima e mínima é um procedimento importante que auxilia a preservação da qualidade das sementes. Ambiente com temperatura abaixo de 20°C reduz a respiração, bem como a deterioração das sementes.

Mesmo após o processo de secagem, as sementes, em contato com o ambiente, apresentam variações de umidade, absorvendo ou liberando água para o ar, buscando o equilíbrio higroscópico. Portanto, se as sementes ficarem armazenadas em embalagens permeáveis em um ambiente cuja umidade relativa do ar oscila estarão também sujeitas a esta variação, resultando em redução de qualidade.

Uma vez armazenadas, as sementes permanecem assim até a ocasião apropriada para a comercialização ou processamento posterior, de acordo com a demanda do mercado. Durante o armazenamento espera-se que seja conservada a qualidade inicial das sementes.

A partir do ponto de maturidade fisiológica a qualidade da semente começa a declinar, com intensidade variável em função das condições de manejo antes, durante e após a colheita. O processo de deterioração envolve uma série de transformações, principalmente fisiológicas, bioquímicas e físicas, que ocorrem de modo progressivo. É objetivo do armazenamento, portanto, que a redução da qualidade das sementes de um lote seja a menor possível. O principal motivo para armazenar as sementes é preservar a qualidade fisiológica ou tornar mínima a sua taxa de deterioração, já que as melhores condições de armazenamento apenas podem manter a qualidade da semente inalterada, mas nunca melhorá-la.

O armazenamento permite que a semente seja conservada pelo período compreendido entre a colheita e a semeadura da lavoura subsequente e possibilita a regulação do mercado, uma vez que viabiliza a manutenção de uma quantidade de material suficiente para suprir a demanda em épocas em que haja escassez ou produção insuficiente de sementes (PELEGRINI, 1982).

Conhecimentos básicos sobre a fisiologia das sementes e dos fatores que afetam seu comportamento antes e durante o período de conservação são necessários. As sementes podem sofrer alterações químicas, respirar com alta intensidade, provocando aquecimento da massa e consumo de reservas, e podem ser infestadas por insetos e microrganismos patogênicos.

O período de armazenamento é dependente de uma série de fatores ligados às sementes, além das características inerentes ao armazém, como: longevidade das sementes; qualidade inicial; condições climáticas adversas durante a maturação; fatores adversos

na pré-colheita (após a maturidade fisiológica) e grau de maturação na colheita (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os problemas no armazenamento ocorrem em menor ou maior intensidade em função da umidade do lote de sementes. Portanto, a principal preocupação no armazenamento de sementes de leguminosas são as oscilações de temperatura e de umidade das sementes (variável com a umidade relativa do ar, se acondicionadas em embalagem permeável), visto ser a semente um material higroscópico. A associação de umidade relativa do ar de 60-70% e temperatura não superior a 20°C assegura uma adequada condição de armazenamento, pois a umidade da semente de feijão *Vigna* equilibrar-se-á em torno de 12%. Nestas condições, mesmo que presentes, os fungos de armazenamento (*Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp.) estarão inativados (MARCOS FILHO, 1986).

O potencial de armazenamento da semente é influenciado pelas seguintes condições:

- a) estágio de maturação: sementes completamente maduras conservam-se melhor que as imaturas;
- b) secagem adequada (artificial ou natural);
- c) danificações mecânicas na operação de trilha/ limpeza;
- d) sanidade (contaminação por microrganismos);
- e) beneficiamento: materiais verdes e sementes danificadas constituem-se em focos de proliferação de microrganismos e fontes de aquecimento do lote, pela maior taxa respiratória;
- f) infestação por insetos ainda no campo, funcionando como fonte de inóculo para o armazém.

Durante o armazenamento é importante o monitoramento do processo de conservação, para verificação de mudanças nas características de qualidade dos grãos ou sementes. Esta qualidade pode variar inclusive em função do tipo de armazenamento a que estão submetidas as sementes.

Os níveis de danos nas sementes dependem das condições em que se encontram no início da armazenagem e do controle dos fatores ambientais nessa fase (POPINIGIS, 1988).

