



ANA FLÁVIA GODINHO ALVARENGA

**EMPREGO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO
FEIJOEIRO-COMUM VISANDO À MAXIMIZAÇÃO DO
POTENCIAL PRODUTIVO**

**LAVRAS – MG
2022**

ANA FLÁVIA GODINHO ALVARENGA

**EMPREGO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO
FEIJOEIRO-COMUM VISANDO À MAXIMIZAÇÃO DO
POTENCIAL PRODUTIVO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi
Orientador
Doutorando Antônio Henrique Fonseca de Carvalho
Coorientador

**Lavras - MG
2022**

RESUMO

Na cultura do feijoeiro-comum a interferência de plantas daninhas pode ocasionar reduções no seu potencial produtivo. Desse modo, o emprego correto dos herbicidas possibilita maior eficiência no controle das plantas daninhas. Entre os herbicidas pré-emergentes recomendados para a cultura do feijoeiro-comum, destacam-se o s-metalacloro e a flumioxazina. Devido à baixa disponibilidade de produtos registrados para a cultura, objetivou-se avaliar a seletividade em diferentes doses dos herbicidas Diclosulam (Spider®), Flumioxazina + Imazetapir (Zetamaxx®), Flumioxazina (Flumizyn®) e S-Metalacloro (Dual Gold®) na cultura do feijoeiro-comum. O trabalho foi realizado no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária (Fazenda Muquém) no município de Lavras/MG. O delineamento estatístico adotado foi de blocos casualizados, composto por 13 tratamentos e três repetições. A cultivar utilizada no experimento foi a de feijão carioca ANfC9, sendo os tratamentos constituídos pelo controle e os demais com aplicação dos herbicidas pré-emergentes. Realizou-se avaliação de fitotoxicidade aos 7 dias após a aplicação dos herbicidas, utilizando uma escala de 1 a 9, sendo a nota 1 sem dano e a nota 9 morte da planta. Além disso, foi estimada a produtividade de grãos por hectare, realizando a correção da umidade para 13%. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, seguido pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Observou-se uma diferença significativa na produtividade e fitotoxicidade das plantas. Em relação a produtividade o tratamento que merece destaque é o Imazetapir + Flumioxazina na dose de 0,3 L ha⁻¹ atingindo o valor médio de 1.295 kg ha⁻¹. A menor produtividade observada foi do Diclosulan na dose de 42 g ha⁻¹ com o valor médio de 621 kg ha⁻¹. Independente da época de avaliação o capim-amargoso foi a planta daninha de maior ocorrência. Existe correlação negativa entre as notas de fitotoxicidade e o peso de mil sementes. Conclui-se que é indispensável o manejo das plantas daninhas principalmente no que tange ao emprego de herbicidas seletivos. Há ganho de produtividade utilizando o herbicida Imazetapir + Flumioxazina nas concentrações 0,3 e 0,4 L ha⁻¹.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Controle químico. Produtividade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM	5
2.2 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS.....	6
2.3 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÃO.....	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁICAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro-comum é de fundamental importância econômica e social no mundo, especialmente no Brasil, tendo em vista que está incluído na alimentação básica brasileira. É uma fonte de energia com baixo teor de gordura e muito rica em proteína. O consumo interno no país foi de 2.850 mil toneladas, com área estimada de ocupação do feijoeiro de 2.930,1 mil hectares e produção de 3.027 mil toneladas (CONAB, 2022).

Tendo em vista a importância da cultura, vale salientar que o feijão é sensível a estresses bióticos e abióticos. Dentre os fatores bióticos destaca-se a influência exercida pelas plantas daninhas. Desse modo, é válido destacar que as plantas espontâneas causam interferência na cultura do feijoeiro, as quais podem ser acometidas principalmente pela alelopatia e pela competição por recursos de crescimento como nutrientes, água e luz (EPAGRI, 2012; PEREIRA et al., 2015). Essa interferência tem potencial de proporcionar perdas significativas de produtividade e, como consequência, acaba reduzindo a qualidade do produto final.

Ao analisar a sensibilidade do feijão a competição com as plantas daninhas é fundamental que o feijoeiro seja mantido livre da presença destas plantas, especialmente durante o período de 15 aos 30 dias após a emergência, período no qual havendo interferência é mais prejudicial ao desenvolvimento da cultura. Dessa forma, é necessário que seja feito o controle, sendo então utilizado o controle cultural, preventivo, mecânico e/ou químico (EMBRAPA, 2013; GALON et al., 2018).

Dentre os métodos de controle das plantas daninhas no feijoeiro, o controle químico é o método mais utilizado pois proporciona uma melhor eficácia, além de ser mais econômico. Contudo, para a utilização deste método é necessário mencionar a época de aplicação, a dose registrada, tecnologia de aplicação, seletividade e principalmente reconhecer os produtos recomendados para a cultura. Logo, se esses fatores não forem atendidos pode-se propiciar perdas de produtividade, por causa de danos ocasionados pelos herbicidas (TAKANO et al., 2015; PEREIRA et al., 2015).

Diante do exposto, merece destaque o potencial de dano oriundo da aplicação ou não dos herbicidas na cultura do feijão-comum, sendo então, essencial reconhecer as alterações dos componentes de produção e se será eficaz no controle ou não das plantas daninhas. Portanto, objetivou-se avaliar a seletividade em diferentes doses dos herbicidas Diclosulam (Spider®), Flumioxazina + Imazetapir (Zetamaxx®), Flumioxazina (Flumizyn®) e S-Metalacloro (Dual Gold®) na cultura do feijoeiro-comum, assim como se o emprego de herbicida em pré-emergência afeta a produtividade da cultura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM

O feijoeiro-comum pertence ao gênero *Phaseolus* e a família Fabaceae, tendo origem no continente americano. Dentre as 55 espécies do gênero *Phaseolus*, apenas cinco são cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. e *P. polyanthus*, dentre elas, a mais importante e a mais utilizada no mundo é *Phaseolus vulgaris* (feijão-comum) (DEBOUCK, 1993).

