

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI EM ESTÁDIO  
INICIAL AO HERBICIDA FOMESAFEN**

**FERNANDO BRENTEL SANCHEZ**

SINOP – MT

2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI EM ESTÁDIO  
INICIAL AO HERBICIDA FOMESAFEN**

**FERNANDO BRENTEL SANCHEZ**

**ORIENTADORA: FERNANDA SATIE IKEDA**

**CO-OREINTADORA: SAYONARA ANDRADE DO COUTO  
MORENO ARANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Agronomia do  
ICAA/CUS/UFMT, como parte das  
exigências para a obtenção do Grau de  
Bacharel em Agronomia.

SINOP – MT

2023

## Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S211t Sanchez, Fernando Brentel Sanchez.  
Tolerância de genótipos de feijão-caupi em estágio inicial ao herbicida fomesafen [recurso eletrônico] / Fernando Brentel Sanchez Sanchez. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 32 f., il. color., pdf). -- 2023.

Orientador: Fernanda Satie Ikeda Ikeda.

Coorientador: Sayonara Andrade do Couto Moreno Arantes Arantes.

TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Cuiabá, 2023. Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



## TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

TÍTULO DO TRABALHO: TOLERÂNCIA DE GENÓTIPOS DE  
FEIJÃO-CAUPI EM ESTÁDIO INICIAL AO HERBICIDA FOMESAFEN

ACADÊMICO: Fernando Brentel Sanchez

ORIENTADOR: Fernanda Satie Ikeda

CO-ORIENTADOR: Sayonara Andrade Do Couto Moreno Arantes

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Fernanda Satie Ikeda**  
Orientador

Documento assinado digitalmente



SAYONARA ANDRADE DO COUTO MORENO

Data: 30/05/2023 11:19:21-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

**Sayonara Andrade do Couto Moreno Arantes**  
Co-orientador

Documento assinado digitalmente



JOSE ANGELO NOGUEIRA DE MENEZES JUNIOR

Data: 31/05/2023 11:55:08-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

**Jose Angelo Nogueira de Menezes Junior**  
Membro

DATA DA DEFESA: 22/05/2022

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato a CNPq e à Embrapa pela oportunidade e agradeço a todos os meus companheiros Felício, Ana Aprigio, Thiago, Helen, por suas disposições no processo de obtenção de dados.

À orientadora, Fernanda Ikeda que me acompanhou durante todo o trabalho me auxiliando para a elaboração e realização deste trabalho.

Aos professores e pesquisadores, Sidnei e Sayonara que me auxiliaram e me orientaram para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
2.1. Feijão-caupi.....	10
2.2. Controle de plantas daninhas.....	11
2.3. Seletividade de herbicidas em feijão-caupi.....	12
2.4. Inibidores da protoporfirinogênio oxidase.....	12
2.5. Fomesafen.....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	20
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	22
<b>ANEXO</b> .....	24

## RESUMO

As plantas daninhas podem ocasionar grandes reduções no rendimento de grãos na cultura do feijão-caupi e poucos são os herbicidas registrados para o seu manejo. Objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância de diferentes genótipos de feijão-caupi ao herbicida fomesafen. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop-MT. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 20 x 2 com 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 20 genótipos (IN-11, IN-14, IN-19, IN-23, IN-35, IN-47, IN-49, IN-70, CO-3, CO-12, FR-21, FR-22, FR-26, FR-28 e as cultivares BRS Itaim, BRS Novaera, BRS Imponente, BRS Tumucumaque, BRS Guariba e BRS Pajeú) e a aplicação de herbicida (com e sem a aplicação de fomesafen). Foi realizada a avaliação de fitointoxicação aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação, utilizando-se o método visual na escala de 0% a 100%, onde 100% representa a morte da planta e 0% ausência de sintomas. Em seguida, retirou-se a parte aérea rente ao solo para avaliação de massa de matéria seca e massa de matéria seca relativa. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os genótipos BRS Guariba, BRS Pajeú, BRS Novaera, BRS Tumucumaque, BRS Itaim, CO-12, CO-3, FR-21, FR-22, FR-26, FR-28, IN-14, IN-19, IN-23, IN-35, IN-49, IN-47 e IN-70 são mais tolerantes que BRS Imponente e IN-11 ao herbicida fomesafen.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, plantas daninhas, herbicida, protox.

## ABSTRACT

Weeds can cause large reductions in grain yield in cowpea crops and few herbicides are registered for their management. The objective of this work was to evaluate the tolerance of different genotypes of cowpea to the herbicide fomesafen. The experiment was carried out in a greenhouse at Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop-MT. The experimental design was in randomized blocks, in a factorial scheme 20 x 2 with 3 repetitions. The treatments consisted of a combination of 20 genotypes (IN-11, IN-14, IN-19, IN-23, IN-35, IN-47, IN-49, IN-70, CO-3, CO-12, FR-21, FR-22, FR-26, FR-28 and the cultivars BRS Itaim, BRS Novaera, BRS Imponente, BRS Tumucumaque, BRS Guariba and BRS Pajeú) and herbicide application (with and without the application of fomesafen). The evaluation of phytointoxication was carried out at 7, 14, 21 and 28 days after application, using the visual method on a scale of 0% to 100%, where 100% represents the death of the plant and 0% the absence of symptoms. Then, the aerial part close to the ground was removed for evaluation of dry matter mass and relative dry matter mass. The results obtained were subjected to analysis of variance with comparison of means by the Scott-Knott test at a 5% probability level. The BRS Guariba, BRS Pajeú, BRS Novaera, BRS Tumucumaque, BRS Itaim, CO-12, CO-3, FR-21, FR-22, FR-26, FR-28, IN-14, IN-19, IN genotypes -23, IN-35, IN-49, IN-47 and IN-70 are more tolerant than BRS Imponente and IN-11 to the herbicide fomesafen.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, weeds, herbicide, protox.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma leguminosa, tradicionalmente cultivada nas regiões Norte e Nordeste e vem se expandindo para o Centro-Oeste do Brasil, sendo uma cultura de grande interesse econômico, por apresentar um ciclo mais curto, boa tolerância ao estresse hídrico e menor necessidade de investimento, sendo uma boa alternativa para segunda safra (MENEZES JÚNIOR et al., 2019). Apesar de apresentar vantagens no seu cultivo, ainda assim está sujeita a grandes interferências de plantas daninhas, pois competem por luz, água e nutrientes, onde dependendo do grau de infestação podem ocasionar uma redução de até 90% no rendimento de grãos (FREITAS et al., 2009).

Nesse contexto, um bom manejo de plantas daninhas é fundamental para o desenvolvimento pleno da cultura, onde o uso de herbicidas pode ser um componente fundamental, permitindo uma elevada eficácia no controle e um custo reduzido, comparado a outras formas de manejo. Quando se faz uso do controle químico, a base para o sucesso é a seletividade, que corresponde às diferentes respostas que a cultura tem, ao entrar em contato com o herbicida, comparado às plantas daninhas expostas ao mesmo tratamento (INOUE & OLIVEIRA JR., 2011).

A cultura do feijão-caupi apresenta apenas 14 herbicidas registrados, sendo os mesmos de 4 mecanismos de ação diferentes (AGROFIT, 2022), além de que apenas um desses herbicidas (imazetapir) é registrado para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas em pós-emergência do feijão-caupi. A falta de produtos registrados e, principalmente de mecanismos de ação diferentes, podem favorecer o surgimento de plantas resistentes, onde o uso frequente do mesmo herbicida ou de herbicidas de mesmo mecanismo gera uma alta pressão de seleção, proporcionando o aparecimento de plantas resistentes (VARGAS & ROMAN, 2006).

