



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

Cargill
Fundação Cargill

**AGRICULTURA NUTRITIVA:
biofortificação de variedades
de feijão-caupi na melhoria da
qualidade alimentar**




EDITORA UEMA



© copyright 2023 by UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.
Todos os direitos desta edição reservados à EDITORA UEMA.

EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho • Ana Lucia Abreu Silva
Ana Lúcia Cunha Duarte • Cynthia Carvalho Martins
Eduardo Aurélio Barros Aguiar • Emanuel Cesar Pires de Assis
Emanuel Gomes de Moura • Fabíola Hesketh de Oliveira
Helciane de Fátima Abreu Araújo • Helidacy Maria Muniz Corrêa
Jackson Ronie Sá da Silva • José Roberto Pereira de Sousa
José Sampaio de Mattos Jr • Luiz Carlos Araújo dos Santos
Marcelo Cheche Galves • Marcos Aurélio Saquet
Maria Medianeira de Souza • Maria Claudene Barros
Rosa Elizabeth Acevedo Marin • Wilma Peres Costa

Universidade Estadual do Maranhão.

Agricultura nutritiva: biofortificação de variedades de feijão-caupi na melhoria da qualidade alimentar / Universidade Estadual do Maranhão, elaboração Antonia Alice Costa Rodrigues ... [et al.]. – São Luís: [s.n.], 2022.

... p. : il. color.

O livro informativo constitui-se fruto do programa de Pós-Graduação em Agroecologia, da Universidade Estadual do Maranhão.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-89821-91-5

1. Biofortificação. 2. Feijão-caupi. 3. Agricultura familiar. I. Rodrigues, Antonia Alice Costa. II. Fundação Cargill. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. IV. Título.

CDU: 635.652-184

Apresentação

Sabe-se que a agricultura familiar é responsável por 70% do alimento que está diariamente na mesa do consumidor, abastecendo os comércios locais e regionais. Porém, é crescente a necessidade de inclusão na cadeia produtiva, alimentos que garantam a qualidade alimentar desses mesmo consumidores. Com isso, uma opção que tem como objetivo solucionar um problema de saúde pública, que é a carência alimentar da população por micronutrientes específicos como zinco, vitamina A e ferro, é a biofortificação. Esse processo se iniciou no Brasil em 2003, entre uma parceria da EMBRAPA e o Programa HarvestPlus (MANOS; WILKINSON, 2016).

Apresentação

E foi pensando na carência da população do meio rural maranhense, quanto à qualidade alimentar e necessidade da melhoria do sistema produtivo, este projeto busca a inserção de variedades biofortificadas de feijão-caupi, pela importância nutricional e social da cultura, associada com a tecnologia da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), fortalecendo a cadeia produtiva e incentivando a permanência desse produtor no campo, que o projeto “AGRICULTURA NUTRITIVA: biofortificação de variedades de feijão-caupi na melhoria da qualidade alimentar” foi iniciado com a parceria firmada entre a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), a Fundação Cargill e a EMBRAPA.

Apresentação

Tal projeto teve como objetivo estimular o uso de sementes biofortificadas, na cadeia produtiva de feijão-caupi e melhorar a qualidade alimentar do agricultor familiar no município de Balsas – MA, difundindo assim novas tecnologias e do conhecimento gerado sobre as sementes biofortificadas e inclusão na alimentação, através deste material, pelos pesquisadores da UEMA e EMBRAPA no município de Balsas/MA.



Sumário

Apresentação.....	3
O que é Biofortificação?	7
Como cultivar feijão caupi biofortificado.....	9
Principais doenças que atacam o caupi	19
Principais pragas que atacam o caupi	33
Fixação Biológica de Nitrogênio.....	39

O que é Biofortificação?



A biofortificação vegetal é o desenvolvimento de cultivares com maiores teores de minerais e vitaminas. A partir de repetidos cruzamentos entre plantas da mesma espécie, novas culturas são originadas até se chegar a uma com quantidade de micronutrientes suficientes para integrar o seletivo grupo de cultivares que irão servir de forma eficiente no combate a deficiência alimentar (fome oculta), que assola cerca de dois bilhões de pessoas ao redor do mundo.