No momento do armazenamento devem ser observadas condições mínimas para tal prática, como a umidade inicial, impurezas, contaminações por pragas, embalagens, dentre os cuidados indispensáveis ao sucesso na manutenção da qualidade das sementes/grãos da colheita até o período de comercialização ou semeadura subsequente.

O armazenamento de sementes/grãos do feijão-caupi para o consumo, venda ou semeadura, depois de selecionadas e padronizadas, pode ser feito em recipientes de plástico (tambores, latas, garrafas), de flandres, tubos de zinco, vidro, que devem ficar totalmente vedados, desde que as sementes apresentam teor de água máximo de 9%, para impedir as trocas gasosas ou o desenvolvimento de insetos (caruncho). Segundo Oliveira (1981), Cardoso et al. (1991) e Teófilo et al. (1998), tubos de zinco e latas de metal são as formas de acondicionamento mais apropriadas para o feijão-caupi.

Para o armazenamento, as sementes ou grãos devem estar bem secos, podendo-se utilizar como indicador o ponto no qual se quebram ao serem pressionadas no dente.

Durante o armazenamento tanto grãos quanto sementes são atacadas por várias espécies de insetos-praga, sendo o mais importante o caruncho (*Callosobruchus maculatus*), considerado a praga de grãos armazenados de maior importância nas regiões produtoras no Nordeste do Brasil, onde mais se cultiva o feijão-caupi (BRACCINI; PICANÇO, 1995). Os carunchos elevam a temperatura e a umidade das sementes, criando condições para o desenvolvimento de fungos (VIEIRA et al., 1993).

O armazenamento das sementes possibilita ao agricultor preservar o valor nutritivo dos grãos e a qualidade das sementes para

cultivos futuros. Durante o armazenamento, normalmente, é realizado controle de pragas pelo expurgo das sementes, com fumigantes e/ou aplicação de inseticidas. Sabe-se da alta toxicidade destes inseticidas, desta forma têm sido intensificados os estudos visando à proteção das sementes contra fungos e insetos durante o armazenamento com produtos naturais (BOFF; ALMEIDA, 1996; SMIDERLE; CICERO, 1999; PEREIRA; MOURÃO JUNIOR, 2003).

Para o controle do ambiente de armazenamento em regiões de clima adverso à conservação de sementes (temperaturas superiores a 30°C e umidade relativa do ar superior a 80%), faz-se necessário utilizar embalagens impermeáveis hermeticamente fechadas, como tambores metálicos, ou então reduzir a temperatura e umidade no interior do armazém por meios mecânicos (refrigeração e desumidificação). Para embalagens impermeáveis é importante dispor de equipamento de secagem para retirar a água, deixando as sementes com teor de água máximo de 9%.

É possível acondicionar grãos e sementes, dependendo do volume e/ou outros fatores em:

5.1 - ARMAZENAMENTO A GRANEL

Este tipo de armazenamento, considerado temporário, é feito, normalmente, entre a recepção e o beneficiamento das sementes. Geralmente, para produtores de sementes tecnificados, as sementes são armazenadas em silos de metal ou de madeira, frequentemente equipados com sistemas de aeração para evitar o aquecimento da massa.

O armazenamento a granel requer cuidados intensos, especialmente em casos de armazenamento em longo prazo. Desta forma, amostragens periódicas efetuadas em diferentes posições do silo para determinação da umidade e da temperatura da massa de sementes, permitem verificar se há uniformidade no comportamento do material armazenado e avaliar a eficiência ou necessidade de maior ventilação no silo.

5.2 - ARMAZENAMENTO EM SACOS

Após o beneficiamento, a semente ensacada poderá ser armazenada em armazéns convencionais, resfriados ou, ainda, climatizados. As embalagens mais utilizadas para sementes são sacos de papel multifoliado ou de polietileno trançado. Ambas permitem trocas gasosas entre o ambiente interior da embalagem e o exterior.