Visto que o feijão-caupi é da classe das dicotiledôneas, considera-se fundamental o conhecimento sobre a seletividade de herbicidas para o controle de folhas largas, devido à possível ocorrência de fitointoxicação ao usá-los e, conseqüentemente, possíveis perdas de produtividade. Exemplo disso, pode ser observado em trabalhos que evidenciam que plântulas de milho e algodão não foram tolerantes aos herbicidas nicosulfuron e 2,4-D, sofrendo intoxicação letal, mesmo expostas a subdoses (SILVA; SANTOS; KARAM, 2009).

Os herbicidas inibidores da protoporfirinogênio oxidase (Protox) podem ser uma boa alternativa para controle de plantas daninhas, visto que podem ser aplicados em pós ou em pré-emergência, podendo penetrar pelas raízes, caules e folhas, controlando principalmente dicotiledôneas (RIZZARDI et al., 2008). Entretanto, a falta de conhecimento sobre a

seletividade dos mesmos para diferentes cultivares e de novas linhagens de feijão-caupi restringe seu uso para a cultura.

O conhecimento de novas alternativas para o manejo de plantas daninhas para o feijão-caupi é fundamental para evitar problemas de interferência na cultura, o surgimento de biótipos resistentes, além de possibilitar aplicações seguras na cultura. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a tolerância de genótipos de feijão-caupi, nos estádios iniciais, ao herbicida fomesafen, aplicado em pós-emergência.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Feijão-caupi**

Conhecido popularmente como feijão-caupi ou feijão-de-corda, pertence à ordem Rosales, família Leguminosae, subfamília Papilionoidea, gênero *Vigna* (FREIRE; MILTON; ANTONIO, 1983). Originalmente africana, a cultura do feijão-caupi se espalhou por diversas regiões, chegando até o Brasil no século XVI (FREIRE FILHO, 1988).

O feijão-caupi é um produto alimentício básico para a população, principalmente na região nordeste do Brasil, apresentando alto valor nutritivo, podendo ser consumido na forma de grãos secos, imaturos, conservado ou desidratado, onde também pode ser utilizado como ensilagem, forragem, adubo verde e para conservação de solo (SOARES et al., 2002).

O feijão-caupi responde de diferentes formas às condições climáticas, necessitando de um mínimo de 300 mm de precipitação. Necessidade menor quando comparada à cultura do milho, a qual necessita de 400 a 700 mm de água para completar seu ciclo (SOARES et al., 2002; ALBUQUERQUE & RESENDE, 2007). Em relação à temperatura, o feijão-caupi apresenta um maior desenvolvimento em 29 °C/23 °C (dia/noite), levando a uma maior massa de grãos (ANGELOTTI et al., 2020). Cultivares de feijão-caupi de ciclo médio, adaptadas às regiões de clima quente necessitam de 1.218 graus-dias (G.D.) acumulados para completar todo o seu ciclo (SANTOS & CARVALHO, 2020), enquanto cultivares normais de milho exigem de 890 a 1.220 G.D. (CRUZ et al. 2006).

Podendo ser cultivado em quase todos os tipos de solos, o feijão-caupi necessita de quantidades superiores a 100 kg de nitrogênio por hectare. Contudo, por ser uma planta com eficiência no sistema de fixação por meio de nodulação, ao ser associada com rizóbios específicos e eficientes, não necessita de adubação nitrogenada (SOARES et al., 2002), reduzindo o seu custo de produção.

Dentre as alternativas de cultivo na segunda safra, o feijão-caupi se destaca por seu ciclo mais curto, menor necessidade pluviométrica e reduzido custo com adubos comparado a outras culturas. Em estados como Mato Grosso, nos anos em que o valor do milho está

reduzido, associado à incerteza de chuvas e ao alto risco de semeadura, o feijão-caupi pode ser uma boa alternativa para o cultivo de segunda safra (MENEZES JÚNIOR et al., 2019).

Diversos fatores podem influenciar no desenvolvimento e na produção do feijão-caupi, sendo as plantas daninhas um dos agentes que mais afeta negativamente seu cultivo, pois há trabalhos que mostram que em alta infestação de plantas daninhas, apesar da massa de 100 grãos não variar quando comparado a áreas sem interferência, o rendimento pode ser reduzido em 90% (FREITAS et al. 2009). Resultado semelhante foi visto em trabalhos conduzidos por Matos et al. (1990), mostrando uma redução de 70 a 90% na produtividade.

## **2.2. Controle químico de plantas daninhas**

O manejo de plantas daninhas pode ser realizado de várias formas, destacando-se o controle químico com o uso de herbicidas, que em comparação com outros métodos, é o mais rápido, eficiente, menos dependente de mão de obra e que causa menor dano na estrutura do solo (MACIEL, 2014), porém necessita de maior atenção no manejo, apresentando toxidez para o ser humano e o ambiente e pode permanecer no solo por longos períodos (ROMAN et al. 2007).

Algumas plantas daninhas têm a capacidade de se adaptarem às variadas condições impostas a elas, fazendo com que, em algumas ocasiões, sejam selecionadas plantas com resistência aos herbicidas (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994).

A adoção de estratégias para evitar a seleção de plantas resistentes é importante, visto que a resistência é a capacidade natural e herdável de alguns biótipos, dentro de uma determinada população de plantas, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose, que antes seria letal a uma população suscetível (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ OVEJERO, 2003).

Em culturas onde se utiliza o controle químico, a rotação de mecanismos de ação de herbicidas pode ser uma boa alternativa para se evitar a resistência, utilizando produtos de mecanismos de ação diferentes, porém efetivos sobre o mesmo conjunto de plantas daninhas presentes na área (INOUE & OLIVEIRA JR., 2011).

Segundo o Comitê de Ação à Resistência aos Herbicidas (2022), existem dezessete mecanismos de ação diferentes, sendo que existem apenas quatorze produtos formulados registrados para a cultura do feijão-caupi. Desse total, existem apenas quatro mecanismos de ação diferentes (AGROFIT, 2022), tornando a rotação de mecanismos mais difícil.

## **2.3. Seletividade de herbicidas em feijão-caupi**

A falta conhecimento a respeito da seletividade de um herbicida sobre uma determinada cultura pode ser um grande entrave da utilização do controle químico, sendo classificados como seletivos, os herbicidas que não afetam a cultura, e não-seletivos, os herbicidas que afetam a cultura negativamente (KARAM & OLIVEIRA, 2007).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos para avaliar a seletividade de herbicidas para a cultura do feijão-caupi, sendo verificada a tolerância diferenciada a herbicidas aplicados. Em experimentos utilizando a cultivar BRS Guariba, em estádios V4 e V5, as aplicações em pré-emergência de oxadiazon (600 g i. a. ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone (500 g i. a. ha<sup>-1</sup>) (dois inibidores da Protox) e, em pós-emergência de bentazon (600 g i. a. ha<sup>-1</sup>) e fluazifop-p-butyl (250 g i. a. ha<sup>-1</sup>), além de apresentarem bom controle de plantas daninhas, não alteraram a produtividade, quando comparadas às plantas não expostas aos tratamentos (FONTES; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2013).