O que é Biofortificação?



E dentre as espécies alvos da Biofortificação está o feijão caupi. Segundo estudos da EMBRAPA, as variedades biofortificadas Xique-xique, Tumucumaque e Aracê, contêm mais ferro, combatendo anemia, que pode provocar problemas de redução da capacidade cognitiva e de produtividade, aumento da mortalidade infantil e materna, além de complicações com o parto. E mais zinco, melhorando a resistência a doenças infecciosas, desnutrição e comprometimento do crescimento em crianças.

The background is a collage of three images. The top image shows a field with trees under a clear blue sky. The middle image is a close-up of a white bean flower. The bottom image shows a close-up of green bean leaves.

Como cultivar feijão caupi biofortificado?

Preparo do solo: Aração e gradagem

Fornece condições ótimas para a germinação, a emergência e o estabelecimento das plântulas.

Ele pode ser com arados ou grade pesada para descompactar o solo bem como incorporar corretivos, fertilizantes, resíduos vegetais e plantas daninhas, podendo-se utilizar instrumentos mais pesados, como tratores, até os mais simples, como enxadas.

Preparo do solo: Aração e gradagem

Essas operações de preparo devem ser realizadas quando o solo apresentar umidade adequada para que não ocorra erosão ou compactação. O preparo deve ser efetuado quando o solo apresentar teor de água em que parte dele, ao ser comprimida na mão, seja facilmente moldada.

Amostragem do solo:

É necessário fazer a análise do solo para que, assim, seja feita a adubação com base na recomendação para a cultura do caupi.

Espaçamento e sementes por cova

O espaçamento mínimo que a operação de abertura de covas exige, são cerca de 0,4 m a 0,6 m entre fileiras. Para ajudar no sucesso do plantio quanto a incidência de pragas recomenda-se usar até 4 sementes por cova.

Época de plantio e irrigação

Pode ser sequeiro, plantando-se as variedades tardias no início do período chuvoso e as ligeiras no meio desse período. O plantio irrigado é para quando se opta por períodos não chuvosos, recomendando que o período de floração e enchimento de vagens não sejam os mesmos das baixas temperaturas e umidade do ar. Enquanto o plantio em vazantes deve ser feito quando as terras não apresentarem mais encharcamentos.

Sistemas de plantio

Podem ser realizados em monocultivo e em consórcio com culturas como milho e mandioca. Deve-se realizar práticas para o controle de plantas daninhas nas primeiras semanas após o plantio. É recomendada duas ou três capinas de forma manual; ou de forma mecânica utilizando tração animal ou trato; ou ainda, para médios e grandes produtores, o controle através de produtos químicos.

Colheita

A colheita é realizada entre 65 a 75 dias, dependendo da variedade plantada, seja precoce ou tardia, quando mais da metade das vagens estiverem secas, colocando-se as vagens para secarem antes da debulha, a qual pode ser manual ou mecânica.