A população brasileira possui um consumo interno de 2.850 mil toneladas, com área estimada de ocupação do feijoeiro de 2.930,1 mil hectares, 0,2% a mais que a safra 2020/2021, tendo estimativa de produção 3.027 mil toneladas, 5,2% maior que a safra anterior (CONAB, 2022). Dessa forma, o volume nacional estimado para o feijão-comum de cores de primeira safra é de 545,9 mil toneladas, e que Minas Gerais possui 123,7 mil hectares semeados com a cultura nesta primeira safra, tendo como expectativa de produção 183,8 mil toneladas (CONAB, 2022)

Tendo em vista a importância da cultura, é lícito pontuar sobre a fisiologia da cultura do feijoeiro-comum, a qual apresenta um crescimento inicial mais lento nos primeiros vinte dias, produzindo apenas cinco por cento da massa seca total da cultura. O feijoeiro possui um sistema radicular superficial, exibindo porte baixo, tendo um ciclo curto se comparado a outras culturas. Vale atentar que, o feijoeiro apresenta taxas máximas de fotossíntese em intensidades de radiação solar relativamente baixas e que é considerada planta C3 (PARREIRA, 2009; FONTES et al., 2013).

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*) pode ser cultivado em diversas épocas do ano, com isso, sendo dividido em três épocas de cultivos. A primeira safra ou safra das “águas”, segunda safra ou safra da “seca” e terceira safra ou safra de “outono-inverno”. A primeira safra a semeadura é realizada geralmente entre agosto e outubro, as vezes pode ser prolongada até novembro e dezembro, já a segunda safra é concretizada entre janeiro e abril e a terceira é feita a partir de maio até julho (WANDER et al., 2014; BARBOSA et al., 2012).

Vale evidenciar que os Estados como Goiás, Distrito Federal e alguns municípios de Minas Gerais, tem adotado o vazio sanitário devido a problemas fitossanitários, com o objetivo de reduzir a população de mosca-branca (*Bremisia tabaci*), que consiste em não cultivar feijão entre os dias cinco de setembro a cinco de outubro em oitenta municípios do sudoeste goiano, e entre os dias vinte de setembro até o dia vinte de outubro, no Distrito Federal, Minas Gerais e no noroeste goiano, atendendo cento e quarenta e três municípios (EMBRAPA, 2017).

Salienta-se que o feijoeiro por ser cultivado em diversas épocas do ano pode ser adequado em diferentes sistemas de cultivo e em diferentes condições edafoclimáticas. Dessa maneira, fica exposto a interferência de diversas espécies de plantas daninhas que pode acarretar reduções no seu potencial produtivo.

2.2 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

A cultura do feijão pode ser cultivada durante todo o ano e em diversas regiões do país, com isso, está suscetível a interferência de ampla diversidade de plantas daninhas, competindo por água, luz, nutrientes e diversos outros fatores, ocasionando significativa redução da produtividade e da qualidade dos grãos colhidos (ARAÚJO et al., 2018; GALON et al., 2018). Desse modo, para o controle dessas plantas espontâneas, podem ser adotadas diversas práticas a fim de proporcionar uma redução da infestação (LORENZI, 1994).

Vale pontuar que o período mais crítico em que as plantas daninhas geram maior danos à cultura do feijão são os primeiros trinta dias após a emergência da cultura. Por ser uma planta que apresenta um ciclo curto, apresenta sensibilidade à competição com outras espécies de plantas (STONE; SARTORATO, 1994; FRANCESCHETTI et al., 2019). Após esse período crítico, a planta daninha não é prejudicial para a produtividade. Contudo, pode ocasionar danos no processo de colheita, como redução do rendimento, na colheita mecanizada, aumento de impurezas, podendo ocorrer um aumento do banco de semente dessas plantas daninhas, acarretando prejuízos em safras futuras (CTSBF, 2009; VIDAL et al., 2010).

O manejo das plantas daninhas pode ser efetuado de forma preventiva ou realizando controle mecânico, cultural ou químico. As medidas preventivas são utilizadas a fim de reduzir a entrada de propágulos na área. Alguns exemplos deste método é o uso de sementes certificadas, limpeza de máquinas e implementos, quebra ventos, controle de plantas daninhas em carreadores e estradas. Outro manejo que pode ser adotado para controle das plantas daninhas é o manejo cultural, no qual uma estratégia é diversificar o cultivo, como por exemplo, aplicar rotação ou sucessão de cultura, outra maneira e a variação de espaçamento e população de plantas e cobertura verde, dentre outras, direcionadas à supressão das plantas daninhas (EMBRAPA, 1999; DE OLIVEIRA, 2018).

Dessa forma, um método a mais que tem capacidade de ser utilizado para o controle das plantas daninhas é o controle mecânico que é exercido por meio de capina manual, tração animal ou mecânico, porém é um método ineficiente para as espécies de plantas daninhas que se propagam de forma vegetativa (COBUCCI, 2010). No controle mecânico só é recomendado

para áreas de plantio convencional, em função que ocorre o revolvimento do solo para fazer a eliminação das plantas daninhas (EMBRAPA, 1999; DE OLIVEIRA, 2018).

O método mais utilizado na cultura do feijoeiro é o controle químico, especialmente nas médias e grandes propriedades, pois ele possui diversas vantagens, entre elas, a rapidez e eficiência, além de ressaltar a aplicação quando o solo apresenta condições de umidade mais elevada. No entanto, para a utilização desse método é necessário possuir conhecimento sobre aspectos relacionados como a aplicação, as plantas daninhas, a cultura, as características do herbicida, as condições edafoclimáticas, as propriedades químicas do solo e as condições favoráveis para a aplicação. Em relação a temperatura para ser feita as aplicações deve ser inferior a 25°C e umidade relativa em torno de 60% (CTSBF, 2012; TIMOSSO; FREITAS, 2011).

Para ser feito o controle químico deve-se utilizar herbicidas, produtos que atuam em diferentes rotas metabólicas, que podem ser classificados através do grupo químico das moléculas e do mecanismo de ação (FEDTKE, 2012). Os mecanismos de ação estão relacionados ao sítio de ação específico das plantas onde o herbicida atua, sendo frequente a inibição de enzimas das vias metabólicas das plantas (DAYAN et al., 2010). Após serem absorvidos pelas plantas espontâneas e atuarem nos sítios de ação, podem acarretar uma sequência de eventos bioquímicos e fisiológicos nas plantas levando-as a morte (DEVINE et al., 1993).

