



Seletividade e Eficácia de Herbicidas em Pré e Pós-emergência no Feijoeiro-Comum

Selectivity and Efficacy of Pre- and Post-emergence Herbicides in Common Bean

Gustavo da Silva do Amaral¹
[0009-0003-0015-2717](mailto:gustavo@unasp.edu.br)

Dionise Costa Ferreira²
[0009-0000-5040-2938](mailto:dionise@unasp.edu.br)

Everton Marques Tomasi³
[0009-0007-8541-3603](mailto:everton@unasp.edu.br)

Guilherme Giovanni Boró Rodrigues⁴
[0009-0007-6190-7799](mailto:guilherme@unasp.edu.br)

Walter Augusto Fonseca de Carvalho⁵
[0000-0002-8255-0991](mailto:walter@unasp.edu.br)

Resumo: Com a expansão do cultivo de feijão no Brasil, a disponibilidade de herbicidas registrados é limitada. Este estudo avaliou a seletividade e eficácia de herbicidas em pré e pós-emergência no feijão-comum, realizado em Conchal-SP, com delineamento experimental inteiramente casualizado, oito tratamentos em pré-emergência e nove em pós-emergência, com quatro repetições. Em pré-emergência, clomazona, sulfentrazone e piroxasulfona foram altamente seletivos, com baixa fitotoxicidade e controle eficaz de plantas daninhas, resultando em maior produtividade. Oxifluorfen, imazapique e diclosulam causaram injúrias de moderada a severa, comprometendo o crescimento e reduzindo os rendimentos, sendo o oxifluorfen o mais eficaz no controle de plantas daninhas entre os não promissores. Em pós-emergência, clomazona e S-metolacloro foram seletivos, com bom controle de plantas daninhas. Clomazona teve rápida recuperação, enquanto S-metolacloro causou leve fitotoxicidade. Clorimurrom-etílico, clorasulam-metílico e nicosulfuron tiveram baixa eficiência, e o imazapique apresentou alta fitotoxicidade, mas bom controle das plantas daninhas. Conclui-se que

¹Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade adventista de São Paulo, campus Engenheiro coelho
E-mail: silva.gustavoamaral@hotmail.com

²Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade adventista de São Paulo, campus Engenheiro coelho
E-mail: dionisecostaferreira52@gmail.com

³Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade adventista de São Paulo, campus Engenheiro coelho
E-mail: evertonmartom@gmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo – Assistente técnico em pesquisa e desenvolvimento de herbicidas – empresa Sipcam Nichino – Parceiro técnico, Conchal, São Paulo, Brasil, E-mail: guirodrigues0157@gmail.com

⁵Docente do curso de Engenharia Agrônoma, Universidade adventista de São Paulo, campus Engenheiro coelho, E-mail: walter.carvalho@unasp.edu.br





clomazona, piroxasulfona e sulfentrazona são potenciais herbicidas seletivos e eficazes para uso no cultivo de feijão-comum.

Palavras-Chave: Weed; Chemical control; Phaseolus vulgaris (L).

Abstract: With the expansion of bean cultivation in Brazil, the availability of registered herbicides is limited. This study evaluated the selectivity and efficacy of herbicides in pre- and post-emergence in common bean, carried out in Conchal-SP, with a completely randomized experimental design, eight treatments in pre-emergence and nine in post-emergence, with four replications. In pre-emergence, clomazone, sulfentrazone and pyroxasulfone were highly selective, with low phytotoxicity and effective weed control, resulting in higher yield. Oxyfluorfen, imazapique and diclosulam caused moderate to severe injuries, compromising growth and reducing yields, with oxyfluorfen being the most effective in weed control among the non-promising ones. In post-emergence, clomazone and S-metolachlor were selective, with good weed control. Clomazone recovered quickly, while S-metolachlor caused mild phytotoxicity. Chlorimuron-ethyl, chlorasulam-methyl and nicosulfuron had low efficiency, and imazapique showed high phytotoxicity, but good weed control. It is concluded that clomazone, pyroxasulfone and sulfentrazone are potential selective and effective herbicides for use in common bean cultivation.

Key Words: Weed; Chemical control; Phaseolus vulgaris (L).

INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L) é uma das principais fonte de proteína vegetal no Brasil. Na safra de 2022/2023, o Brasil registrou uma produção de 3.036,7 mil toneladas em 2.699,5 mil hectares, com a região Centro-Sul contribuindo com 2.298,7 mil toneladas e um rendimento médio de 1.887 kg ha⁻¹ (Conab, 2024). Contudo, a produtividade é frequentemente ameaçada pela competição com plantas daninhas, especialmente nas fases iniciais do cultivo. A utilização de herbicidas, é uma prática comum no controle de plantas daninhas, é vital, sendo necessário que esses produtos sejam seletivos em relação à cultura.

A seletividade de herbicidas é essencial para o controle bem-sucedido das plantas indesejadas, pois permite que os herbicidas atuem sobre as plantas daninhas sem causar danos significativos ao cultura. A capacidade de determinadas plantas metabolizarem ou degradarem os herbicidas antes que estes causem efeitos tóxicos é um fator determinante para a seletividade (Roman et al., 2007).