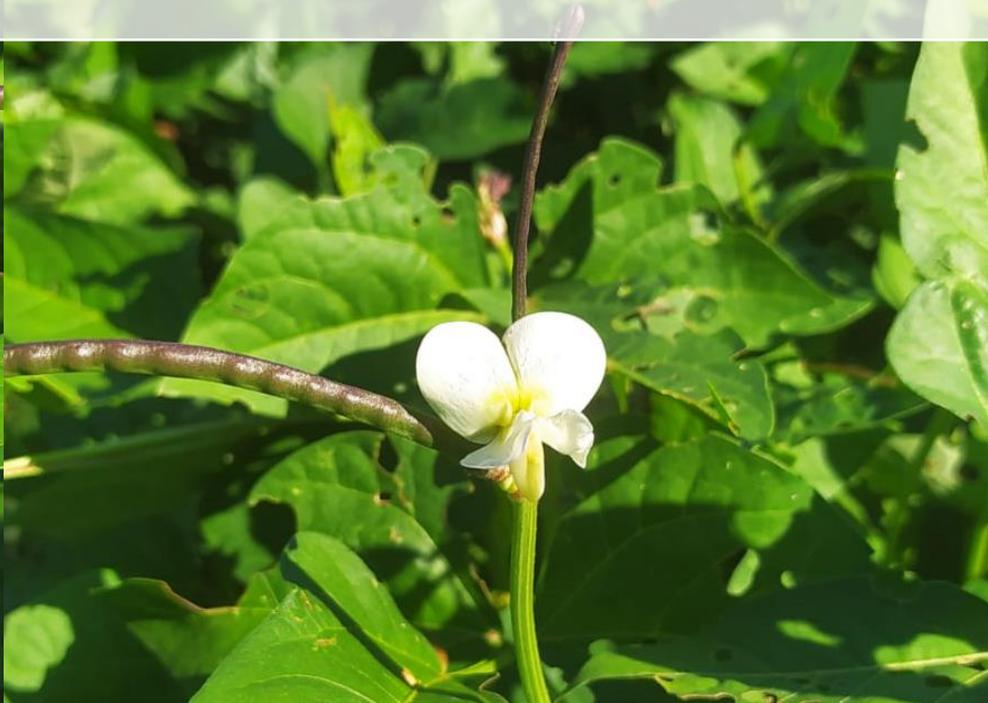
Armazenamento dos grãos

Logo após a debulha, aconselha-se o armazenamento dos grãos em tambores de plásticos ou garrafas de vidro ou plástico, devidamente fechadas para que a falta de oxigênio dentro do recipiente não permita o desenvolvimento dos possíveis insetos que possam existir.

Mercado consumidor

Os grãos do feijão caupi podem ser produzidos para o próprio consumo e, também, para serem vendidos em feiras, supermercados e mercadinhos. Uma outra opção é serem comercializados em Programas Governamentais como o Plano Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Principais doenças que atacam o feijão caupi



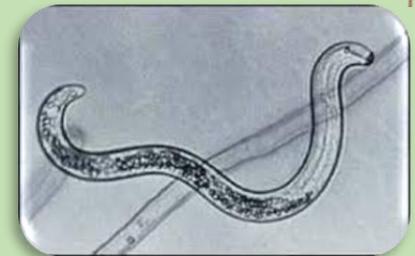
- **Nematoides-das-galhas – *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica***