Diante do exposto, é importante saber sobre o controle químico, que pode ser concretizado em diferentes formas de aplicação, podendo ser em pré-emergência ou pós-emergência com uso isolado ou combinado dos herbicidas. Quando é feito o uso em pré-emergência o herbicida deve ser aplicado após a semeadura e antes da emergência da cultura e das plantas daninhas, com a finalidade de inibir a germinação e/ou emergência das plantas daninhas, garantindo assim, que na fase primordial da cultura ela estará sem a competição pelas plantas espontâneas. Frequentemente os herbicidas aplicados em pré-emergência possuem um efeito residual, que consiste na permanência do produto no solo por um determinado período de tempo, promovendo uma maior eficácia no controle das plantas daninhas (EMBRAPA, 1999).

Outra forma de aplicação é a pós-emergência, em que é feita a utilização do herbicida após a emergência da cultura e das plantas daninhas. Desse modo, para essa aplicação devem ser utilizados herbicidas seletivos quando aplicado em área total e quando é feita a aplicação localizada pode-se utilizar os não seletivos. Os herbicidas usados em pós-emergência devem

ser aplicados quando as plantas daninhas ainda se encontram nos primeiros estádios fenológicos, normalmente com menos de quatro folhas verdadeiras (EMBRAPA, 1999).

Portanto, apesar de ser o método químico mais utilizado, ele pode apresentar alguns problemas, pois a cultura do feijão é susceptível à fitointoxicação advinda do uso de herbicidas, mesmo os que possuem registro para a cultura (CIESLIK et al., 2014). Em relação ao feijoeiro, deve associar medidas de controle visando reduzir a interferência das plantas daninhas na cultura, ainda que não causem danos ao feijoeiro. Logo, ao adquirir conhecimento geral do sistema de cultivo é possível determinar qual a melhor opção a ser utilizada.

2.3 HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES

Diante dos fatos supracitados, como a cultura possui um período crítico que são os primeiros 30 dias após a emergência é interessante realizar a aplicação de herbicida pré-emergente para realizar o controle das plantas daninhas nessa fase primordial para a cultura. Ao efetuar o controle, evita sua competição com a cultura e como o herbicida pré-emergente apresenta um efeito residual mais longo promove o controle das plantas espontâneas que ainda estão emergindo do banco de sementes (PATEL, 2018).

Com o intuito de controlar as plantas daninhas com produtos de pré-emergência é necessário saber quais são os herbicidas registrados para a cultura, que corresponde os s-metalaclo e o flumioxazina, entre outros. Atualmente, são encontrados cerca de 15 grupos químicos e 26 moléculas de herbicidas registrados para a cultura do feijão (AGROFIT, 2022). Dentre os herbicidas existe uma pequena disponibilidade com aplicação em pré-emergência da cultura.

O s-metalaclo (Dual Gold®) é seletivo para a cultura do feijoeiro, possui eficiência no controle de plantas daninhas como gramíneas e algumas eudicotiledôneas, exemplo capim-colchão ou milhã (*Digitaria horizontalis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim-arroz ou capim-canevão (*Echinochloa crusgalli*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), caruru-roxo ou caruru (*Amaranthus hybridus*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), capim-colchão ou milhã (*Digitaria horizontalis*) e capim-marmelada ou capim-papuã ou marmelada (*Brachiaria plantaginea*). Este herbicida pertence ao grupo das cloroacetanilida como mecanismo de ação, que é inibidor da síntese de ácidos graxos de cadeia longa (AGROFIT, 2022).

A flumioxazina (Flumyzin 500®) pode ser utilizada em pré e pós-emergência. É um herbicida seletivo, de contato que possui registro para a cultura do feijão e que pode ser utilizado para o controle de folhas largas e folhas estreitas, como por exemplo corda-de-viola (*Ipomoea*

grandifolia), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), hortelã (*Hyptis lophanta*) e picão-preto (*Bidens pilosa*). O mecanismo de ação deste herbicida é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e é pertencente ao grupo Ciclohexenodicarboximida (AGROFIT, 2022).

Dentre os herbicidas registrados para a cultura do feijão, existe uma limitação de produtos para ser efetuada uma rotação de mecanismos de ação, controle de algumas plantas daninhas, especialmente as de folha larga. Com isso, é necessário pesquisar sobre outros produtos para ser utilizados na cultura, desse modo, dois herbicidas com potencial são o Zethamaxx© e o Spider®.

O flumioxazina + Imazetapir (Zethamaxx©) é utilizado na cultura da soja (*Glycine max*) e no amendoim (*Arachis hypogaea*), mas não possui registro para o feijão. Este herbicida possui como grupo químico Ciclohexenodicarboximida e Imidazolinona. Tem como mecanismo de ação a inibição da síntese de ALS e atua por inibição da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (AGROFIT, 2022).

O diclosulam (Spider®) é utilizado na soja (*Glycine max*), tem registro para esta cultura, mas não possui para o feijão. Este herbicida possui como grupo químico sulfonanilidas triazolopirimidinas e tem como mecanismo de ação os inibidores da acetolactato sintase (AGROFIT, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Lavras (MG), no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária - Fazenda Muquém, situada à latitude de 21°14'S, longitude 45°00'W e altitude de 918 m. O clima do município de Lavras possui duas estações definidas, seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. É do tipo Cwa (subtropical, com verão chuvoso e inverno seco), segundo a classificação de Köppen; com precipitação e temperatura média anual de 1529,7 mm e 19,5 °C, respectivamente. As precipitações, temperaturas médias e umidades relativas mensais são detalhadas na Figura 1.