Além disso, a eficácia e seletividade dos herbicidas podem ser influenciada por fatores ambientais e agrônômicos, como tipo de solo, condições climáticas, cultivar e estágio fenológico da planta entre outras. (Silva; Ferreira; Ferreira, 2007).

Atualmente, a cultura do feijão-comum enfrenta desafios devido à escassez de





herbicidas seletivos, especialmente para aplicações em pós-emergência (Agrofit, 2024). Com o aumento da pressão de seleção das plantas daninhas, torna-se urgente identificar novas opções de herbicidas seletivos para otimizar o manejo e assegurar a produtividade.

Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliando a seletividade e a eficácia de diferentes herbicidas em pré e pós-emergência sobre o feijoeiro-comum.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cultivado desde a antiguidade, o feijão possui uma rica história entrelaçada com diversas culturas. Para os egípcios, era símbolo de vida e usado em oferendas; na Grécia e em Roma, integrava pratos e celebrações importantes. Sua alta concentração de proteínas e fibras, aliada à adaptabilidade a diferentes climas, contribuiu para sua disseminação global, sendo levado por viajantes e conquistadores ao redor do mundo (Embrapa, 2000). Essa trajetória culminou na domesticação do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), que apresenta duas origens principais: Mesoamérica e Andes. Esses centros de diversidade genética geraram variedades adaptadas a diferentes climas e solos, o que favoreceu sua ampla utilização na alimentação (Freitas, 2006).

Atualmente, o Brasil ocupa a segunda posição na produção mundial de feijão, superado apenas pela Índia. Na safra 2022/2023, o país produziu 3.036,7 mil toneladas em 2.699,5 mil hectares, sendo a região Centro-Sul responsável por 2.298,7 mil toneladas, com um rendimento médio de 1.887 kg ha⁻¹ (Conab, 2024). Esses dados evidenciam a relevância do feijoeiro para o agronegócio nacional e para a segurança alimentar, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde a cultura encontra condições ambientais ideais para seu desenvolvimento.

No entanto, o feijão é sensível a variações climáticas. Sua faixa ideal de cultivo está entre 18°C e 30°C, sendo que temperaturas fora desse intervalo, especialmente no período de florescimento, podem reduzir significativamente a produtividade (Stone; Sartorato, 1994). A germinação ocorre melhor a 28°C, mas condições extremas de temperatura e alta umidade aumentam o risco de doenças. Além disso, para a fotossíntese, a planta necessita de radiação solar entre 150-250 W/m² e de um regime de chuvas totalizando 300 mm ao longo do ciclo. A





fase de floração é a mais vulnerável à falta de água, enquanto ventos intensos aumentam a demanda hídrica, impactando o crescimento da planta (Silva; Heinemann, 2023).

Durante o crescimento vegetativo, a planta foca na formação de folhas para captar recursos, com a fotossíntese alcançando o pico na fase reprodutiva. O sombreamento limita a eficiência fotossintética, afetando a translocação de nutrientes e o enchimento dos grãos, o que pode reduzir a produtividade, especialmente em variedades indeterminadas (Didonet, 2023).

Em regiões tropicais, o feijoeiro frequentemente enfrenta altas temperaturas em vários estágios de desenvolvimento, o que intensifica a respiração e reduz a assimilação de CO₂, diminuindo a eficiência fotossintética e comprometendo o acúmulo de biomassa e a formação dos grãos. Esse estresse térmico destaca a necessidade de um manejo adequado para mitigar tais efeitos adversos e manter a produtividade (Martins et al., 2011).

Além das adversidades climáticas, o feijoeiro apresenta baixa competitividade em relação às plantas daninhas, e as perdas de produtividade variam conforme o nível de interferência entre a cultura e a comunidade infestante, bem como os fatores ambientais e o período de convivência (Salgado et al., 2007). De acordo com Lacerda (2021), infestações não controladas por plantas daninhas podem gerar perdas significativas na produtividade, com redução de até 50% e, em casos extremos, até 100%, além de comprometer a qualidade dos grãos colhidos.

No Brasil, são cerca de 1.200 espécies de plantas daninhas em áreas cultivadas, das quais 32 são relevantes para o feijão. Mais de 60% pertencem às famílias Poaceae e Asteraceae, com predomínio de plantas de ciclo anual e reprodução por sementes. Entre as espécies mais impactantes para o feijoeiro estão *Cyperus spp.*, *Cynodon dactylon* e *Eleusine indica* (Cobucci et al., 2004). De fato, Schiessel et al. (2019) observaram que a presença de plantas daninhas reduziu o estande, o número de vagens por planta e a produtividade do feijoeiro cultivar IPR Tangará em 80,4%. Para minimizar esses impactos, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) ocorre entre 5 e 54 dias após a emergência da cultura, sendo este o intervalo ideal para o controle das plantas daninhas e a prevenção de perdas substanciais.