A cultivar BRS Xiquexique, em estágio V2, apresentou tolerância aos herbicidas bentazon + fluazifop (720 g + 90 g i. a. ha<sup>-1</sup>), imazamox + fluazifop (50 g + 90 g i. a. ha<sup>-1</sup>), imazamox + bentazon + fluazifop (30 g + 480 g + 90 g i. a. ha<sup>-1</sup>), imazetapyr + fluazifop (100 g + 90 g i. a. ha<sup>-1</sup>) e S-metholachlor (1200 g i. a. ha<sup>-1</sup>). No entanto, as misturas de fomesafen + fluazifop (225g + 90 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e lactofen + fluazifop (168 g + 90 g i. a. ha<sup>-1</sup>) resultaram em severa fitointoxicação na cultura (MESQUITA et al., 2017).

Para a cultivar BRS Aracê, em estágio V2, relatou-se que ao ser tratada com o herbicida bentazon (576 g i. a. ha<sup>-1</sup>), bentazon + imazamox (600 + 28 g i. a. ha<sup>-1</sup>), e imazethapyr (100 g i.a. ha<sup>-1</sup>), inicialmente ocasionaram redução significativa no tamanho das plantas, área foliar e massa de matéria seca. Aos 21 DAA, a altura das plantas era significativamente igual à testemunha. Observou-se que mesmo com os efeitos iniciais a cultivar conseguiu se recuperar em altura, porém sua massa de matéria seca e área foliar eram significativamente menores que a testemunha sem aplicação (BANDEIRA et al. 2017).

#### **2.4. Inibidores da protoporfirinogênio oxidase**

No Brasil, segundo o Comitê de Ação a Resistência aos Herbicidas (HRAC-BR, 2022), existem onze moléculas herbicidas classificadas no grupo dos inibidores da PROTOX (GRUPO E): piraflofem-etílico, flumicloraque-pentílico, flumioxazin, saflufenacil, oxadiazon, carfentrazone-ethyl, sulfentrazone, acifluorfen, fomesafen, lactofen, oxifluorfen.

Os herbicidas inibidores da PROTOX ou PPO atuam sobre a enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO), que é a última enzima comum na via biossintética do grupo heme, como os citocromos, e clorofila (HAO et al., 2011), na qual catalisa a conversão do protoporfirinogênio-IX (protogênio IX) em protoporfirina-IX (proto IX). Nas plantas, a PPO se encontra em duas isoformas codificadas por dois genes nucleares diferentes, PPX1 e PPX2

denominadas PPO1 e PPO2, respectivamente. Nos plastídios, concentra-se a PPO1 e a PPO2 e, na mitocôndria, localiza-se a PPO2 (SALAS et al., 2016).

Os herbicidas da PROTOX, diferente de outros mecanismos de ação, apresentam baixa toxicidade, necessitam de baixas concentrações para o controle, possuem amplo espectro, sendo eficiente no controle de monocotiledôneas e dicotiledôneas, além de ter rápida ação (HAO et al., 2011).

Em trabalho, utilizando-se mudas de milho, descobriu-se que na presença do herbicida tem-se inibição competitiva da enzima PPO, ocasionando um aumento na concentração de protoporfirinogênio-IX (CAMADRO et al. 1991), sendo eles exportados dos plastídios para o citoplasma, onde são oxidados por atividades de enzimas oxidativas insensíveis ao herbicida (JACOBS & JACOBS, 1993).

O protoporfirinogênio-IX acumulado no citoplasma, por não ser oxidado por  $O_2$  na mitocôndria e cloroplastos produz uma protoporfirina fotossensível (HAO et al, 2011). Por sua natureza lipofílica, não retorna para o plastídio (LEHNEN et al., 1990), atuando como um pigmento fotodinâmico, que na presença de luz e oxigênio molecular, gera o oxigênio 'singlet' ( $O^{\cdot}$ ) (BACERRIL & DUKE, 1989), causando peroxidação da membrana e morte celular ao ser exposto à luz (HAO et al, 2011).

## 2.5. Fomesafen

Com o nome comum de fomesafen e o nome químico 5-(2-chloro- $\alpha,\alpha,\alpha$ -trifluoro-p-tolyloxy)-N-methyl sulfonyl-2-nitrobenzamide, trata-se de herbicida pertencente ao grupo químico dos difeniléteres, Grupo E dos mecanismos de ação, sendo um ácido fraco, com pKa de 2,7 a 20 °C e um coeficiente de partição octanol-água ( $K_{ow}$ ) de 794 (ALMEIDA & RODRIGUES, 2018).

O fomesafen é um herbicida seletivo, indicado para o controle de plantas daninhas de folhas largas para as culturas do feijão, soja e algodão. As principais espécies suscetíveis a ele são: caruru, picão-preto, trapoeraba, corda-de-viola, poaia-branca, erva-quente e beldroega (ALMEIDA & RODRIGUES, 2018).

Em trabalhos realizados sobre o controle de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla*, utilizando-se 250 g i. a. ha<sup>-1</sup> do herbicida fomesafen, observou-se controles entre 80% e 90% para *E. heterophylla*, já para *B. pilosa* o controle foi de 92% a 98% para a mesma dose (COBUCCI & MACHADO, 1999).

No solo, o fomesafen se degrada lentamente em condições aeróbicas, apresentando meia-vida de 66 dias (ALMEIDA & RODRIGUES, 2018). Em aplicações de 500 g i. a. ha<sup>-1</sup> do herbicida, observou-se concentrações de 45 partes por bilhão (ppb) de fomesafen aos 212 dias após a aplicação na camada de 0 a 10 cm (COBUCCI, SILVA, PRATES, 1997).

Ao entrar em contato com a planta pode ser absorvido, tanto via foliar, como pelo sistema radicular, translocando-se principalmente via xilema. Por ser um herbicida inibidor da PROTOX, inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase, inibindo a via biossintética do grupo heme e clorofila (HAO et al., 2011).

Em plantas como a soja, por conter uma rápida divisão de difenil-éter resultando em metabólitos inativos, apresenta tolerância ao fomesafen (ALMEIDA & RODRIGUES, 2018), já o *Amaranthus palmeri*, por apresentar mecanismos de sítios não-alvo baseados no citocromo P450 e GST, apresenta casos de resistência ao herbicida fomesafen (VARANASI, BRABHAM, NORSWORTHY, 2018).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Agrossilvipastoril, localizada no município de Sinop-MT. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 20 x 2 com 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 20 genótipos (Tabela 1), e a aplicação de herbicida (com e sem a aplicação de fomesafen).

Foram utilizados vasos de 5 L preenchidos com solo, classificado como argiloso (Tabela 2), peneirado para retirada de torrões, utilizando-se uma peneira de 2 mm. Foram coletadas amostras simples do solo já corrigido, nas camadas de 0-20 cm, para compor uma amostra composta, posteriormente homogeneizada para realizar a análise físico-química do solo. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Antes da semeadura, foi feita a separação e a pesagem de 36 sementes de cada genótipo. Em seguida, foi realizado seu tratamento com piraclostrobina; tiofanato metílico e fipronil, com o produto Standak<sup>®</sup> Top (200 mL p. c./ 100 Kg de sementes).

Na semeadura, os vasos foram umedecidos, sendo depois semeadas seis sementes por vaso em uma profundidade de 3 cm, utilizando-se um molde de acetato para que as sementes ficassem posicionadas do mesmo modo em todas as parcelas e se mantivessem equidistantes umas das outras, proporcionando a mesma quantidade de solo para todas as plantas.