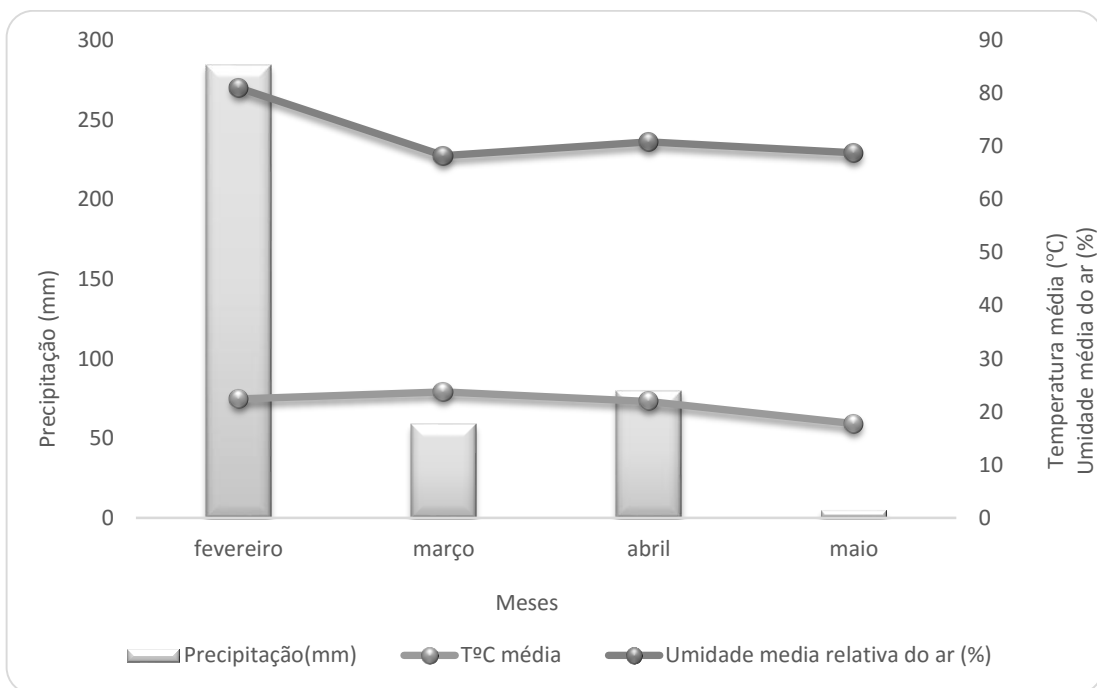


Figura 1 – Representação gráfica das precipitações médias pluviométrica e temperaturas. Médias mensais ocorridas em Lavras no ano de 2022.

Fonte: INMET/BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, Estação de Lavras 2022.

A área possui solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférico-típico (LVdf) (EMBRAPA, 2013), possui 52% de argila, 32% de areia e 16% de silte. Na tabela 1 é apresentada a caracterização dos atributos químicos do solo da área anteriormente à implantação do experimento.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo coletado na área experimental anterior à implantação do experimento.

Prof. (cm)	pH H ₂ O	K ---	P ⁱ mg dm ⁻³	S -	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	MO	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
					----- cmol _c dm ⁻³ -----							%	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----				
0 a 20	6,1	116	24,6	19,1	3,3	0,9	0,1	2	4,5	6,5	69	2,2	0,2	0,1	54,3	20,6	2,6	
20 a 40	5,8	98	28,4	6,3	2,1	0,5	0,1	2,9	2,8	5,7	51	2,4	-	-	-	-	-	

SB= Soma de bases; CTC t= CTC efetiva; CTC T= CTC à pH 7; m= saturação por alumínio;
V= saturação por bases; P-rem= fósforo remanescente.1 Resina.

Fonte: Do autor (2022)

A semeadura do feijão foi realizada após o cultivo do milho, não sendo realizado nenhum tipo de intervenção mecânica, plantio sob sistema de plantio direto sob palha. A cultivar utilizada foi a ANfC9, sendo semeada de forma mecanizada, utilizando uma profundidade de 5 cm, com população de 240 mil plantas, a época do plantio corresponde com a segunda safra, no qual foi concretizado o plantio no dia quinze de fevereiro de 2022.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados completos, composto por 13 tratamentos e três repetições (Tabela 2). As parcelas foram compostas por seis linhas de seis metros de comprimentos, espaçadas de 0,6 m entre linhas, perfazendo uma área de 21,6 m².

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos de pré-emergentes comerciais utilizados para o experimento.

Tratamento	Pré-emergente	Ingrediente ativo	Dose do produto comercial	Dose de ingrediente ativo aplicada
1	Controle no sujo	-	-	-
2	Dual Gold	S-Metalacloro	0,6 L ha ⁻¹	576 g ha ⁻¹
3	Dual Gold	S-Metalacloro	0,8 L ha ⁻¹	768 g ha ⁻¹
4	Dual Gold	S-Metalacloro	1,25 L ha ⁻¹	1200 g ha ⁻¹
5	Flumizyn	Flumioxazina	75 g ha ⁻¹	37,5 g ha ⁻¹
6	Flumizyn	Flumioxazina	100 g ha ⁻¹	50 g ha ⁻¹
7	Flumizyn	Flumioxazina	125 g ha ⁻¹	62,5 g ha ⁻¹
8	Zethamaxx	Flumioxazina+ Imazetapir	0,4 L ha ⁻¹	40 g ha ⁻¹ de Flumioxazina + 80 g ha ⁻¹ de imazetapir
9	Zethamaxx	Flumioxazina+ Imazetapir	0,3 L ha ⁻¹	30 g ha ⁻¹ de Flumioxazina + 60 g ha ⁻¹ de imazetapir
10	Zethamaxx	Flumioxazina+ Imazetapir	0,2 L ha ⁻¹	20 g ha ⁻¹ de Flumioxazina + 40 g ha ⁻¹ de imazetapir
11	Spider	Diclosulam	24 g ha ⁻¹	20,1 g ha ⁻¹
12	Spider	Diclosulam	36 g ha ⁻¹	30,2 g ha ⁻¹
13	Spider	Diclosulam	42 g ha ⁻¹	35,3 g ha ⁻¹

Fonte: Do autor (2022)

O controle químico foi realizado um dia após a semeadura da cultura do feijoeiro-comum, para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra munida com seis pontas de pulverização tipo leque, com ângulo de 110°, com pressão média de 2,0 bar ele produz gotas médias e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. A capina manual (Tratamento controle no sujo) foi realizada uma única vez na mesma data da aplicação dos herbicidas.

Para a avaliação das espécies de plantas daninhas, foi determinada a quantidade de plantas daninhas por m², para isso, foi utilizado um quadro de 0,25 X 0,25 m, lançado uma vez em cada parcela de forma aleatória. Sendo considerado o número de plantas daninhas presentes na área, e posteriormente determinado a porcentagem de indivíduos das populações presentes na área aos 7, 14 e aos 21 dias após a aplicação do herbicida.

As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas de acordo com a intoxicação das plantas pela identificação visual dos danos na cultura do feijão, sendo realizadas aos 7 dias após a aplicação dos herbicidas. As notas foram referentes a média de três repetições, sendo atribuídas com base na escala de notas da European Weed Research Council (EWRC) conforme Melhiorança (1984): 1: sem dano; 2: pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas; 3: pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas; 4: forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem contudo, ocorrer necrose (morte do tecido); 5: necrose (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhadas de deformação em folhas e brotos; 6: mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrose (deformação); 7: mais de 80% das folhas e brotos destruídos; 8: danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes nas plantas; 9: morte da planta. No mesmo dia foi realizada a avaliação de stand, com isso, foi transformado os dados de fitotoxicidade para porcentagem de plantas com fitotoxicidade.