**Doenças
causadas por
nematoides**

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



Sintomas nas raízes



Exemplar do nematoide

▪ **Nematoide-das-lesões-radiculares**
***Pratylenchus* spp.**

**Doenças
causadas por
nematoides**

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



Sintomas nas raízes



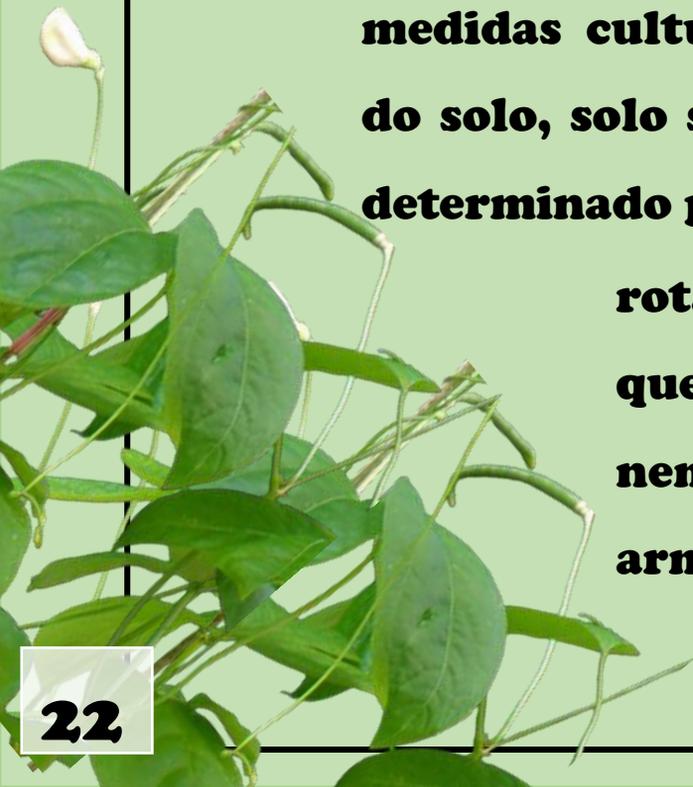
Exemplar do nematoide

Controle/Manejo

**Doenças
causadas por
nematóides**

**Uso de cultivares resistentes;
medidas culturais: revolvimento
do solo, solo sem cultivo por um
determinado período,**

**rotação de culturas, uso de plantas
que impedem o desenvolvimento do
nematóide; uso de plantas
armadilhas.**



- **Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp *tracheiphilum*)**

Doenças causadas por Fungos

Sintomas:

Redução do crescimento das plantas, clorose; queda das folhas, evoluindo para a morte das plantas.

Verifica-se no sistema radicular o escurecimento dos vasos condutores que se tornam castanho escuro e posteriormente podem apresentar-se necrosados, levando à morte das plantas.



Corte no caule



Sintomas nas plantas (A) Sadia, (B) Doente



Fungo em laboratório

Controle/Manejo

Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*)

Utilização de variedades resistentes; sementes sadias;

eliminação de plantas doentes e restos culturais; correção da acidez do solo.



- **Podridão-cinzenta do caule**
(*Macrophomina phaseolina*)

**Doenças
causadas por
Fungos**

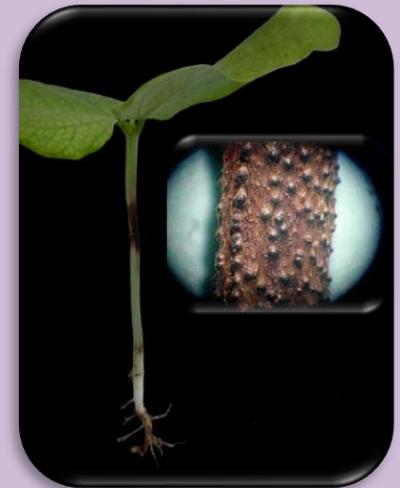
Os sintomas iniciais ocorrem no colo da planta, bem como as partes superiores do caule e ramos primários, onde observam-se lesões acinzentadas que evoluem para podridão dos tecidos chegando à degradação dos feixes vasculares.



Fungo em laboratório

Na superfície das lesões podem ser observadas pontuações negras que são as estruturas reprodutivas (picnídios) do fungo.

Quando o fungo está associado à semente pode causar damping-off de pré e pós-emergência.



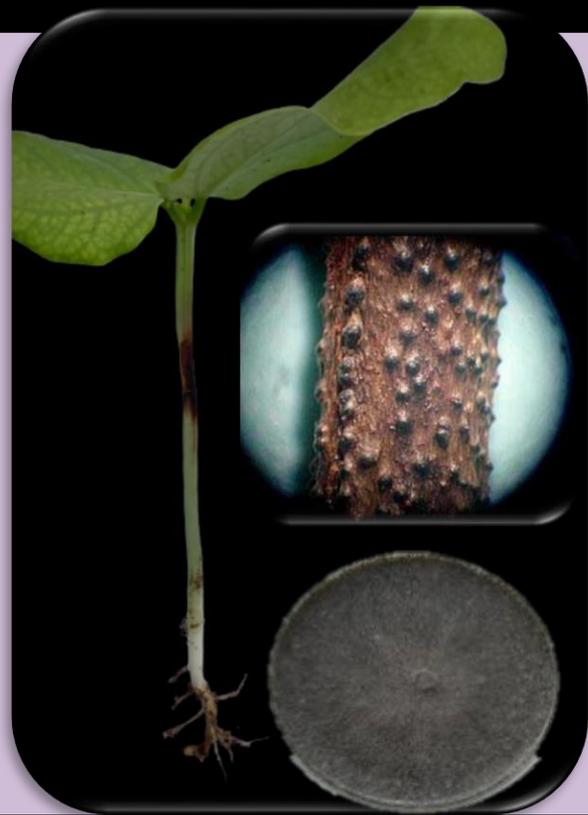
Sintomas nas plantas

Controle/Manejo

Podridão-cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*)