Em seguida, os vasos foram mantidos sob temperatura e irrigação controlada ao longo do experimento em casa de vegetação e foi feita a retirada constante de plantas daninhas, logo após a sua emergência.

**Tabela 1.** Números de trifólios no momento da aplicação de fomesafen das linhagens e cultivares utilizadas no ensaio.

Genótipos	N.º de trifólios
-----------	------------------

---

IN-11	2
IN-14	2
IN-19	1-2
IN-23	1-2
IN-35	2-3
IN-47	1-2
IN-49	1-3
IN-70	1-2
FR-21	1-2
FR-22	1-2
FR-26	1-2
FR-28	1-2
CO-3	0-2
CO-12	1-2
BRS Guariba	1-2
BRS Imponente	0-4
BRS Itaim	1-2
BRS Novaera	1-3
BRS Pajeú	0-1
BRS Tumucumaque	1-2

---

Após a emergência das plantas, o desbaste foi feito para que todos os vasos apresentassem duas plantas. Quando as parcelas estavam com um trifólio, uma adubação de cobertura foi realizada utilizando-se uréia (30 kg ha<sup>-1</sup>) em todas as parcelas.

Foi realizada a aplicação do herbicida fomesafen aos 21 dias após a semeadura, utilizando-se 250 gramas de ingrediente ativo por hectare (g i. a. ha<sup>-1</sup>), sendo essa a dose recomendada para cultura da soja e do feijão-comum. Para isso, utilizou-se 1 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (p. c.) KRUGAR® 250 SL, juntamente com o adjuvante não iônico Break Thru® (0,4 L p.c ha<sup>-1</sup>). O estágio fenológico de cada cultivar e linhagem no momento da aplicação consta na Tabela 1. A aplicação foi feita com um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, provido de

uma barra de 1,5 m de largura, com quatro pontas tipo leque XR 110.02, espaçadas 0,5 m, com volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A avaliação de fitointoxicação foi feita aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), utilizando-se o método visual na escala de 0% a 100%, onde 100% representa a morte da planta e 0% ausência de sintomas (SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995).

**Tabela 2.** Análise química e física do solo utilizado no experimento.

<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>SB</b>
<b>mg dm<sup>3</sup></b>	<b>-----cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>-----</b>				
25,2	0,22	2,88	1,99	0	5,1
<b>pH H<sub>2</sub>O</b>	<b>M.O.</b>	<b>V</b>	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>
	<b>%</b>		<b>-----g kg<sup>-1</sup>-----</b>		
6,2	2,84	69,7	348	172	480

Aos 35 DAA, retirou-se a parte aérea rente ao solo de cada vaso separadamente, utilizando-se tesoura de poda para a avaliação de massa de matéria seca absoluta e relativa, sendo essa última obtida pela relação entre a massa seca do aplicado em relação à testemunha multiplicado por 100. As amostras da parte aérea foram armazenadas em sacos de papel, identificando-as para colocar em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir a massa de matéria seca constante. As amostras foram pesadas com o auxílio de uma balança eletrônica analítica.

Os resultados das avaliações de fitointoxicação e massa de matéria seca foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR versão 5.8.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira avaliação, aos 7 dias após a aplicação (DAA), observaram-se sintomas aparentes de fitointoxicação em todas as parcelas submetidas ao tratamento com fomesafen,

variando de 13 % e 82 % de fitointoxicação (Tabela 3). O herbicida provocou clorose e necrose dos tecidos das plantas e enrugamento da nervura dos folíolos e dos trifólios, sendo esse efeito visível em todas as parcelas submetidas ao herbicida, diferenciando-se apenas no grau dos sintomas. Nas cultivares BRS Imponente e BRS Novaera, também verificou-se necrose na região da gema apical das plantas, sendo um sintoma ausente nos demais genótipos. Com isso, as cultivares BRS Imponente e BRS Novaera foram as que apresentaram maiores valores de fitointoxicação, sendo de 82 % e 71 %, respectivamente (Tabela 3).

Apesar dos sintomas iniciais presentes no tratamento com fomesafen, observou-se que as folhas novas que surgiram após os 7 DAA, se desenvolveram sem sintomas aparentes do herbicida. Resultados semelhantes foram observados por Bandeira et al. (2017) e, segundo esses autores, mesmo se as plantas de feijão-caupi apresentarem severos sintomas de necrose, se a gema não for afetada, provavelmente deve ocorrer a emissão de novas folhas saudáveis.

**Tabela 3.** Fitointoxicação de diferentes genótipos de feijão-caupi aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida fomesafen (250 g i. a. ha<sup>-1</sup>).

Genótipos	N.º de trifólios	Fitointoxicação (%)			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
<b>IN-11</b>	<b>2</b>	<b>31 b</b>	<b>15 a</b>	<b>11 a</b>	<b>9 b</b>
IN-14	2	23 b	13 a	13 b	6 a
IN-19	1-2	28 b	12 a	3 a	1 a
IN-23	1-2	26 b	12 a	6 a	4 a
IN-35	2-3	42 b	8 a	9 a	5 a
<b>IN-47</b>	<b>1-2</b>	<b>21 a</b>	<b>11 a</b>	<b>10 a</b>	<b>12 b</b>
<b>IN-49</b>	<b>1-3</b>	<b>23 b</b>	<b>13 a</b>	<b>13 b</b>	<b>12 b</b>
IN-70	1-2	51 c	22 b	9 a	4 a
FR-21	1-2	14 a	11 a	2 a	6 a
FR-22	1-2	18 a	11 a	15 b	2 a
FR-26	1-2	23 b	7 a	16 b	6 a
FR-28	1-2	27 b	10 a	8 a	5 a
CO-3	0-2	26 b	18 a	15 a	4 a
CO-12	1-2	13 a	2 a	1 a	1 a

BRS Guariba	1-2	29 b	8 a	5 a	3 a
<b>BRS Imponente</b>	<b>0-4</b>	<b>82 d</b>	<b>39 c</b>	<b>22 b</b>	<b>17 b</b>
BRS Itaim	1-2	15 a	6 a	3 a	1 a
<b>BRS Novaera</b>	<b>1-3</b>	<b>71 d</b>	<b>31 c</b>	<b>23 b</b>	<b>17 b</b>
BRS Pajeú	0-1	27 b	20 b	11 a	2 a
BRS Tumucumaque	1-2	26 b	6 a	6 a	2 a
F <sub>Genótipo</sub>		10,19*	7,09*	2,98*	1,7*
F <sub>Bloco</sub>		2,16 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>	2,19 <sup>ns</sup>
CV (%)		25,06	34,37	50,49	75,95

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \* significativo, <sup>ns</sup> não significativo.

Com a ausência de sintomas nas folhas novas, aos 14 e 21 DAA, observaram-se menores médias de fitointoxicação em todos os genótipos tratados com o fomesafen (Tabela 3). Esses resultados se devem, provavelmente, à ação em curto espaço de tempo dos herbicidas inibidores da PROTOX, que contribui para uma baixa translocação do herbicida na planta, além de baixa ou mesmo nula translocação nas folhas (RIZZARDI et al., 2008). A ausência de sintomas visíveis nas folhas novas, pode ser explicada pela sua baixa translocação na planta, onde as folhas novas não sofreram o efeito do herbicida.