Para os tipos de embalagens hoje utilizados no acondicionamento de sementes de leguminosas em geral, a umidade das sementes irá variar de acordo com a umidade relativa do ar. Assim, para o caso de armazéns convencionais, deve-se procurar construí-los em regiões com maiores altitudes, com temperatura e umidade relativa mais baixas. Para pequenas propriedades, dispor em local de maior aeração natural e afastado de fontes de água.

5.3 - MÉTODOS NÃO CONVENCIONAIS

Devido à deterioração das sementes durante o armazenamento ser uma das principais causas da baixa qualidade da semente que vai para o campo nas regiões tropicais e subtropicais, e ao alto custo de armazéns climatizados, o desenvolvimento de novas tecnologias, como a aplicação de polímeros sintéticos às sementes (encapsulamento), tornando-as menos permeáveis ao vapor d'água durante o armazenamento, tem recebido grande atenção nos últimos anos.

Além disso, o aproveitamento de embalagens que dificultam as trocas com o ar ambiente tem sido utilizado para o armazenamento de sementes de feijão-caupi na Região Norte. Dentre estas embalagens destacam-se garrafas tipo pet (para pequenos volumes de material especial), bombonas plásticas, latas diversas e mesmo sacos de plástico. Para garantir a boa conservação nesses tipos de embalagem deve ser assegurada boa vedação, para impedir a entrada de pragas (insetos e ratos) e manter constante a umidade das sementes, que, para armazenamento nesses recipientes, não deve exceder a 9% para evitar

que a respiração excessiva produza CO_2 em quantidade suficiente para matar as sementes armazenadas (HARRINGTON, 1959).

O cuidado para manutenção da qualidade das sementes se inicia na produção e finaliza com o cliente final. É importante o fechamento e adequado armazenamento da embalagem até o consumo. O acondicionamento para comercialização é feito, principalmente, em sacos de fibra de polietileno e em sacos de papel multifoliados, geralmente com capacidade de 60 kg.

Nas pequenas propriedades, o feijão-caupi é armazenado em garrafas de vidro, em recipientes com camadas de areia fina, latas de flandres e tambores de zinco; nas médias e grandes propriedades, as sementes são armazenadas em tambores de zinco e silos metálicos.

Existem ainda outras formas de se realizar a conservação de pequenas quantidades, para a utilização como sementes ou mesmo para consumo humano, sem os riscos de redução de qualidade do produto, como exemplo: mistura das próprias folhas moídas do feijoeiro, pimenta-do-reino moída (região Bragantina, no Pará), cinzas secas de materiais vegetais, areia, óleos entre outros produtos com os grãos, objetivando dificultar o deslocamento dos insetos e reduzir o espaço intergranular.

6 - EMBALAGENS

O armazenamento seguro é proporcionado sob condições de ambiente seco e frio. Porém, se for adicionada a estes componentes uma barreira física à troca de vapor d'água entre as sementes e o ar ambiente, a situação se altera, podendo prolongar ainda mais a durabilidade das sementes.

As embalagens utilizadas no acondicionamento de sementes devem apresentar resistência à tensão e à ruptura, para suportar as condições de manejo; durabilidade; facilidade para impressão; aspecto visual atraente; e, sendo possível, devem proteger as sementes contra

ataque de insetos e roedores e ainda evitar trocas de vapor d'água com a atmosfera. O manejo das embalagens deve ser cuidadoso, a fim de evitar, principalmente, danos mecânicos decorrentes de impactos e pressões.

De modo geral, há três tipos de embalagens, classificadas quanto à possibilidade de troca de vapor d'água entre o produto embalado (grãos/sementes) e o ar ambiente:

- a) Embalagens porosas: permitem trocas. Ex.: sacos de juta, de papel, polipropileno trançado, etc;
- b) Embalagens semiporosas: resistentes à penetração do vapor d'água, porém não completamente impermeáveis. Ex.: papel multifoliado contendo camada de cera, filme de asfalto ou plásticos;
- c) Embalagens à prova de penetração de vapor d'água: não permitem troca de vapor de água com o ambiente e são utilizadas para a conservação de pequenas quantidades de sementes, que, por isto, podem ser conservadas por longo período de tempo. Ex.: latas hermeticamente fechadas, tambores de aço, vidros, recipientes laminados de fibra de alumínio (alumínio e papel ou alumínio e plástico) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Pelas considerações anteriores e necessidade de conservação do material genético, foi desenvolvido trabalho com o objetivo de estudar o comportamento de 13 materiais de feijão-caupi cultivados em Boa Vista (Roraima) e armazenados em recipientes plásticos (garrafas pet) por seis meses (SMIDERLE et al., 2001; SMIDERLE; SCHWENGBER, 2002). As sementes foram armazenadas no interior de garrafas plásticas e as condições do ambiente de armazenamento foram registradas e apresentaram variações no período (2001/2002), com temperaturas máximas de 30,7 a 31,8° C e mínimas de 25,3 a 26,1° C e a umidade relativa do ar ambiente entre 70 e 76% (OLIVEIRA et al., 2002). Os autores concluíram que sementes armazenadas em recipientes plásticos conservam o teor de água, germinação e vigor (primeira

contagem de germinação e emergência em campo) de forma diferencial entre os materiais de feijão-caupi (Tabela 1), sem que houvesse constatação da infestação por insetos.

Tabela 1 - Valores médios de umidade, massa de 100 sementes (M100S), germinação e vigor (primeira contagem de germinação-PCG e emergência em campo (EC)), obtidos em testes realizados em sementes de 13 materiais de feijão-caupi produzidas e armazenadas por seis meses, em Boa Vista, Roraima, 2002.

Cultivar	Umidade (%)	M100S (g)	Germinação	PCG	EC
			----- (%) -----		
Produtor1	12,7 cd	15,7 ef	5 e	5 e	67 c
Produtor2	12,2 de	16,3 de	89 a	89 a	84 ab
CNC x 405-24F	11,8 defg	17,1 c	0 e	0 e	0 f
IT81D-1053	12,2 de	23,4 a	43 cd	43 c	73 bc
IT86D-719	12,2 def	16,5 cd	65 b	65 b	80 ab
IT86D-1010	10,6 h	15,3 f	61 bc	61 bc	91 a
TE90-170-31F	11,2 gh	19,4 b	91 a	91 a	86 a
TE90-172-41E	14,4 a	12,5 h	0 e	0 e	2 e
TE90-179-17E	13,9 ab	14,2 g	2 e	2 e	15 d
TE90-180-24E	11,7 efg	15,7 f	62 b	62 b	80 ab
IT87D-1627	13,3 bc	15,4 f	40 d	40 d	72 bc
VITA-7	12,5 de	13,7 g	72 ab	72 b	81 ab
Cariri	11,4 fgh	19,7 b	88 a	88 a	84 ab
C.V.(%)	2,24	1,54	8,27	9,04	3,25

*Na coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Smiderle e Schwengber (2002).

7 – COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTES

As sementes de feijão-caupi, segundo a Instrução Normativa (IN) nº 25, de 16 de dezembro de 2005, devem apresentar poder germinativo mínimo de 80%, sendo de seis meses a validade máxima do teste. A pureza física das sementes deve ser de 99%, admitindo-se presença de 0,1% de outras sementes e de até 1% de sementes de outra espécie cultivada. Sementes infestadas não são toleradas, conforme o anexo XIV da IN 25, estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, onde especifica os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de feijão-caupi com validade para todo o Território Nacional.

8 – ALGUMAS FORMAS DE COLHEITA E ARMAZENAMENTO DE FEIJÃO-CAUPI NA REGIÃO AMAZÔNICA

As sementes utilizadas nos cultivos no Estado do Acre são armazenadas pelos próprios agricultores ou provêm de trocas entre eles. A colheita é realizada vagem a vagem conforme amadurecem, e a debulha é de forma manual ou por bateção com pedaços de madeira (EMBRAPA, 1987). A secagem é realizada pela exposição das vagens ou das sementes ao sol, por dois a três dias. Em seguida, são armazenadas em latões, tambores de plástico, garrafas de vidro e de plástico, e caixas de madeira, vedados com sabão ou cera de abelha, sem qualquer tratamento químico preventivo contra pragas de armazenamento (MARINHO et al., 2001).