Para a estimativa de produtividade foi feita a colheita do feijoeiro, após treze semanas do plantio, sendo colhida a área útil da parcela, que correspondem as duas linhas centrais, de forma manual, seguida por trilha mecanizada. Os grãos trilhados foram pesados, transformados para kg ha⁻¹ e, os resultados corrigidos para 13% de grau de umidade dos grãos. Para avaliação dos componentes de produção, coletou-se cinco plantas dentro da área útil, sendo avaliados número vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos totais (NGT) e peso de mil sementes (PMS).

Os dados foram submetidos à análise de variância, visando testar a homogeneidade das variâncias (RAMALHO et al, 2000). O agrupamento de médias foi realizado pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico R.

Após as avaliações de plantas daninhas, os dados obtidos foram submetidos a uma análise de intervalo de confiança, apresentado por Leemis & Trivedi (1996), no qual gera um intervalo de confiança exato, utilizando a distribuição de F, com auxílio do programa estatístico R, do mesmo modo foi gerado um gráfico de incidência de plantas daninhas por tratamento.

Com os dados de produtividade, fitotoxicidade e peso de mil sementes, eles foram submetidos a uma correlação de Pearson entre as variáveis, sendo submetidas ao teste T para verificar a significância da correlação, ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa estatístico R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para os caracteres produtividade de grãos, número de vagens por plantas (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos totais (NGT), fitotoxicidade (FITO) e peso de mil sementes (PMS) estão representados na Tabela 3. Obteve-se boa precisão experimental, exceto para a variável fitotoxicidade. As estimativas do coeficiente de variação variaram entre 8,57 a 29,68. A maior magnitude do coeficiente de variação foi observada para o caráter fitotoxicidade, com 29,68 %.

Para produtividade de grãos e número de grãos por vagens, o CV% estimado foi de média magnitude, inferior a 20%. Este fato reflete a adequada condução dos experimentos, associado à homogeneidade das parcelas experimentais. Além disso, é oportuno destacar que quanto maior o número de repetições, melhor serão as estimativas e a precisão associada às inferências e as recomendações agronômicas (RAMALHO et al., 2012). De acordo com as análises, é possível verificar que apenas para os caracteres produtividade e fitotoxicidade detectou-se diferença significativa (com 5% de probabilidade).

Tabela 3: Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) para os caracteres produtividade (PROD) média (kg.ha¹), peso de mil sementes (gramas), Número de grãos totais (NGT), Número de vagens por planta (NVP), Número de grãos por vagens (NGV) e Fitotoxicidade (FITO).

FV	GL	Quadrado Médio					
		PROD	NVP	NGT	NGV	FITO	PMS
Tratamento	12						
Manejo	11	128369*	275,36	5343,4	0,43359	142,727*	568,26
Manejo vs testemunha	1	347	378,72	2524,7	0,53409	177,231*	1326,8
CV		13,37	7,37	7,33	14,81	29,68	8,57
Média Geral		943,57	43,12	159,54	3,62	11,82	265,2

Fonte: Do autor (2022)

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, notou-se a formação de dois grupos para produtividade de grãos. É evidente um decréscimo de produtividade principalmente em relação ao herbicida Diclosulan, em qualquer dosagem utilizada, perfazendo uma diminuição de 52% na produtividade na maior dosagem do produto comercial, 42 g ha⁻¹, quando comparado ao tratamento que obteve maior média (Flumioxazina + Imazetapir – 0,3 L ha⁻¹).

Considerando o intervalo de confiança da diferença de duas médias (dados não apresentados), detectou-se diferença entre os tratamentos Imazetapir + Flumioxazina nas concentrações 0,3 e 0,4 L ha⁻¹ e o S-Metalacloro na concentração 0,8 L ha⁻¹ quando comparados com a testemunha. Para os demais não se observou diferença significativa.

Tabela 4 – Produtividade de grãos em kg ha⁻¹, peso de mil sementes (PMS) e fitotoxicidade das plantas em função da aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura do feijoeiro-comum.

Tratamento	Produtividade	PMS	Plantas com Fitotoxicidade (%)
Imazetapir + Flumioxazina – 60 g ha ⁻¹ + 30 g ha ⁻¹	1.295 A	267	13,3 B
Imazetapir e Flumioxazina - 80 g ha ⁻¹ + 40 g ha ⁻¹	1.194 A	271	13 B
S-Metalacloro – 768 g ha ⁻¹	1.182 A	258	2,6 A
Flumioxazina – 37,5 g ha ⁻¹	1.101 A	273	9,6 B
Controle no sujo	953 B	245	0 A
S-Metalacloro – 1200 g ha ⁻¹	941 B	280	1 A
Flumioxazina – 50 g ha ⁻¹	929 B	259	18,6 B
Flumioxazina – 62,5 g ha ⁻¹	850 B	298	17,7 B
Imazetapir e Flumioxazina - 40 g ha ⁻¹ + 20 g ha ⁻¹	842 B	267	12,6 B
Diclosulan – 30,2 g ha ⁻¹	805 B	253	4 B
S-Metalacloro – 576 g ha ⁻¹	772 B	271	2,3 A
Diclosulan – 20,1 g ha ⁻¹	768 B	251	0,3 A
Diclosulan – 35,3 g ha ⁻¹	621 B	251	0,7 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo.

Fonte: Do autor (2022)

Merece destaque o aumento na produtividade utilizando o produto comercial Zetamaxx © na dosagem de 0,3 L ha⁻¹ (Imazetapir + Flumioxazina). De modo análogo, acréscimo na produtividade utilizando herbicidas foi encontrado por Senhori et al., (2021), o qual concluíram que o tratamento com herbicida imazethapyr+clomazone propiciam os melhores resultados, inclusive maior que a testemunha capinada, corroborando os achados do presente trabalho.

Hass et al., (2021) retratam uma diferença significativa na produtividade da soja, demonstrando uma menor produtividade entre os tratamentos Diclosulam 41,7 g ha⁻¹ e S-metolachlor 2 L ha⁻¹ quando comparados à testemunha. Confirmando os relatos apresentados no presente estudo.