Quando não controladas de forma adequada, as plantas daninhas competem intensamente por água, luz e nutrientes, o que pode comprometer a eficiência da colheita e reduzir a qualidade do produto. Adicionalmente, essas plantas podem atuar como hospedeiras para insetos, nematoides e patógenos. Portanto, o controle efetivo das plantas daninhas é crucial para otimizar o desenvolvimento das plantas de feijão, reduzir a competição indesejada e melhorar as condições de manejo e qualidade da colheita (Lacerda, 2021).

A aplicação de herbicidas é eficaz no controle de plantas daninhas, mas depende da aplicação correta e da rotação de herbicidas para evitar resistência. Integrado a outras práticas, o controle químico contribui para um manejo sustentável e efetivo (Lacerda, 2021).

Herbicidas são classificados em seletivos e não seletivos. Os herbicidas seletivos agem em processos específicos, como a inibição de enzimas ou a síntese de pigmentos, permitindo controlar plantas daninhas sem prejudicar a cultura principal. Em contraste, os herbicidas não seletivos interferem em processos essenciais, como a síntese de aminoácidos e a fotossíntese, eliminando todas as plantas em contato. A escolha entre esses tipos de herbicidas depende dos objetivos de manejo, seja para preservar a cultura ou para eliminar a vegetação indesejada (Oliveira Jr; Constantin; Inoue, 2011).

Os herbicidas de pré-emergência são aplicados ao solo antes da germinação das plantas daninhas e da cultura, como o feijão. Eles criam uma camada química que impede a germinação das sementes de plantas daninhas ou interrompe o desenvolvimento inicial das plântulas, evitando que compitam com a cultura desde o início do ciclo. Esses herbicidas são absorvidos pelas raízes ou coleótilos das plantas daninhas no momento da germinação, impedindo que as plântulas emergentes se estabeleçam (Cobucci et al., 2004).

Por outro lado, os herbicidas de pós-emergência são aplicados após a emergência da cultura e das plantas daninhas. Eles atuam diretamente sobre as plantas daninhas já estabelecidas e podem ser seletivos ou não seletivos, dependendo do herbicida e da cultura. Esses herbicidas podem ser absorvidos pelas folhas, caules ou raízes, e muitos são sistêmicos, sendo transportados até órgãos essenciais das plantas daninhas, levando-as à morte (Cobucci et al., 2004). A eficácia desses produtos depende do modo de ação (contato ou sistêmico), da formulação, da dosagem correta e do estágio de desenvolvimento da planta-alvo.





Os herbicidas atuam em locais específicos das plantas chamados "sítios de ação", geralmente enzimas envolvidas em processos bioquímicos vitais. Ao se ligarem a esses sítios, inibem ou retardam reações bioquímicas cruciais para o crescimento das plantas. No entanto, alguns, como a cianazina e o paraquat (Grupo 22), interferem no transporte de elétrons na fotossíntese, afetando o fotossistema II ou recebendo elétrons do fotossistema I, sem se ligarem diretamente a enzimas. Outros, como as dinitroanilinas (Grupo 3) e os auxínicos (Grupo 4), também atuam em sítios não enzimáticos (Roman et al., 2005).

Exemplos de herbicidas seletivos incluem o bentazon, que controla plantas daninhas sem prejudicar culturas como arroz e feijão, desde que aplicado nas doses recomendadas e em condições adequadas. A seletividade do bentazon depende de fatores como o estágio de desenvolvimento das culturas e plantas daninhas, condições edafoclimáticas e umidade do solo (Silva; Silva, 2007).

Herbicidas não seletivos, como diquat, paraquat e glifosato, afetam indiscriminadamente todas as espécies vegetais e são usados frequentemente como dessecantes ou em aplicações direcionadas (Silva; Silva, 2007). No entanto, avanços biotecnológicos permitiram modificar herbicidas originalmente não seletivos, tornando-os seletivos para culturas específicas. Um exemplo é a soja transgênica resistente ao glifosato, permitindo o controle de plantas daninhas sem afetar a cultura da soja (Menzes *et al.*, 2004).

Os herbicidas devem superar barreiras biológicas e ambientais para exercerem seu efeito nas plantas-alvo. No caso dos herbicidas sistêmicos, eles precisam inicialmente entrar em contato adequado com as plantas, ser absorvidos, deslocar-se internamente até o local de ação sem sofrer degradação e, finalmente, atingir esse local em concentrações suficientes para causar toxicidade. Os herbicidas podem ser absorvidos pelas raízes, ramos, caules, folhas, brotações ou plântulas. O ponto de entrada primário da substância na planta, como folhas ou raízes, varia conforme o tipo de herbicida e é influenciado pelo método de aplicação utilizado (Garcia, 2018).

Após a absorção, os herbicidas podem se movimentar por longas distâncias na planta através de diferentes sistemas de transporte: pelo xilema (translocação apoplástica), pelo floema (translocação simplástica) ou por ambos os sistemas simultaneamente (translocação apoplástica). A umidade do solo é crucial para garantir uma eficiente translocação dos





herbicidas. Em contraste, alguns herbicidas têm mobilidade limitada ou nula, permanecendo praticamente no local onde foram absorvidos (Correia, 2021).