A colheita no Estado do Amazonas é realizada manualmente, com predomínio de cultivo em pequenas áreas de várzea ou em sistema de cultivo rudimentar denominado de "roça no toco". Este sistema é adotado principalmente por agricultores familiares que têm dificuldade de armazenar as sementes para a próxima safra.

O armazenamento geralmente é realizado em tambores e latas e o governo estadual tem ofertado sementes através do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas (IDAM) nos municípios, o que ocasiona baixo interesse dos produtores em armazenar as sementes, porém maior preocupação com a comercialização dos grãos.

No Estado de Rondônia, a colheita é feita, normalmente, no final de outubro e início de novembro. Nesse ponto, as plantas, apresentando vagens secas, são arrancadas e em seguida passam pelo processo de bateção, realizado sobre uma lona plástica, para liberação das vagens. O processo de retirada das sementes, normalmente, é manual e realizado pelas mulheres da comunidade.

Posteriormente, as sementes obtidas são postas para secar ao sol, sendo recolhidas para barracões ao final de cada dia. O processo de

secagem dura entre 5 e 7 dias e, ao final, as sementes são armazenadas em tambores de 60 e 100 litros, com mistura de folhas de nim indiano ou folhas de pimenta à massa de grãos, objetivando o “expurgo” para o controle de insetos de armazenamento, sendo o caruncho o principal problema dos produtores de sementes. Parte dessas sementes é acondicionada em garrafas de vidro ou plásticas tipo “pet” e tampadas, para o cultivo em anos subsequentes. Em Rondônia, o feijão preferido para consumo é o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), e o feijão-caupi é restrito a alguns pequenos produtores.

No Estado do Amapá, a colheita do feijão-caupi é realizada manualmente, vagem por vagem, de uma única vez, nas primeiras horas do dia (CAVALCANTE, 2000). Após a colheita, as vagens são expostas ao sol por 2 a 3 dias para secagem, seguindo-se a debulha manual. O armazenamento é realizado em tambores metálicos, latas ou garrafas fechadas hermeticamente, possibilitando conservação por até doze meses.

No Estado de Roraima, nas pequenas propriedades, o feijão-caupi é colhido de forma manual, tanto pelo arranquio das plantas, pré-secas na lavoura e seguidas de bateção para a retirada das sementes, quanto pela retirada direta das vagens maduras em campo (Figura 1). O retardamento da colheita propicia a infestação das sementes por carunchos ainda no campo (Figura 2) ou deprecia a qualidade da semente ou do grão que se destina a comercialização, devido à ocorrência de chuvas nesse período (Figura 3). O feijão-caupi é colhido também com colheitadoras em extensas áreas de cultivos realizados no cerrado de Roraima.

O armazenamento das sementes é realizado tanto em câmara climatizada em sacos de polietileno quanto em bombonas plásticas, garrafas plásticas (Figura 4) e outros recipientes disponíveis na propriedade, sempre objetivando a conservação da integridade física e da qualidade do grão. Atualmente, quase 90% das sementes de feijão-

caupi utilizadas em Roraima são distribuídas pela Secretaria de Agricultura, o que desestimula o armazenamento de sementes, ocorrendo o mesmo no Amazonas (MENEZES et al., 2007).



Figura 1 - Colheita manual de feijão-caupi em área experimental da Embrapa Roraima. Foto: O. J. Smiderle.

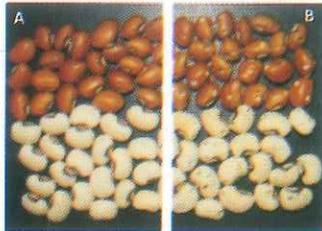


Figura 2 - (A) Sementes saudáveis e (B) atacadas por caruncho. Foto: O. J. Smiderle.