Com relação à avaliação de fitotoxicidade (Tabela 4), as plantas expressaram porcentagem de sintomas diferentes devido a aplicação de alguns produtos em específico. Isso pode ser explicado primeiramente devido a alguns herbicidas não possuem recomendação para a cultura do feijoeiro-comum, e pela dosagem superior. Desse modo, embora o Diclosulam não tenha apresentado sintomas de fitotoxicidade visual nas folhas das plantas de feijão no dia da avaliação, contudo, diante de dados não apresentados, apresentou uma redução no

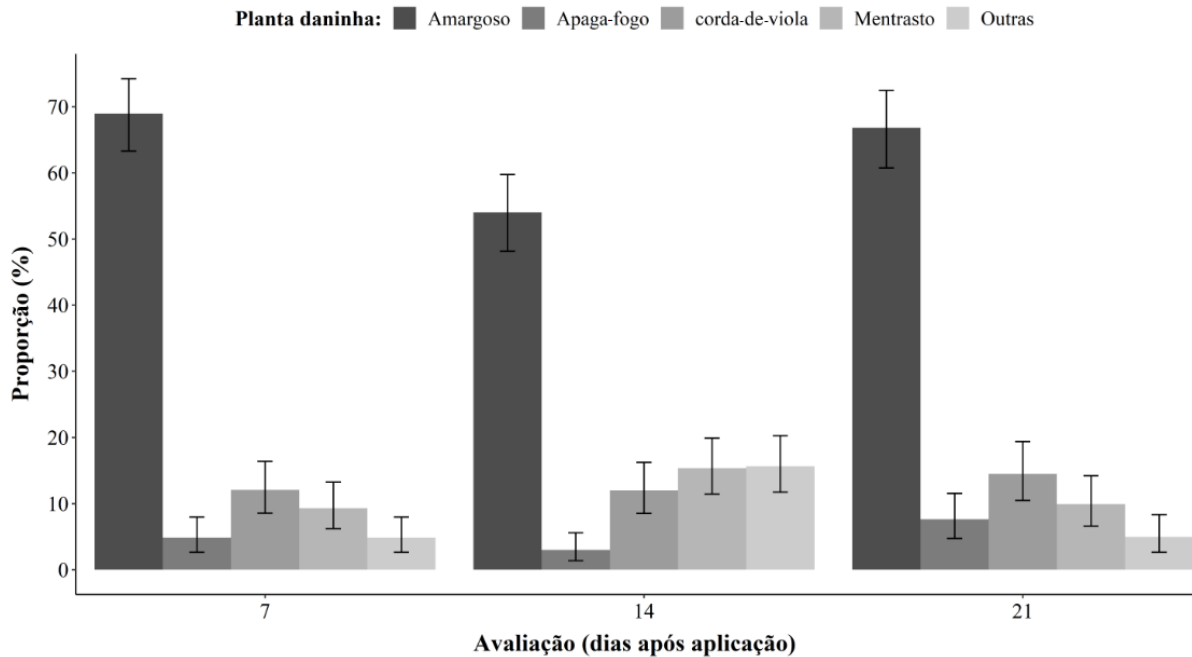
crescimento e um atraso de aproximadamente três dias para o florescimento, quando comparado com os outros tratamentos, além disso podem ter exibido alguma fitotoxicidade oculta, levando à menores produtividades (COSTA et al., 2021).

Observou-se que o herbicida com o princípio ativo Flumioxazina, apresentou fitotoxicidade, porém, sem grandes impactos na produtividade. Nesse sentido, Galon et al., (2017), relatam que alguns herbicidas causam fitotoxicidade, porém, as moléculas são detoxificadas e a cultura pode se recuperar em poucos dias após a aplicação.

Junior et al., (2018) demonstram que o emprego de diclosulam na concentração de 25 g ha⁻¹ proporcionou baixa intoxicação às plantas de feijão-caupi, e que ao longo das outras avaliações as plantas voltaram a apresentar desenvolvimento semelhante ao registrado na testemunha sem aplicação. Constataram também, que o uso dos herbicidas flumioxazin + imazethapyr na concentração 100 + 50 g ha⁻¹ e flumioxazin na concentração de 50 g ha⁻¹ inibiram a germinação do feijão-caupi, sendo caracterizado como fitotoxicidade. Fato similar também foi observado no presente estudo.

Para o caráter peso de mil sementes (Tabela 4), os tratamentos não se diferiram estatisticamente, porém de acordo com a tabela de médias para o PMS observou-se uma grande diferença entre o tratamento que obteve maior PMS (Flumizin, 125 g ha⁻¹) e o último colocado, o controle, com uma diferença de 17,8% de diminuição do peso de mil sementes. Cruz et al., (2018) observaram uma diferença significativa no peso de mil sementes. Em seu estudo utilizaram diferentes herbicidas tanto pré-emergentes, quanto pós-emergentes e, analisando o PMS das sementes de feijão-caupi, verificaram diferença entre os tratamentos, fator contraditório ao encontrado no presente estudo.

As porcentagens de plantas daninhas, nas avaliações de 7, 14 e 21 dias estão apresentados na Figura 2. É notório que o capim amargoso (*Digitaria insularis*) foi a planta daninha de maior incidência independente da época de avaliação. Considerando o (intervalo de confiança de proporção), notou-se aos sete dias que há diferença entre a proporção de capim-amargoso frente as demais plantas daninhas. Dentre as demais espécies não há diferença significativa (Figura 2). Aos 14 dias detectou-se diferença entre a proporção de capim-amargoso e apaga-fogo, que também diferiram das demais plantas daninhas. Aos 21 dias tem-se o mesmo padrão detectado aos sete dias após à aplicação. Deve considerar esse risco, contudo, que conforme mencionado anteriormente independente da época de avaliação o capim-amargoso foi a espécie de maior prevalência. Estes resultados corroboram com os achados na literatura (SOSSMEIER, 2020), no qual retrata sobre a alta incidência do capim-amargoso, bem como denotam o alto grau de tolerância desta planta daninha aos herbicidas.



As barras localizadas no final das barras coloridas representam o intervalo de confiança.