O uso de herbicidas com efeito residual prolongado no solo oferece a vantagem de controlar plantas daninhas por um período estendido, o que diminui a necessidade de reaplicações e reduz os custos de produção (Mancuso *et al.*, 2011).

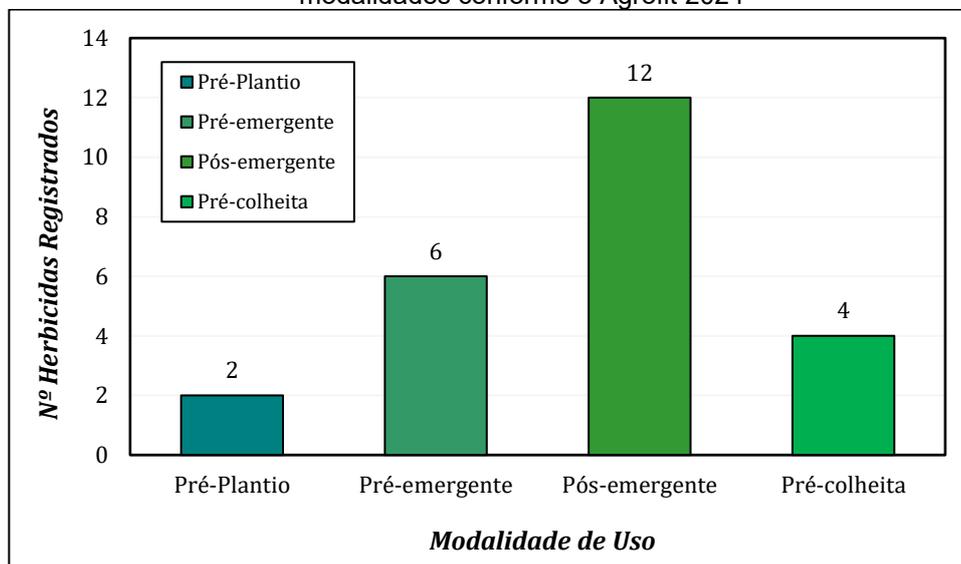
Atualmente, a cultura do feijão-comum enfrenta desafios devido à escassez de herbicidas seletivos (Figura 01), especialmente para aplicações em pós-emergência (Agrofit, 2024). Com o aumento da pressão de seleção das plantas daninhas, torna-se urgente identificar novas opções de herbicidas seletivos para otimizar o manejo e assegurar a produtividade.

A falta de dados sobre a seletividade de herbicidas para diferentes cultivares de feijão limita a adoção de práticas de controle de plantas daninhas mais eficazes e eficientes. Essa lacuna impacta diretamente a produtividade e a rentabilidade da cultura, além de dificultar o desenvolvimento de novas tecnologias para o manejo de plantas daninhas (Brusamarello, 2019). Das doze moléculas registradas para uso em pós-emergência no cultivo, ao menos oito são graminicidas (Figura 01), o que complica o manejo de plantas daninhas dicotiledôneas. Além disso, essa predominância de graminicidas pode gerar uma pressão de seleção excessiva sobre as gramíneas, favorecendo o desenvolvimento de resistência (Agrofit, 2024).





Figura 1. Herbicidas com registro para uso na cultura do feijoeiro-comum e suas respectivas modalidades conforme o Agrofitt 2024



Fonte: Agrofitt 2024.

METODOLOGIA

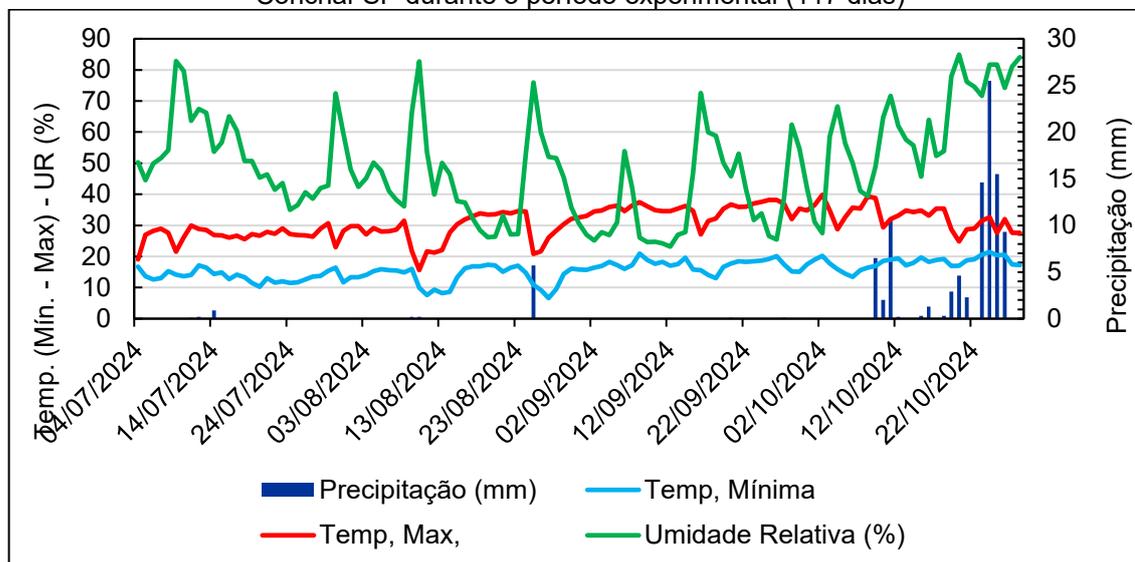
Dois experimentos em condições de campo foram realizados na Fazenda Brasilândia, município de Conchal, SP. A latitude, longitude e altitude do local é de 22°24'04"S, 47°06'47"W e 681 m, respectivamente. No período de 04/07/2024 a 28/10/2024. Um dos experimentos foi conduzido em pré-emergência, enquanto o segundo focou exclusivamente na modalidade de pós-emergência inicial. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, subtropical úmido. As condições meteorológicas durante o estudo estão ilustradas na figura 2, e a precipitação acumulada foi de 103,5 mm ao longo de 117 dias.