**Utilização de sementes saudias
e certificadas;**

**plantio mais
espaçado; manejo
adequado da
irrigação e rotação
de culturas.**



• Murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*)

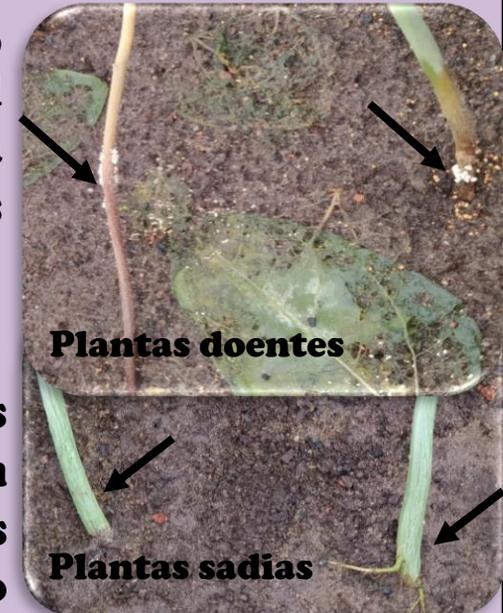
Sintomas:

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

Controle/Manejo:

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

**Doenças
causadas por
Fungos**



Fungo em laboratório

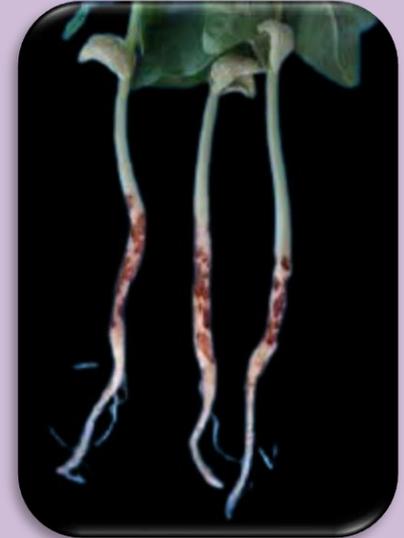
• Podridão de rizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

Doenças causadas por Fungos

Sintomas:

Lesões deprimidas, com bordos bem delimitados de cor marron-avermelhada na base do hipocótilo e raiz principal de plântulas.

Se a doença progride as lesões formam cancras avermelhados; *damping-off* de pré e pós-emergência.



Sintomas nas plantas



Fungo em laboratório

Controle/Manejo:

Uso de sementes saudáveis e certificadas; proteção de sementes antes do plantio.

- **Mancha de cercóspora**
(*Pseudocercospora cruenta*)

**Doenças
causadas por
Fungos**

Sintomas:

Manchas necróticas irregulares, algumas vezes angulosas, esbranquiçada e com bordas marrons ou marrom-avermelhadas.

As manchas podem atingir grande área foliar, chegando, em condições ideais, a formar massas de conídios no centro das lesões.



Sintomas nas folhas

Controle/Manejo:

Uso de variedades resistentes; rotação de cultura; utilização de sementes saudáveis; eliminação de restos culturais;

escolha adequada da área e época indicada para o plantio, para se evitar condições favoráveis à doença.

▪ **Vírus do mosaico-severo do feijão-caupi (CPSMV)**

**Doenças
causadas por
vírus**

Sintomas:

**Bolhosidade; mosaico foliar e
redução do crescimento dos entrenós,
ficando a planta com aspecto enfezado.**

Controle/Manejo:

**Área livre de ervas daninhas; controle
do inseto vetor.**



Sintomas nas folhas

▪ **Vírus do mosaico do feijão-caupi (CABMV).**

**Doenças
causadas por
vírus**

Sintomas:

Os Sintomas dependem da estirpe do vírus, da época de infecção e do nível de suscetibilidade do cultivar, sendo o mais comum mosaico intenso no limbo

foliar, formado por áreas verdes normais entremeadas por áreas cloróticas, faixas verde escuras nas nervuras, distorção das folhas e redução no crescimento da planta.