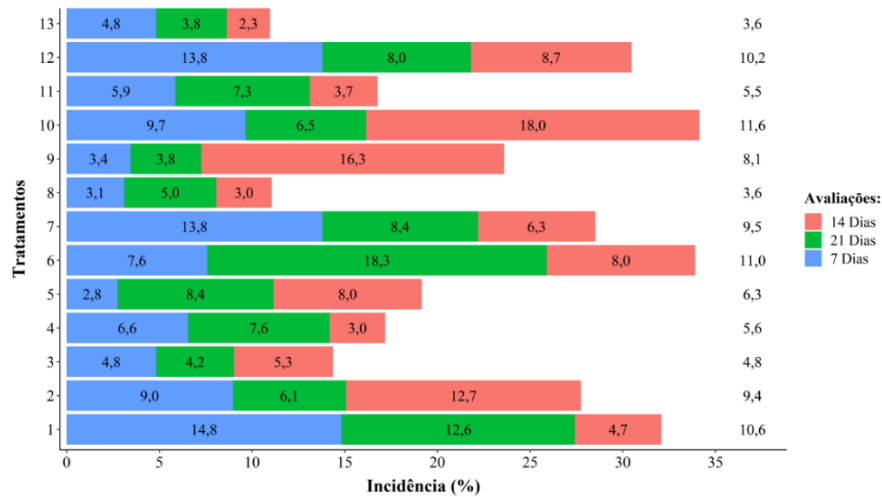
Figura 2 – Porcentagem de plantas daninhas na área total aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes.

Fonte: Do autor (2022)

Diante dos dados apresentados na Figura 3 é possível observar as incidências das plantas daninhas em porcentagem em cada tratamento e nos três períodos de avaliação (7, 14 e 21 dias). Na primeira avaliação o tratamento 1 que corresponde ao controle no sujo foi o que apresentou maior incidência de planta daninha, e os tratamentos 7 e 12 apresentaram o mesmo valor de 13,8% de incidência, sendo o segundo com maior porcentagem de plantas daninhas na primeira avaliação. Já na segunda avaliação que foi realizada aos 14 dias os tratamentos que apresentaram a maior incidência de planta daninha foram os tratamentos 10, 9 e 2 que correspondem ao tratamento com Flumioxazina + Imazetapir $0,2 \text{ L ha}^{-1}$, $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ e S-Metalacloro $0,6 \text{ L ha}^{-1}$ respectivamente. E por fim, a última avaliação feita aos 21 dias obteve que os tratamentos 6, 1, 5 e 7, os dois últimos possuem a mesma porcentagem de incidência das plantas daninhas, apresentaram as maiores incidências, sendo que os tratamentos mencionados correspondem a Flumioxazina 100 g ha^{-1} , controle no sujo, Flumioxazina 75 g ha^{-1} e Flumioxazina 125 g ha^{-1} respectivamente.

Em relação a incidência plantas daninhas em relação a área total avaliada notou-se que os tratamentos 13, 8 e 3 foram os que obtiveram menor porcentagem, sendo os dois primeiro com a mesma porcentagem de incidência, atingindo o valor de 3,6% e o tratamento 3 obteve

valor de 4,8%, os tratamentos correspondem ao Diclosulam 42 g ha⁻¹, Flumioxazina + Imazetapir 0,4 L ha⁻¹ e o S-Metalacloro 0,8 L ha⁻¹ respectivamente.



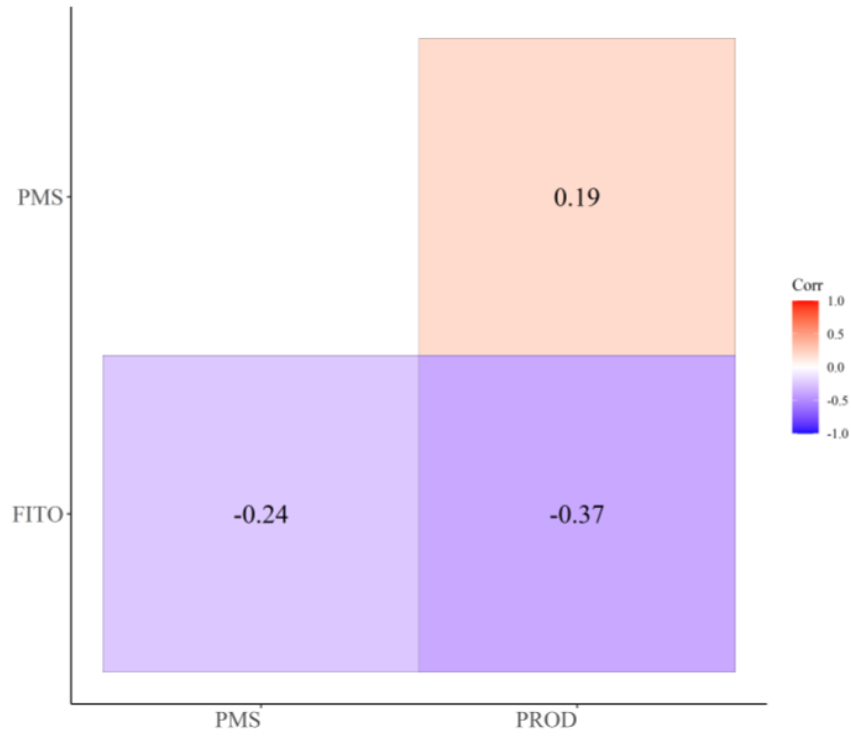
A coluna com números próximos a legenda indica a incidência plantas daninhas em relação a área total avaliada

Figura 3 – Porcentagem de plantas daninhas por tratamento aos 7, 14 e 21 dias após realizar os tratamentos.

Fonte: Do autor (2022)

Uma hipótese que alicerça o surgimento de plantas daninhas mesmo após a aplicação de herbicida é devido ao banco de sementes (POST, 1998). Galon et al., (2011), afirmam que o número de plantas daninhas presente na área e sua posterior germinação é decorrente de alguns mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas (intrínsecos a semente) podendo ser variável entre as espécies.

Com objetivo de se estudar o efeito da fitotoxicidade na produtividade de grãos, bem como no PMS, procedeu-se o estudo de correlação (Figura 4). Notou-se que, embora exista correlação entre os caracteres, a mesma foi de média/baixo magnitude. Muito embora a correlação não tenha sido expressiva, notou-se que os 61% observados na variação no PMS, pode ser explicado pelas notas de fitotoxicidade. Fica evidente então, que as injúrias causadas pelos herbicidas podem influenciar negativamente na produtividade do feijoeiro-comum.



Dados de R2

Figura 4 – Correlação entre caracteres de peso de mil sementes (PMS), produtividade (PROD) e fitotoxicidade (FITO).