O solo da área experimental de 0 a 20 cm apresentou pH (CaCl₂) de 5,5; matéria orgânica de 23 g dm⁻³; P (Resina) de 21 mg dm⁻³; K (Resina) de 2,1 mg dm⁻³; Ca, Mg e H + Al de 40, 19 e 21 mmolc dm⁻³, respectivamente; SB de 61 mmolc dm⁻³; CTC de 82 mmolc dm⁻³; V de 74%; areia, argila e silte de 566, 335 e 99 g dm⁻³, respectivamente.





Figura 2. Temperatura mínima e máxima, umidade relativa (%) e precipitação (mm) no município de Conchal-SP durante o período experimental (117 dias)



Fonte: Open Weather 2024.

A semente da cultura foi realizada no dia 3 de julho de 2024, utilizando uma plantadeira hidráulica. A cultivar empregada foi a TAADAMA, com espaçamento entre linhas de 0,5 m, densidade de 10 sementes por metro e profundidade aproximada de 4 cm. Os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura, incluindo controle de pragas e doenças. O experimento foi irrigado por um sistema de canhão, com aplicação duas vezes por semana.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi dimensionada com 4,5 m de comprimento por 3 m de largura, totalizando 13,5 m². A área útil avaliada foi delimitada por uma bordadura de 0,5 m em todas as extremidades.

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes herbicidas em doses específicas. O experimento em pré-emergência foi realizado 24 horas após a semente e incluiu oito tratamentos: uma testemunha sem herbicida e sem capina, uma testemunha sem herbicida e com capina, além das aplicações de clomazona (720 g i.a. ha⁻¹), sulfentrazone (300 g i.a. ha⁻¹), piroxasulfona (125 g i.a. ha⁻¹), oxifluorfen (240 g i.a. ha⁻¹), imazapique (98 g i.a. ha⁻¹) e diclosulam (33,6 g i.a. ha⁻¹).

O experimento em pós-emergência foi aplicado quando a cultura atingiu o estágio fenológico entre V2 e V3, e contou com nove tratamentos: uma testemunha sem herbicida e sem





capina, uma testemunha sem herbicida e com capina, e as aplicações de clomazona (720 g i.a. ha⁻¹), clomazona (900 g i.a. ha⁻¹), S-metolaclo (1.200 g i.a. ha⁻¹), clorimurrom-etílico (14 g i.a. ha⁻¹), imazapique (98 g i.a. ha⁻¹), clorasulam-metílico (38 g i.a. ha⁻¹) e nicosulfuron (45 g i.a. ha⁻¹).

As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal de pressão constante, operado com CO₂, equipado com barra central contendo seis pontas do tipo leque BD-110.02, espaçadas a 0,5 m entre si. A pressão de trabalho foi mantida constante em 3 bar, com vazão de 150 L ha⁻¹ de calda. A distância entre as pontas e o dossel das plantas de feijão foi ajustada para 0,5 m sempre que necessário.

As possíveis injúrias visuais nas plantas foram avaliadas aos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, utilizando uma escala de notas de 0 a 100%, em que 0 representa a ausência de injúrias visuais e 100 corresponde à morte total da planta (SBCPD, 1995). O controle geral de plantas daninhas foi avaliado de forma similar, sendo que 100% correspondem a controle efetivo, e 0% a nenhum controle. Nessas mesmas datas, foi mensurado o desenvolvimento das plantas por meio da altura, em centímetros, medida do solo ao dossel da planta.

Aos 80 dias após o plantio (DAP), foram identificadas as principais espécies de plantas daninhas na área experimental, sendo elas: *Parthenium hysterophorus* (Losna-branca), *Digitaria horizontalis* (Capim-colchão), *Eleusine indica* (Capim-pé-de-galinha), *Amaranthus viridis* (Caruru verde), *Amaranthus hybridus* (Caruru-roxo), *Chenopodium álbum* (Ançarinha-branca), *Cyperus rotundus* (Tiririca), *Nicandra physalodes* (Joá-de-capote), *Solanum americanum* (Maria-pretinha).