Sintomas nas folhas

- **Vírus do mosaico do feijão-caupi (CABMV).**

**Doenças
causadas por
vírus**

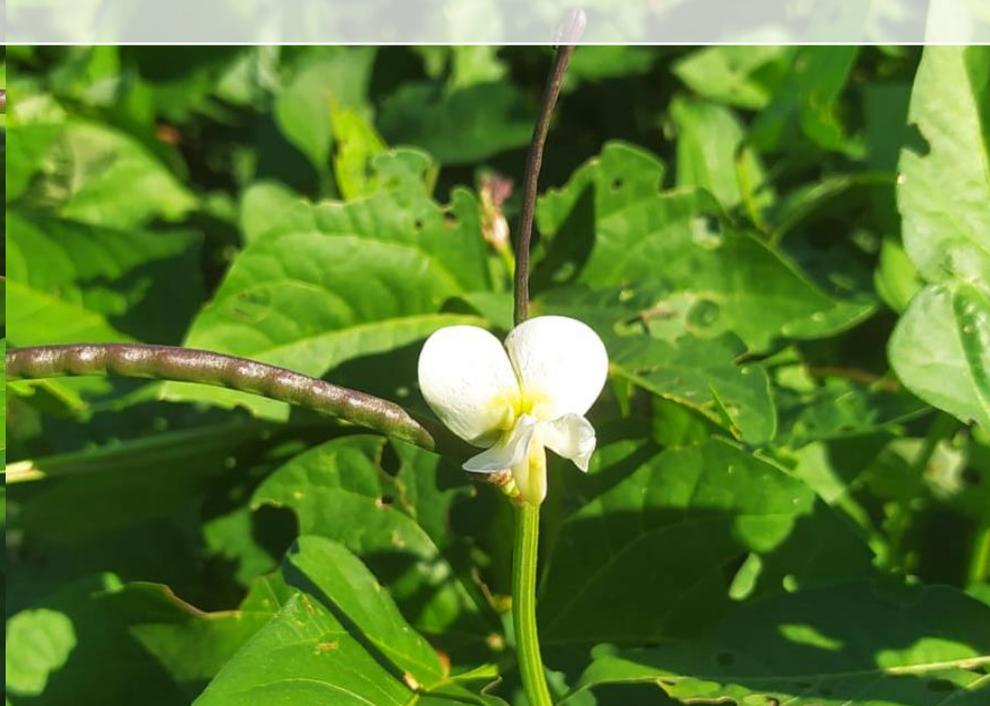
Controle/Manejo

Diminuição do inóculo e retardamento, ao máximo, da disseminação do patógeno;

eliminação de plantas de feijão-caupi remanescentes de cultivos anteriores, e de outros hospedeiros naturais, combate aos insetos vetores; uso de cultivares resistentes.



Principais pragas que atacam o feijão caupi



▪ Pulgão (*Aphis* spp.)

Descrição do inseto:

Insetos pequenos que ficam nos ramos, vagens e, principalmente, embaixo das folhagens, sugando a seiva da planta, dificultando, assim, seu desenvolvimento. São transmissores de viroses e devem ser controlados com inseticidas sistêmicos.



Ataque no caule

Controle/Manejo:

Utilização de cultivares resistentes, são também facilmente controlados por insetos predadores como as larvas e adultos das “joaninhas”.

São registrados no MAPA para controle de pulgão produtos à base de Azadiractina e para controle biológico *Chrysoperla externa*.

▪ Mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B)

Descrição do inseto:

Esse tipo de mosca branca é um inseto pequeno com dois pares de asas brancas. Além de ser vetora da doença do Mosaico Dourado do Caupi, também pode causar danos diretos pela sucção de seiva e injeção de toxinas na planta causando depauperamento da mesma.