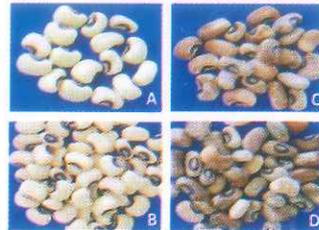


Figura 3 - (A e B) Sementes saudáveis e (C e D) colheita retardada. Foto: O. J. Smiderle.



Figura 4 - Embalagens e condições de armazenamento utilizadas para sementes de feijão-caupi em Roraima. (A) Pilhas de sacos de polietileno em câmara fria; (B) Recipientes: bombona e (C) garrafas pet. Foto: O. J. Smiderle.

9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o que se tem verificado e pelos relatos referentes à colheita e ao armazenamento de sementes de feijão-caupi, constata-se a necessidade de realização de estudos específicos voltados para a melhoria da qualidade das sementes colhidas, tendo em vista a importância de se definir melhor a época mais adequada para a colheita, reduzindo as perdas verificadas atualmente. A não-obtenção de sementes de qualidade, no campo, não assegura adequada preservação no armazenamento, nem mesmo propiciando as melhores condições para tal.

A colheita do feijão-caupi no momento propício, seguida de secagem e beneficiamento cuidadosos, resultará em produto com adequado aspecto visual, o que propicia maior valor comercial, além de possibilitar a conservação da qualidade por prolongado período de armazenamento.

O armazenamento de sementes na propriedade é uma etapa de elevada importância, principalmente considerando-se a escassez frequente de infraestrutura mínima para a conservação das sementes durante o período de entressafra, quando são necessários cuidados especiais em regiões que apresentam condições climáticas desfavoráveis à conservação de sementes.

A utilização de embalagens acessíveis aos produtores, práticas, duráveis, de baixo custo para aquisição e/ou recipientes herméticos é fundamental na proteção das sementes contra danos provocados por pragas, dispensando a necessidade de tratamento prévio, desde que a semente ainda não esteja contaminada.

Neste capítulo foram enfatizadas as condições para armazenamento de sementes de feijão-caupi em função das características climáticas ocorrentes, principalmente temperatura e umidade da semente. Essas informações são importantes para extensionistas e técnicos que atuam no campo, orientando

diretamente os produtores rurais, e para os agricultores, para quem se abre a possibilidade de armazenar com segurança sua produção, com baixo custo, utilizando embalagens já disponíveis ou de fácil aquisição.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. T.; CORRÊA, P. C.; ALVARENGA, E. M.; MARTINS, J. H. Efeito do impacto mecânico controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.7, n.3, p.148-159, 1999.

ANDRADE, E. T.; CORRÊA, P. C.; ALVARENGA, E. M.; MARTINS, J. H. Efeitos de danos mecânicos sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.23, n. 2, p. 41-51, 1998.

BOFF, M. I. C.; ALMEIDA, A. A. Atividade ovicida de *Pipper nigrum* L. sobre *Sitotroga cerealella* Oliv. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.238-241, 1996.

BRACCINI, A. L.; PICANÇO, M. Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.20, n.1/2, p.37-43, 1995.

CAMPOS, F. L.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, R. Q. B.; ROCHA, M. de M. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.2, p.110-116, 2000.

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. 43 p. (Embrapa UEPAE Teresina. Circular Técnica, 9).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CAVALCANTE, E. S. **BRS-Mazagão**: cultivar de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) para o Estado do Amapá. Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 3 p. (Embrapa Amapá. Comunicado Técnico, 38).

COUTINHO, A. C. **Efeitos da velocidade e região de impacto e do tempo de armazenamento da semente de soja (cultivar UFV - 5)**. Viçosa, MG: UFV/DEA, 1984. 43 f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.

EMBRAPA ACRE. **Cultura do caupi no Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre. 1987. 1 Folder.

FRANÇA NETO, J.B. Qualidade fisiológica da semente. In: FRANÇA NETO J.B.; HENNING A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja**. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 1984. p. 5-24 (EMBRAPA -CNPSo. Circular Técnica, 9).