A colheita do feijão foi realizada em 29/10/2024, em uma área de 13,5 metros lineares. A produtividade obtida por unidade experimental foi corrigida para 13% de umidade e ajustada conforme a população de plantas em cada unidade experimental, contabilizando as plantas colhidas e, assim, obtendo a produtividade por hectare. Apenas o experimento com tratamentos de pré-emergência foi colhido, pois o de pós-emergência foi inviabilizado pela alta população de plantas daninhas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e quando significativos foi empregado o teste de Tukey a nível de significância de 5%. Foi utilizado em todas as análises o software AgroEstat® na versão 1.1.0.712 (Barbosa; Maldonado, 2015).





RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados obtidos, o experimento com herbicidas pré-emergentes demonstrou o potencial significativo de seletividade e eficácia dos produtos nas doses testadas (Tabelas 1 e 2). O clomazona (720 g i.a.), a sulfentrazona (300 g i.a.) e a piroxasulfona (125 g i.a.) foram altamente seletivos, apresentando sintomas de fitotoxicidade muito leves, inferiores a 5%, o que indicou uma alta tolerância da cultura e rápida recuperação. Quanto ao desenvolvimento da cultura, não houve interferência negativa desses herbicidas, e o controle das plantas daninhas foi satisfatório, com eficácia entre 85% e 89% aos 42 dias após a aplicação (DAA).

Os resultados obtidos no presente estudo estão alinhados com os achados de Takamo *et al.* (2012), que também observaram que o aumento da dose de herbicidas pode intensificar sintomas de intoxicação e afetar variáveis de crescimento e desenvolvimento nas cultivares de feijoeiro.

Tabela 1 - Avaliações de Nota de fitotoxicidade visual usando a escala "Adaptado da SBCPD (1995)" no período avaliado na cultura do Feijão em pré-emergência, Conchal-SP.

Tratamento	Dose (g I.A. h ⁻¹)	Fitotoxicidade (%) ¹				
		14DAA	21DAA	28DAA	35DAA	42DAA
1 Testemunha absoluta	-	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
2 Testemunha Capinada	-	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
3 Clomazona	720	5 cd	0 c	0 c	0 c	0 c
4 Sulfentrazona	300	3 cd	2 c	1 c	0 c	0 c
5 Piroxasulfona	125	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
6 Oxifluorfem	240	24 a	61 a	71 a	70 a	60 a
7 Imazapique	98	11 b	18 b	25 b	21 b	16 b
8 Diclosulam	33,6	9 bc	11 bc	8 c	6 c	4 c
C.V.(%)		41,9 -	46,1 -	28,7 -	44,7 -	44,6 -
DMS (5%)		6,3 -	13,0 -	8,9 -	12,9 -	10,5 -

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda:¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

No experimento de Takamo *et al.*, o aumento da dose reduziu o crescimento, o teor de clorofila e a massa seca em todas as cultivares, exceto na BRS Pontal, evidenciando uma tolerância diferenciada entre as variedades. No presente estudo, clomazona, sulfentrazona e





piroxasulfona mostraram seletividade elevada e baixa fitotoxicidade, com recuperação rápida da cultura e sem impacto negativo no desenvolvimento, o que corrobora a seletividade observada para algumas cultivares nos estudos de Takamo *et al.*, como a BRS Pontal.

Os herbicidas oxifluorfen (240 g i.a.), imazapique (98 g i.a.) e diclosulam (33,6 g i.a.) não demonstraram resultados promissores, apresentando níveis significativos de fitotoxicidade e afetando o desenvolvimento da cultura de maneira geral (Tabela 1). O oxifluorfen destacou-se negativamente, causando fitotoxicidade severa durante o período avaliado, enquanto todos os três herbicidas comprometeram o crescimento e reduziram os rendimentos de grãos. Quanto ao controle de plantas daninhas, apenas o oxifluorfen foi satisfatório, enquanto o imazapique e o diclosulam mostraram eficácia moderada, com controle variando entre 60% e 75% (Tabela 2). A fitotoxicidade causada pelo imazapique permitiu que as plantas daninhas sufocassem a cultura, impedindo seu desenvolvimento e resultando em ausência de rendimento.

Tabela 2 - Avaliações controle visual no período avaliado na cultura do Feijão em pré-emergência, Conchal-SP

Tratamento	Dose (g I.A. h ⁻¹)	Controle Geral (%) ¹				
		14DAA	21DAA	28DAA	35DAA	42DAA
1 Testemunha absoluta	-	0 b	0 d	0 d	0 d	0 d
2 Testemunha Capinada	-	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
3 Clomazona	720	100 a	100 a	96 ab	94 ab	88 ab
4 Sulfentrazone	300	100 a	98 ab	96 ab	89 ab	85 ab
5 Piroxasulfona	125	100 a	100 a	100 a	97 ab	89 ab
6 Oxifluorfem	240	100 a	100 a	100 a	91 ab	88 ab
7 Imazapique	98	99 a	86 c	84 c	69 c	60 c
8 Diclosulam	33,6	96 a	90 bc	88 bc	81 bc	75 bc
C.V.(%)		2,2 -	4,4 -	5,4 -	8,6 -	10,9 -
DMS (5%)		4,5 -	8,8 -	10,6 -	15,8 -	18,8 -

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda:¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

Em relação aos rendimentos, o clomazona destacou-se com a maior produtividade entre os tratamentos, seguido por sulfentrazone e piroxasulfona, que não apresentaram diferenças significativas entre si, mas foram superiores às testemunhas (Tabela 3). Os demais tratamentos, além de interferirem no desenvolvimento das plantas e causarem injúrias, resultaram em rendimentos significativamente inferiores.