Aos 28 DAA, os valores de fitointoxicação variaram entre 1 % e 17 %, sendo as cultivares BRS Novaera e BRS Imponente e as linhagens IN-49, IN-47 e IN-11 as que apresentaram maior fitointoxicação (Tabela 3). No entanto, não houve diferença entre as massas de matéria seca entre parcelas aplicadas e não aplicadas com fomesafen da cultivar BRS Novaera e as linhagens IN-49, IN-47, mesmo apresentando maiores sintomas de fitointoxicação aos 28 DAA, sendo de 16 %, 9 % e 9% respectivamente, (Tabela 4). Com isso, verificou-se que mesmo apresentando sintomas aparentes aos 28 DAA, esses genótipos mantiveram funcional seu metabolismo vegetativo com a produção de fotoassimilados e produção de massa de matéria seca e se igualando às suas respectivas testemunhas (Tabela 4). Mancuso et al. (2016) também observaram que a aplicação de fomesafen na cultivar BRS Novaera causou fitotoxicidade, embora não tenha sido observada diferença significativa na produtividade de grãos, comparando-se à suas testemunhas sem aplicação.

**Tabela 4.** Massa de matéria seca absoluta e relativa da parte aérea dos genótipos com e sem a aplicação de fomesafen (250 g i. a. ha<sup>-1</sup>) aos 35 DAA.

Genótipos	Massa de matéria seca (g)		Massa de matéria seca relativa (%)
	Fomesafen (250 g i. a. ha <sup>-1</sup> )	Testemunha	
<b>IN-11</b>	<b>4,247 A</b>	<b>7,681 B</b>	<b>68.60 a</b>
IN-14	6,738 A	7,802 A	88.30 a
IN-19	5,652 A	5,781 A	97.93 a
IN-23	5,740 A	5,934 A	96.00 a
IN-35	7,434 A	7,917 A	95.90 a
IN-47	6,240 A	7,034 A	88.53 a
IN-49	6,638 A	8,345 A	84.40 a
IN-70	6,485 A	6,302 A	102.96 a
FR-21	4,216 A	4,052 A	104.60 a
FR-22	4,486 A	4,176 A	114.40 a
FR-26	5,418 A	5,521 A	100.60 a
FR-28	8,863 A	6,792 A	164.00 b
CO-3	5,819 A	6,919 A	86.30 a
CO-12	5,114 A	4,670 A	110.33 a
BRS Guariba	6,240 A	5,075 A	133.80 b
<b>BRS Imponente</b>	<b>5,503 A</b>	<b>8,683 B</b>	<b>61.86 a</b>
BRS Itaim	6,658 B	4,075 A	167.30 b
BRS Novaera	5,876 A	6,395 A	98.36 a
BRS Pajeú	4,170 A	5,813 A	94.80 a
BRS Tumucumaque	5,909 A	7,003 A	85.50 a
F <sub>Genótipo</sub>	2,31*		1,9*
F <sub>Bloco</sub>	5,04*		3,87*
CV (%)	25,22		32,66

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \* significativo.

Em relação a cultivar BRS Guariba, a aplicação de fomesafen, causou efeito semelhante aos observados na cultivar BRS Novaera submetida a mesma aplicação (MANCUSO et al., 2016). Entretanto, em outros trabalhos observaram-se resultados

diferentes com a aplicação do herbicida fomesafen (250 g ha<sup>-1</sup>) na cultivar BRS Guariba. Assim, verificou-se severa intoxicação nessa cultivar com redução de sua produtividade e retardamento do crescimento vegetativo (LINHARES et al., 2014). O mesmo foi encontrado em trabalhos conduzidos por Fontes, Oliveira e Gonçalves (2013), onde mesmo o fomesafen proporcionando um bom controle de plantas daninhas, provocou alta fitointoxicação e redução na produtividade do feijão-caupi.

Resultados diferentes dos citados foram obtidos em trabalhos realizados por Oliveira et al. (2013), ao avaliar o efeito do fomesafen sobre a cultivar BRS Tumucumaque, pois observou-se menor altura e alta fitointoxicação às plantas com a aplicação do herbicida. Silva et al. (2016), utilizando a cultivar BRS Tumucumaque, concluíram que mesmo o fomesafen sendo aplicado em diferentes épocas (15 e 28 dias após a emergência), o herbicida proporcionou redução no número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e do rendimento de grãos em comparação à testemunha livre de plantas daninhas.

As diferenças nos resultados obtidos em outros trabalhos citados podem ser explicadas, pelo seu local de execução (a campo), onde outros fatores podem potencializar uma redução na atividade metabólica da planta. Trabalhos realizados por Inoue et al. (2014) sobre a aplicação de herbicidas para pinhão manso, observaram valores numericamente maiores de fitointoxicação nas plantas tratadas a campo do que as tratadas em casa de vegetação.

No campo, as plantas estão sujeitas à maior exposição às condições ambientais, como mudanças de temperatura, umidade, luz e vento, que podem afetar a eficácia do herbicida, além da diferença na densidade de plantas, diferença na composição química, biológica e física do solo. Por outro lado, as plantas em casa de vegetação são protegidas dessas condições (AZANIA, 2014). Solos arenosos proporcionam maior toxicidade em comparação a solos mais argilosos, por apresentarem uma menor capacidade de troca de cátions, não ocorrendo a sorção do herbicida no solo, fazendo com que maiores concentrações do herbicida permaneçam na solução do solo, podendo ser absorvido pela raiz (KLINGMAN et al., 1975).

As linhagens CO-12, CO-3, FR-21, FR-22, FR-26, FR-28, IN-14, IN-19, IN-23, IN-35 e IN-70 e as cultivares BRS Guariba, BRS Pajeú, BRS Tumucumaque mesmo com a fitointoxicação inicial, não apresentaram diferença na produção de massa de matéria seca quando comparadas às testemunhas (Tabela 4), indicando serem tolerantes ao herbicida. Os genótipos IN-11 e BRS Imponente foram os únicos que apresentaram massa de matéria seca significativamente menor no tratamento com fomesafen, quando comparado com suas respectivas testemunhas (Tabela 4), mostrando uma redução no acúmulo de fotoassimilados na parte aérea.

Entre os genótipos avaliados, destaca-se também a cultivar BRS Itaim, onde a massa de matéria seca da parcela tratada com fomesafen foi significativamente maior que a testemunha (Tabela 4). Também ao verificar a massa de matéria seca relativa, observou-se que as cultivares BRS Guariba e BRS Itaim e a linhagem FR-28 foram superiores quando comparados às suas respectivas testemunhas (Tabela 4). Esse efeito pode ter ocorrido por uma resposta compensatória da planta ao desequilíbrio em sua homeostase, causado pelo herbicida, ocorrendo o efeito de hormese. Tal efeito ocorre com o uso de uma substância considerada tóxica que, em determinadas doses, pode estimular o desenvolvimento vegetativo (CALABRESE & BALDWIN, 2000).

A linhagem IN-11 e a cultivar BRS Imponente, além de apresentaram os valores mais altos de fitointoxicação, tiveram sua produção de massa de matéria seca comprometida, sendo inferior às suas respectivas testemunhas.

## 5. CONCLUSÕES

As cultivares BRS Guariba, BRS Pajeú, BRS Novaera, BRS Tumucumaque e BRS Itaim, assim como as linhagens CO-12, CO-3, FR-21, FR-22, FR-26, FR-28, IN-14, IN-19, IN-23, IN-35, IN-49, IN-47 e IN-70 são mais tolerantes que a cultivar BRS Imponente e a linhagem e IN-11 ao herbicida fomesafen.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGOSTINETTO, D. et al. **Manejo de plantas daninhas**. Embrapa trigo, 2015.