Fonte: Do autor (2022)

6. CONCLUSÃO

Há ganho de produtividade utilizando o herbicida Imazetapir + Flumioxazina nas concentrações $60 \text{ g ha}^{-1} + 30 \text{ g ha}^{-1}$ e $80 \text{ g ha}^{-1} + 40 \text{ g ha}^{-1}$ e o S-Metalacloro na dose 768 g ha^{-1} .

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Consulta de Produtos Formulados. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 17 jun. 2022.

ARAÚJO, K.C. et al. Crescimento do feijoeiro sob efeito de adubação e competição com plantas daninhas. **Nativa**, v.6, n.1, p.20-26, 2018.

BARBOSA, F. R. et al. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. 2012.

CIESLIK, L. F.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Fomesafen toxicity to bean plants as a function of the time of application and herbicide dose. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 36, n. 3, p. 329-334, 2014.

COBUCCI, T. Árvore do conhecimento feijão: controle mecânico. Embrapa, Brasília, DF, 2010. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_115_262003155847.html . Acesso em: 17 jun. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 6 sexto levantamento, março 2022.

COSTA, J. C., MOREIRA, S. G., CARVALHO, A. H. F. de, PIMENTEL, G. V., TORRES, D. R. Q., e SILVA, J. C. R. Efficacy of tank mixtures of post-emergence herbicides in common bean. **Revista Agrogeoambiental**, v.12, n.4, p.122-1332021.

CRUZ, A. B. de S.; ROCHA, P. R. R.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ALVES, J. M. A.; CRUZ, D. L. de S.; FINOTO, E. L.; SANTOS, G. X. L. dos. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura do feijão-caupi na savana amazônica. **Nativa**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 625-630, 2018.

CTSBF, Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão. Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira. 2. Ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157p.

CTSBF. Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira. [S. l.: s. n.], 2009.

DAYAN, F. E.; DUKE, S. O.; GROSSMANN, K. Herbicides as probes in plant biology. **Weed Science**, v. 58, n.3, p. 340-350, 2010.

DE OLIVEIRA, M. F. et al. Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. P. 13-21, 2018.

DEBOUCK, D. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. (Ed.). Common beans, Research for cropim provement. Cali-COL: CAB International, CIAT, p.55-118. 1993.

DEVINE, M.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action; secondary physiological effects of herbicides. *Physiology of Herbicide Action*. New Jersey: PrenticeHall, p.177-188, 1993.

EPAGRI. 2012. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Informações técnicas para o cultivo de feijão na região Sul brasileira. Florianópolis: Comissão Técnica Sul-Brasileira de Feijão. 157p

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região nordeste brasileira 2013 - 2014. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 1-199, 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Feijoeiro em Plantio Direto. 21.ed. Santo Antônio de Goiás p.10- 48, 1999.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 2013. 353p

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de>

noticias//noticia/26838011/vazio-sanitario-do-feijao-comeca-no-dia-20>. Acesso em 31 ago. 2022.

FRANCESCHETTI, M.B. et al. Interference of *Urochloa plantaginea* on morphophysiology and yield components of black beans. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.9, p.272-280, 2019.

FEDTKE C. Biochemistry and physiology of herbicide action. Springer Science E Business Media, 2012, 204p.

FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J.; GONÇALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de herbicidas**, v.12, n.1, p.47- 55, 2013.

GALON, L. et al. Associação de herbicidas para o controle de plantas daninhas em feijão do tipo preto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 4, p. 268-278, 2017.

GALON, L. et al. Competitive interaction between common black bean cultivars and *Euphorbia heterophylla*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 254-260, 2018.

HASS, R. et al. Efeitos de herbicidas pré-emergentes sobre a cultura da soja (*Glycine max* L.). In: **XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**. 2021.

JUNIOR, L. F. R. et al. Tolerância inicial de feijão-caupi a herbicidas aplicados em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 3, p. 603-1-8), 2018.

LEEMIS, L.M.; TRIVEDI, K.S. A comparison of approximate interval estimators for the bernoulli parameter. **The American Statistician**. v. 50, n.1, p.63-68, February, 1996.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Consulta de produtos formulados. Disponível em:

<https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 jun. 2022.

MELHORANÇA, A.L. Efeito dos herbicidas pós-emergentes no desenvolvimento e na produção de grãos de soja. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1984. 1078p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 7).

PARREIRA, M. C. Influência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro em função do espaçamento e da densidade de plantas. 2009. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia (produção Vegetal) - Fcav, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

PEREIRA, G. A. M.; BARCELLOS JUNIOR, L. H.; SILVA, D. V.; BRAGA, R. R.; SILVA, A. A.; TEIXEIRA, M. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I. Application height in herbicides efficiency in bean crops. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 607-614, 2015.

PATEL, F. Eficiência agrônômica e persistência de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, , p. 155, 2018. .

Post, BJ 1998, 'Multivariate analysis in weed science', Weed Research, 28:425-430

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. D. F. B.; SANTOS, J. B. D.; NUNES, J. A. R. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. Lavras: UFLA, v. 1, 2012, p. 522.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A.C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

SENHORI, Victor Miguel et al. Seletividade de imazethapyr associado a herbicidas pré-emergentes para o controle de plantas daninhas em feijão do tipo preto. **Jornada de iniciação científica e tecnológica**, v. 1, n. 11, p. 3-5, 2021..

Sossmeier, Serleni Geni. Capim-amargoso no Rio Grande do Sul: resistência, crescimento e controle. 2020. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2020.

STONE, L. F.; SARTORATO, A. O cultivo do feijão: recomendações técnicas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão, p. 83, 1994.

TAKANO, H. K. et al. Redução da fitointoxicação por herbicidas aplicados no feijoeiro com a utilização de fungicida. **Revista Agrarian**, v. 8, n. 27, p. 12-22, 2015.

TIMOSSI, P. C.; FREITAS, T. T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, p. 210-218, 2011.

VIDAL, R. A.; KALSING, A.; GHEREKHLOO, J.. Interferência e nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* e *Ipomoea nil* na cultura do feijão comum. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1675-1681, 2010.

WANDER, A.E.; CHIORATO, A.F.; ANDRADE, J.B. de.; MARTINS, F.A.D.; LOBO JÚNIOR, N. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira 2015-2017. 1 ed. Lavras, MG. Anais da 20ª Reunião da Comissão Técnica Central Brasileira de Feijão, 2014. p.1819