Tabela 3 - Produtividade corrigida para 13% de umidade (kg e sacas por hectare) no experimento de pré-emergência, Conchal-SP

	Tratamento	Dose (g I.A. h ⁻¹)	Produtividade ¹	
			Kg ha ⁻¹	Sc ha ⁻¹
1	Testemunha absoluta	-	645,7 abc	10,8 abc
2	Testemunha Capinada	-	809,7 abc	13,5 abc
3	Clomazona	720	1173,1 a	19,6 a
4	Sulfentrazone	300	986,5 ab	16,5 ab
5	Piroxasulfona	125	951,2 ab	15,9 ab
6	Oxifluorfem	240	491,9 bcd	8,2 bcd
7	Imazapique	98	0,0 d	0,0 d
8	Diclosulam	33,6	359,3 cd	6,0 cd
C.V.(%)			33,540	33,554
DMS (5%)			531,907	8,872

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda:¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

O experimento com herbicidas em pós-emergência evidenciou o potencial de controle e seletividade de alguns produtos nas doses testadas (Tabelas 4 e 5). Clomazona (720 e 900 g i.a.) e S-metolacoloro (1.200 g i.a.) se destacaram como os tratamentos mais seletivos, apresentando níveis iniciais de fitotoxicidade leves, inferiores a 13%. O clomazona, em ambas as doses, reduziu gradualmente seus efeitos fitotóxicos, atingindo 0% de fitotoxicidade aos 42DAA, indicando alta tolerância da cultura e da cultivar utilizada, com rápida recuperação. O controle das plantas daninhas foi satisfatório, variando entre 80% e 84% de eficácia nas doses testadas. O S-metolacoloro, embora tenha causado fitotoxicidade leve, ainda apresentava 1% de sintomas aos 42 DAA, com características foliares típicas, como "deformidade foliar em formato semelhante a um coração". No entanto, demonstrou baixo controle das plantas daninhas presentes na área. Em ambos os casos, esses herbicidas não afetaram significativamente o desenvolvimento da cultura.

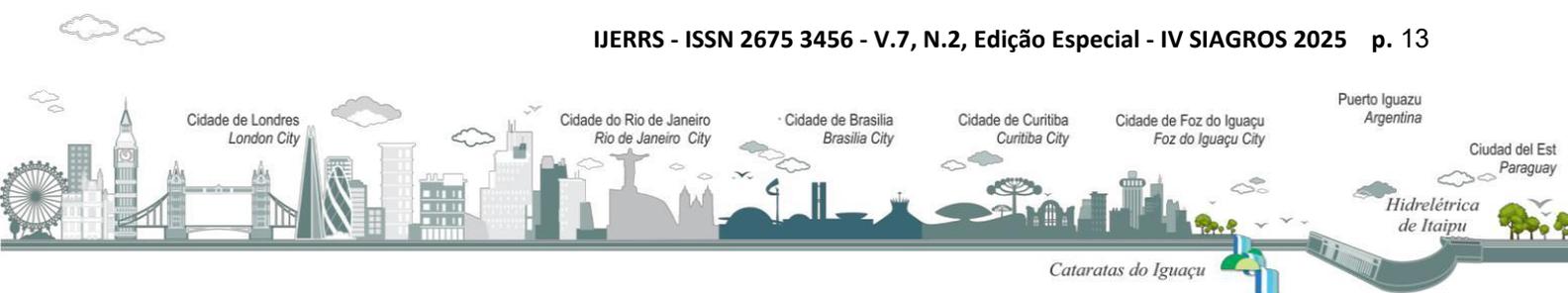




Tabela 4 - Avaliações de Nota de fitotoxicidade visual usando a escala "Adaptado da SBCPD (1995)" no período avaliado na cultura do Feijão em pós-emergência, Conchal-SP.