Controle/Manejo:

O controle desse inseto pode ser realizado de forma integrada com produtos químicos (sistêmicos), biológico (favorecendo a presença de predadores naturais) e cultural (rotação de culturas).



Exemplar de mosca-branca

▪ **Vaquinhas (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuata*)**

Descrição do inseto: As espécies de vaquinhas mais comuns em feijão-caupi são: *Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuatus*. Os adultos medem cerca de 0,5 cm de comprimento. *D. speciosa* é de coloração verde e amarela e *C. arcuatus* preta e amarela.

Seu ataque nas raízes das plantas de feijão caupi pode ser confundido com o ataque de outros insetos subterrâneos, entretanto, ao analisarem-se as plantas no campo, deve-se observar também o solo próximo das raízes para certificar-se da presença destas ou de outras pragas subterrâneas

Controle/Manejo:

Esses insetos são transmissores de viroses e devem ser controlados, quando adultos, através de produtos químicos, visando a diminuição da população em decorrência ao grande consumo da área foliar.



▪ Larva-minadora (*Liriomyza* sp.)

Descrição do inseto:

As pequeníssimas larvas desse inseto nascem e vão abrindo galerias irregulares a medida que se alimentam do conteúdo interno das folhas. Estas galerias aumentam de tamanho e diâmetro a medida que as larvas vão se desenvolvendo, passando aproximadamente 14 dias por este estágio, quando então se transformam em pupas dentro da própria galeria, atingindo a fase adulta em aproximadamente sete dias.



Sintomas nas folhas

Os danos desta praga são devidos a redução da área fotossintética e são mais severos nos meses mais quentes e secos.

▪ Larva-minadora (Liriomyza sp.)

Controle/Manejo:

O controle biológico desta mosca ocorre naturalmente através de parasitoides semelhantes a pequenas abelhas como *Chrysocharis* sp., *Chrysotomya* sp. e *Diglyphus* sp., ambos da família Eulophidae. Estes parasitóides são responsáveis pela manutenção da praga em níveis toleráveis pela cultura.





Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

Microbiolização de sementes

O uso de *Bradyrhizobium* é uma excelente alternativa para suprir a necessidade da planta por nitrogênio, devido a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, essa bactéria em simbiose com o vegetal além de suprir essa necessidade nutricional, ainda é capaz de melhorar diversos outros processos fisiológicos que resultam em melhoria do desempenho agrônômico (HUNGRIA, 2011).

Microbiolização de sementes



O uso de inoculantes que contem essas bactérias tem se mostrado eficiente na fixação biológica de Nitrogênio (FBN) uma importante estratégia para o aumento da produtividade do feijão-caupi. (HUNGRIA, 2011).

Referências

CARDOSO, M.J. et al. Feijão-Caupi: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 2017.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 36 p. (Documentos, 325). 2011.

MANOS M.G.L. & WILKINSON J. **Mapeamento de Controvérsias Socio-técnicas: o Caso da Biofortificação de Alimentos Básicos no Brasil**. In: Atas do 5o Congresso Ibero-Americano em investigação qualitativa, Porto: CIAIQ; 2016. Porto: CIAIQ; 2016.

THAVARAJAH, D. et al. Phytic acid and Fe and Zn concentration in lentil (*Lens culinaris* L.) seeds is influenced by temperature during seed filling period. **Food Chemistry**, v. 122, 2010.



Elaboração

Antonia Alice Costa Rodrigues

Larisse Raquel Carvalho Dias

Anna Christina Sanazário de Oliveira

Erlen Keila Cândido e Silva

Leandra Matos Barrozo

Wantony Yves Rodrigues do Nascimento

Eliza Gonçalves de Sousa



Agradecimentos

À Universidade Estadual do Maranhão;

À Fundação Cargill;

**A todos os membros da Associação de Pequenos
Produtores Rurais Nova União;**

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

**À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão
do Maranhão;**

**E a todos que colaboraram para a execução deste
trabalho**



REALIZAÇÃO:



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

APOIO

Cargill

Fundação Cargill



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
AGROECOLOGIA

Embrapa