ALVES, R. M. et al. Efeito alelopático de *Libidibia ferrea* Mart. sobre o vigor das sementes de feijão-caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 3, p. 476-479, 2019.

AMORIM DA SILVA, D. et al. Caracterização de plantas daninhas em área rotacionada de milho e feijão-caupi em plantio direto. **Scientia Agropecuaria**, v. 9, n. 1, p. 7-15, 2018.

ANGELOTTI, F. et al. Cowpea development under different temperatures and carbon dioxide concentrations. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, 2020.

BANDEIRA, H. F. S. et al. Crescimento inicial do feijão-caupi após aplicação de herbicidas em pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 2, p. 112-121, 2017.

BARROS, J. R. A. et al. Crescimento inicial de cultivares de feijão-caupi em cenário climático futuro. 2018.

- BECERRIL, J. M.; DUKE, S. O. Protoporphyrin IX content correlates with activity of photobleaching herbicides. **Plant physiology**, v. 90, n. 3, p. 1175-1181, 1989.
- BEZERRA, J. M. et al. Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 41-47, 2019.
- CALABRESE, Edward J.; BALDWIN, Linda A. Defining hormesis. **Human & experimental toxicology**, v. 21, n. 2, p. 91-97, 2002.
- CAMADRO, J. M. et al. Kinetic studies on protoporphyrinogen oxidase inhibition by diphenyl ether herbicides. **Biochemical journal**, v. 277, n. 1, p. 17-21, 1991.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, p. 507-515, 2003.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. da. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, p. 13-20, 1994.
- COBUCCI, T.; MACHADO, E. Seletividade, eficiência de controle de plantas daninhas e persistência no solo de imazamox aplicado na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, v. 17, p. 419-432, 1999.
- COBUCCI, T. et al. Carryover effect of fomesafen, applied on edible bean, on sucessional maize. **Planta Daninha**, v. 15, p. 180-189, 1997.
- CORDEIRO, L. G. et al. fator de sensibilidade ao déficit hídrico da cultura do feijão caupi (*vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 153-157, 1998.
- CORRÊA, M. J. P. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão caupi. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, 2015.
- CRUZ, J. C. et al. Manejo da cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular técnica, 87).
- DUKE, S. O. Herbicide-resistant crops: agricultural, economic, environmental, regulatory, and technological aspects. **Crc Press**, 2018.
- FILHO, R. VQ et al. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, v. 84, 2011.
- FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J.; GONÇALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 2013.
- FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P.; DE MORAIS, R. R. Tolerância do feijão-caupi ao herbicida oxadiazon. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 110-115, 2010.
- FONTES, J. A.; OLIVEIRA, I. J.; GONÇALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Herbicidas** v.12, n.1, p.47-55, jan./abr. 2013.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. Características botânicas e agronômicas de cultivares de feijão macáassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Teresina: EMBRAPA-UEPAE Teresina, 1981. 40 p. (EMBRAPA-UEPAE Teresina. Boletim de Pesquisa, 4).

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 12, p. 1369-1372, 1983.

FREITAS, F. C. L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, p. 241-247, 2009.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 470-476, 2008.

GUISCHEM, J.M. et al. Crescimento e desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays*, L.) em semeadura tardia e sua relação com graus-dia e radiação solar global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 251-260, 2001.

HAO, G. F. et al. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor: an ideal target for herbicide discovery. **CHIMIA International Journal for Chemistry**, v. 65, n. 12, p. 961-969, 2011.

JACOBS, J. M.; JACOBS, N. J. Porphyrin accumulation and export by isolated barley (*Hordeum vulgare*) plastids (effect of diphenyl ether herbicides). **Plant Physiology**, v. 101, n. 4, p. 1181-1187, 1993.

JUNIOR, D. L. T. et al. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi sob quatro manejos na Amazônia Ocidental. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 427-435, 2020.

KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. Seletividade de herbicidas na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2007. 8p. (Circular técnica, 98).

KUKORELLI, G.; REISINGER, P.; PINKE, G. ACCase inhibitor herbicides—selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. **International journal of pest management**, v. 59, n. 3, p. 165-173, 2013.

LINHARES, C. M. et al. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+ imazamox. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 41-49, 2014.

MARKUS, C. et al. **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas**. Mato Logia, p. 324.

MANCUSO, M. A. C. et al. Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista Ceres**, v. 63, p. 25-32, 2016.

MATOS, V. P. et al. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. 1991.

MENEZES JUNIOR, J. A. et al. A cultura do feijão-caupi em Mato Grosso. **Embrapa Agrossilvipastoril**, 2019.

NASCIMENTO, J. T.; PEDROSA, M. B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 174-177, 2004.

NASCIMENTO, S. P. et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 853-860, 2011.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, Brasil: Omnipax, 2011.

OLIVEIRA, M. B. et al. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados em diferentes épocas em pós-emergência do feijão-caupi. **Revista Unimontes Científica**, v. 15, n. 1, p. 62-70, 2013.

PASQUET, R. S. Morphological study of cultivated cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Importance of ovule number and definition of cv gr Melanophthalmus. **Agronomie**, v. 18, n. 1, p. 61-70, 1998.

PEREIRA, L. S. et al. Manejo de plantas daninhas e rendimento de feijão-caupi utilizando plantas de cobertura do solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 23044-23059, 2020.

PEREIRA FILHO, J. V. et al. Crescimento vegetativo do feijão-caupi cultivado sob salinidade e déficit hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 11, n. 8, 2017.

PINHEIRO, R. A. et al. CC&T. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 37, n. 2, p. e26617, 2020.

RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Embrapa Meio-Norte. 2002.

RIZZARDI, M. A. et al. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho**, p. 105-144, 2004.

ROMAN, E. S. et al. Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Passo Fundo: Berthier, 2007.

SALAS, R. A. et al. Resistance to PPO-inhibiting herbicide in *Palmer amaranth* from Arkansas. **Pest management science**, v. 72, n. 5, p. 864-869, 2016.

SANTOS, H. T.; DE CARVALHO, D. F. Graus dias acumulados para a cultura do feijão caupi. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 2506-2512, 2020.

SAUSEN, D. et al. Biotecnologia aplicada ao manejo de plantas daninhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 23150-23169, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBPCPD. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: **SBPCPD**, 1995. 42 p.

SOUZA CRUZ, A. B. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura do feijão-caupi na Savana Amazônica. **Nativa**, v. 6, n. 6, p. 625-630, 2018.

SOUSA LINHARES, C. M. et al. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon + imazamox. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 41-49, 2014.

SILVA, A. C. et al. Diagnóstico da produção de feijão-caupi no nordeste brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 2, 2018.

SILVA, A. F. A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.

SILVA, K. S. et al. Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 32, p. 197-205, 2014.

SILVA, J. A. A.; SANTOS, MAD; KARAM, D.. Efeito de fitointoxicação dos herbicidas nicosulfuron e 2, 4-D em plântulas de milho e algodão. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo**, 2009.

SILVA, M. B. et al. Produtividade e componentes de rendimento de feijão-caupi sob efeito de herbicidas aplicados em pós-emergência. **Revista Unimontes Científica**, v. 18, n. 2, p. 76-83, 2016.

TOLLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductve development in maize. A review. **Maydica**, v. 22, p. 49-75, 1977.

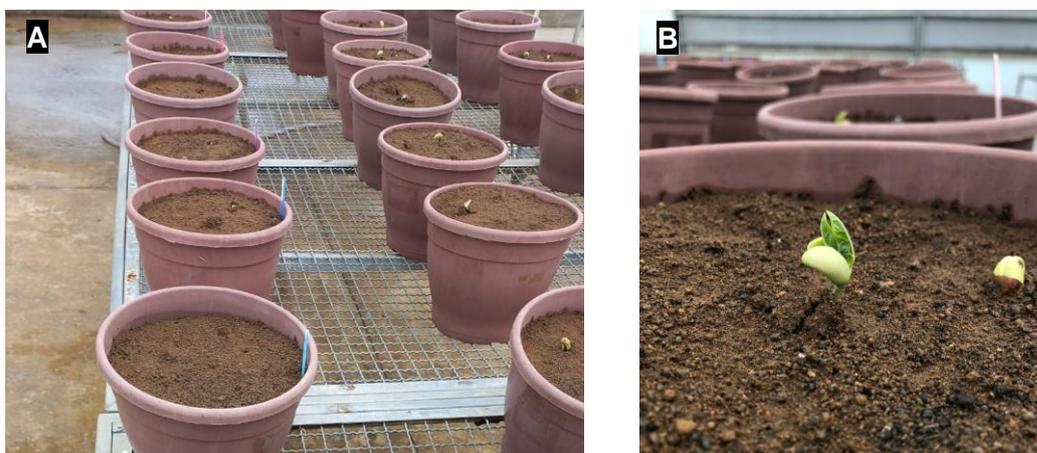
VARANASI, V. K.; BRABHAM, C.; NORSWORTHY, J. K. Confirmation and characterization of non-target site resistance to fomesafen in palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). **Weed Science**, v. 66, n. 6, p. 702-709, 2018.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. **Embrapa Trigo**, v. 58, p. 22, 2006.

VENCILL, W. K. et al. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. **Weed Science**, v. 60, n. SP1, p. 2-30, 2012.

XAVIER, G. R. et al. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 1, 2006.

## 6. ANEXOS



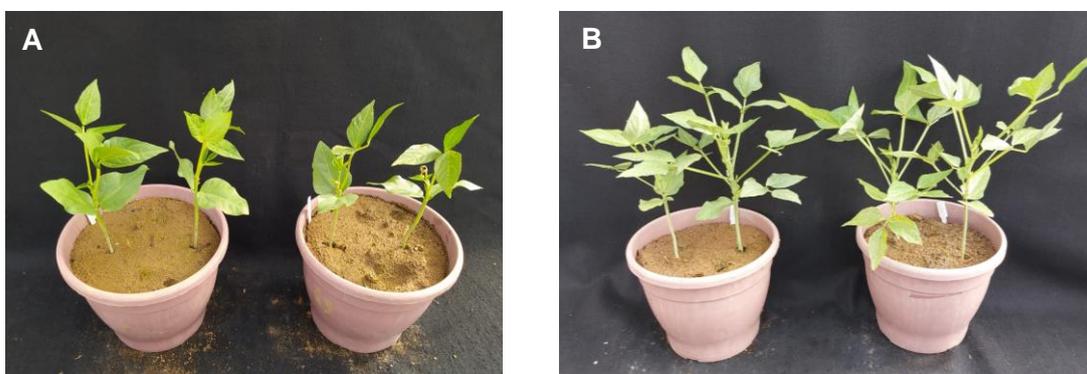
**Figura 1.** A) Vasos em casa de vegetação dois dias após a semeadura dos genótipos de feijão-caupi; B) Feijão-caupi após a emergência.



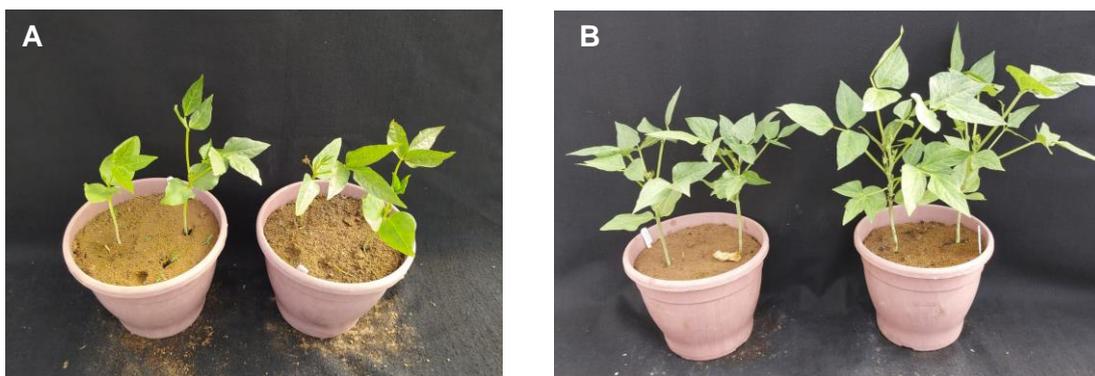
**Figura 2.** A) Plantas dos genótipos de feijão-caupi no dia da aplicação do herbicida fomesafen; B) Início dos sintomas após a aplicação do herbicida fomesafen; C) Ensaio alguns dias após a aplicação do herbicida fomesafen.



**Figura 3.** Linhagem FR-28 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



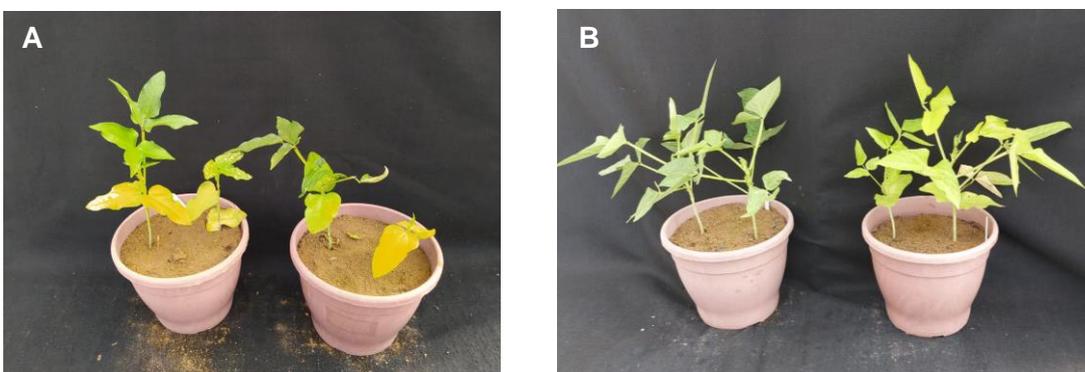
**Figura 4.** Linhagem IN-19 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 5.** Linhagem IN-23 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