HARRINGTON, J. F. Drying, storing and packaging seeds to maintain germination and vigor. In: SHORTE COURSE FOR SEEDSMEN, 1959, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: State University, 1959. 17p.

KOZLOWSKI, T. T.; GUNN, L. R. Importance and characteristics of seeds. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. p.1-19.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E; VALTER FILHO, V. V. Aplicação de dessecantes na cultura de soja: antecipação da colheita e produção de sementes. **Planta Daninha**, Campinas, v.19, n.3, p. 381-390, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Produção de semente de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MARINHO, J. T. de S.; PEREIRA, R. de C. A.; COSTA, J. G. da. **Caracterização de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em plantios no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001, 13 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 31).

MARTINS NETTO, D. A.; BORBA, C. S.; OLIVEIRA, A. C.; AZEVEDO, J. T.; ANDRADE, R. V. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. **Revista da Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p.1475-1480, 1999.

MENEZES, A. C. S. G.; ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; GALVÃO, A.; MESSIAS, O. I.; MELO, V. F. Importância sócio-econômica e condições de cultivo do feijão-caupi em Roraima. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM RORAIMA, 2007, Boa Vista. **Anais...** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p. 23-32 (Embrapa Roraima. Documentos, 04).

MOORE, R. P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E. M. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 94-113.

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

OLIVEIRA, P. J. **Influência do armazenamento na germinação e vigor de sementes de feijão de corda**. 1981, 48 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade federal do Ceará.

PELEGRINI, M. F. Armazenamento de Sementes. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 91, p. 56-60, 1982.

PEREIRA, P. R. V. S.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Controle de *Sitophilus spp. L.*, 1876 (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado em pequena propriedade usando terra de diatomácea**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 8 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 9).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

POPINIGIS, F. Necessidades de pesquisas relacionadas a qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 95-103, 1988.

SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C. Beneficiamento de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, p.50-56, 1982.

SMIDERLE, O. J. **A produção de sementes de soja na Amazônia**. Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

SMIDERLE, O. J. **Dessecação na colheita de soja: tecnologia que reduz perdas**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 6 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 01).

SMIDERLE, O. J.; CICERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1245-1254, 1999.

SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L.; SCHWENGBER, D. R. **Armazenamento de sementes de diferentes materiais de feijão-caupi em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2001. 4 p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 05).

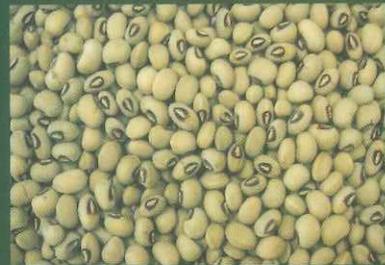
SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, D. R. Armazenamento de sementes de feijão caupi em Roraima. In: SIMPOSIO DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAEF, 5., 2002, Garça. **Anais...** Garça, SP: FAEF, 2002. p. 93-97.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; CECON, P. R. Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, n.1, p.21-29, 2002.

TEÓFILO, E. M.; FREITAS, J. B. S.; MEDEIROS FILHO, S.; RAFAEL, M. S. S. **Efeito do acondicionamento e do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Fortaleza: UFC, 1998. 9 p. (Relatório de pesquisa).

VAUGHAN, C. E. Quality assurance techniques. In: SHORTE COURSE FOR SEEDSMEN, 1982, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: State University, 1982. 138 p.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J. A. O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: EPAMIG, 1993. 31 p.



Embrapa

Roraima

Este livro foi financiado com recursos oriundos da Diretoria Executiva da Embrapa, Dr. José Geraldo Eugênio de França, e do Programa PROCAD Amazônia Nº 1547/2006 da CAPES, coordenador Dr. Wellington Farias Araújo, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima e Embrapa Roraima (Convênio de Cooperação celebrado em 04/03/2005 – registro SAIC/AJU Nº 10200.05/2008-4).

A Cultura do Feijão-caupi ...
2009 LV-2010.02914



CPAF-RR-12346-1

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



ISBN 978-85-62



9 789562 170