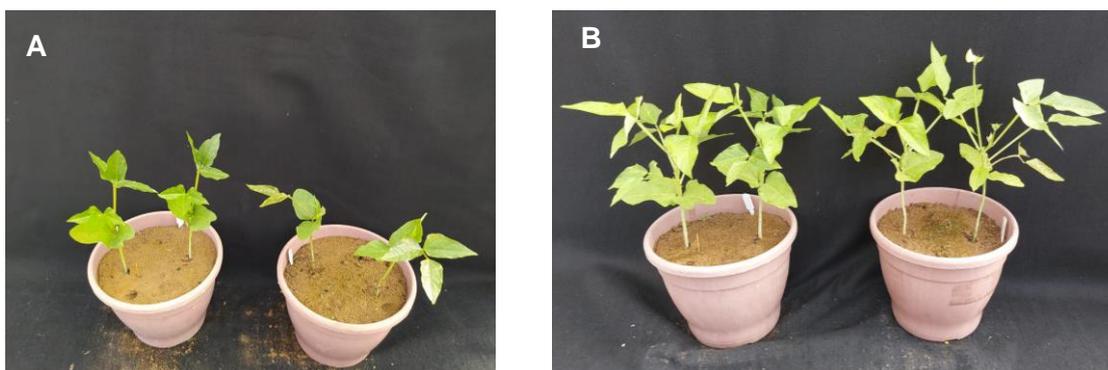
**Figura 6.** Linhagem IN-49 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



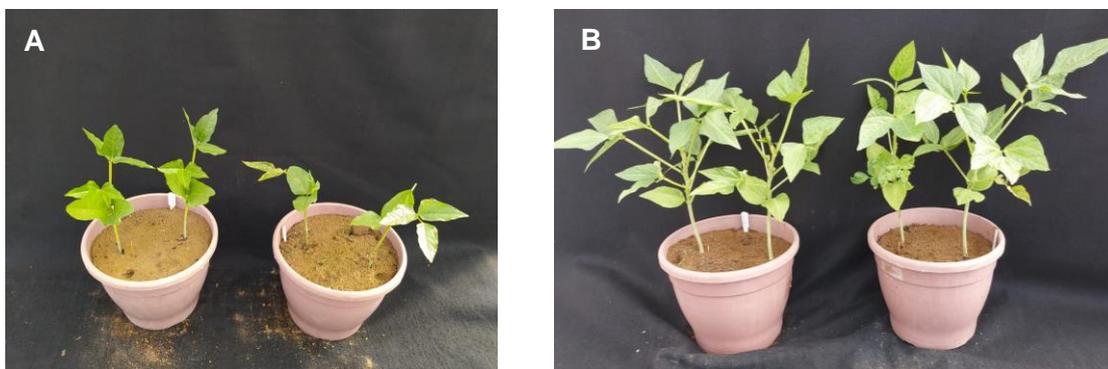
**Figura 7.** Cultivar BRS Pajeú aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 8.** Cultivar BRS Tumucumaque aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 9.** Linhagem CO-12 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 10.** Linhagem IN-14 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 11.** Linhagem IN-47 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



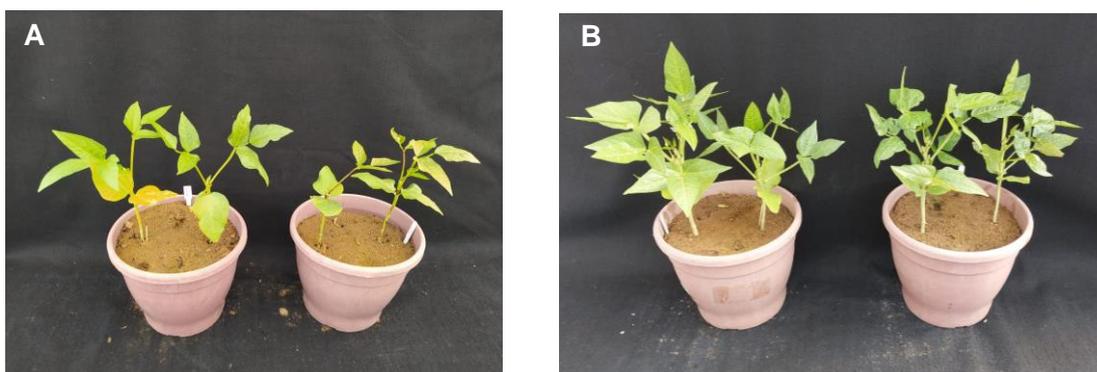
**Figura 12.** Linhagem FR-26 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 13.** Linhagem FR-21 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 14.** Linhagem FR-22 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



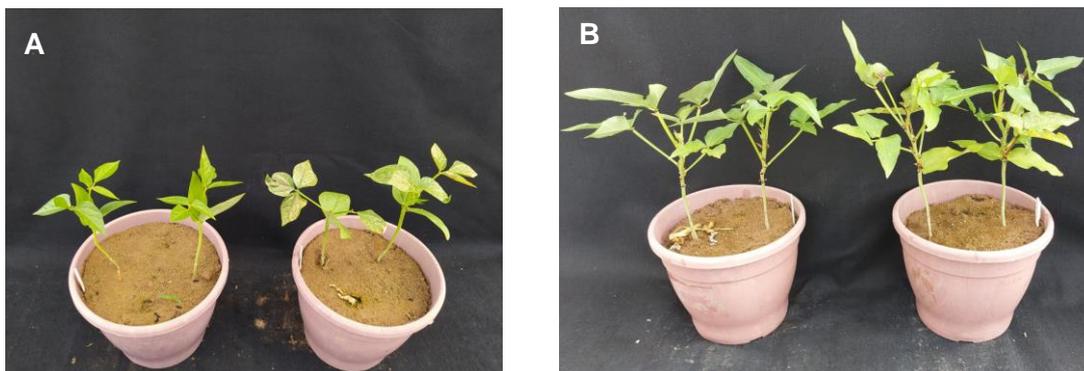
**Figura 15.** Linhagem IN-11 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 16.** Linhagem IN-35 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 17.** Cultivar BRS Novaera aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



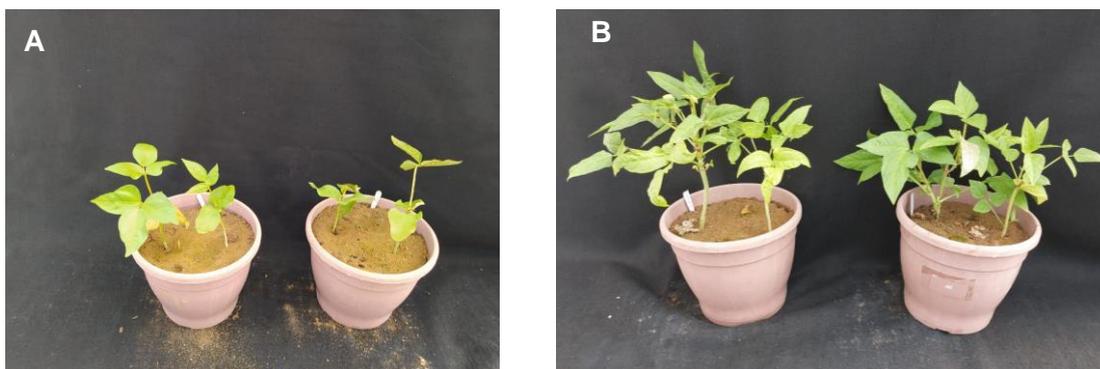
**Figura 18.** Cultivar BRS Guariba aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 19.** Cultivar BRS Itaim aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 20.** Linhagem IN-70 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 21.** Cultivar BRS Imponente aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.



**Figura 22.** Linhagem CO-3 aos 7 DAA (A) e aos 35 DAA (B), sendo à esquerda sem aplicação e à direita com aplicação de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fomesafen.