Tratamento	Dose (g i.A. h ⁻¹)	Fitotoxicidade (%) ¹					
		7DAA	14DAA	21DAA	28DAA	35DAA	42DAA
1 Testemunha Absoluta	-	0 C	0 e	0 b	0 b	0 b	0 b
2 Testemunha Capinada	-	0 C	0 e	0 b	0 b	0 b	0 b
3 Clomazona	720	5 Bc	5 de	5 b	1 b	0 b	0 b
4 Clomazona	900	13 abc	11 bcde	6 b	2 b	1 b	0 b
5 S-metolacoloro	1.200	10 abc	6 cde	3 b	2 b	1 b	1 b
6 Clorimuirom-etílico	14	15 Ab	21 abcd	15 b	13 b	11 b	11 b
7 Imazapique	98	18 ab	34 a	43 a	46 a	46 a	46 a
8 Clorasulam-metilico	38	20 a	24 ab	36 a	14 b	9 b	5 b
9 Nicosulfuron	45,0	11 abc	23 abc	39 a	20 b	10 b	8 b
C.V.(%)		52,8	51,3	53,5	88,5	89,0	84,3
DMS (5%)		12,9	16,9	20,9	23,2	17,9	15,9

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda:¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os herbicidas clorimuirom-etílico (14 g i.a.), clorasulam-metilico (38 g i.a.) e nicosulfuron (45 g i.a.) mostraram-se pouco promissores e com baixa eficiência no controle das plantas daninhas. Apesar de apresentarem recuperação gradual aos 42 DAA, durante o período de 14 a 21 DAA, evidenciaram picos de fitotoxicidade preocupantes, variando de 21% a 39%. Dentre os três, apenas o clorimuirom-etílico afetou significativamente o desenvolvimento da cultura. Inicialmente, o controle foi relativamente bom, no entanto, aos 42 DAA, a eficácia variou de 24% a 55% entre os tratamentos (Tabela 5).

O imazapique (98 g i.a.) foi classificado no grupo de herbicidas não promissores, devido à intensidade de fitotoxicidade, que atingiu 46% entre 28 e 42 DAA, afetando o significativamente o desenvolvimento da cultura. No entanto, o controle das plantas daninhas foi satisfatório, com eficácia de 81% aos 42 DAA.





Tabela 6 - Avaliações controle visual no período avaliado na cultura do Feijão em pós-emergência, Conchal-SP

Tratamento	Dose (g I.A. h ⁻¹)	Controle Geral (%) ¹					
		7DAA	14DAA	21DAA	28DAA	35DAA	42DAA
1 Testemunha Absoluta	-	0 d	0 e	0 d	0 d	0 e	0 d
2 Testemunha Capinada	-	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
3 Clomazona	720	96 ab	96 a	93 a	91 a	85 ab	80 ab
4 Clomazona	900	93 ab	93 ab	91 a	91 a	86 ab	84 ab
5 S-metolaclo-ro	1.200	75 bc	63 cd	61 bc	50 bc	44 cd	38 c
6 Clorimurrom-etílico	14	69 c	53 d	43 c	29 cd	25 de	24 cd
7 Imazapique	98	95 ab	93 ab	91 a	90 a	85 ab	81 ab
8 Clorasulam-metílico	38	85 ab c	74 bc	63 bc	49 bc	44 cd	35 cd
9 Nicosulfuron	45,0	89 ab c	86 ab	81 ab	73 ab	63 bc	55 bc
C.V.(%)		11,6	11,5	13,2	19,2	21,4	26,8
DMS (5%)		21,8	20,2	22,0	29,3	30,4	35,8

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda:¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os resultados deste estudo corroboram os achados de Procópio *et al.* (2009), que relataram efeitos fitotóxicos significativos na combinação de clorimurrom-etílico com clorasulam-metílico, afetando a altura das plantas e o acúmulo de massa seca em diversas cultivares de feijão. Assim como no estudo de Procópio *et al.*, a associação de herbicidas prejudicou o crescimento e a produtividade das cultivares, evidenciando variabilidade na tolerância. Neste estudo, a mistura de fomesafen com clorimurrom-etílico afetou negativamente a produtividade de cultivares como BRS Timbó e BRS Vereda, enquanto cultivares como Pérola, BRS Pitanga, BRS Pontal e BRS Valente mostraram resistência à fitotoxicidade, confirmando que a seletividade dos herbicidas varia entre as variedades de feijão e inúmeros fatores.

O herbicida nicosulfuron mostrou-se não seletivo para o feijão no presente estudo, e como apontado por Carvalho; Moretti; Souza (2010), o feijão pode ser semeado com segurança somente após 30 dias da aplicação de nicosulfuron isolado ou em mistura com atrazine, assim garante a segurança da semeadura sem acometer a cultura.





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os herbicidas pré-emergentes clomazona, sulfentrazone e piroxasulfona demonstraram alta seletividade e eficácia no controle de plantas daninhas, com baixa fitotoxicidade. Em contrapartida, o oxifluorfen causou elevada fitotoxicidade, comprometendo o desenvolvimento do feijoeiro. Além disso, os herbicidas imazapique e diclosulam também apresentaram efeitos negativos sobre a cultura. Embora todos os tratamentos tenham mostrado desempenho positivo no controle de plantas daninhas, os tratamentos com imazapique e diclosulam foram os menos eficazes.

Em pós-emergência, o clomazona se destacou pela baixa fitotoxicidade e controle eficaz de plantas daninhas em ambas as doses, enquanto o S-metolaclozoxim apresentou boa seletividade, mas com controle limitado. O imazapique causou fitotoxicidade significativa e perdeu eficácia ao longo do tempo, enquanto os herbicidas clorimurrom-etílico, clorasulam-etílico e nicosulfuron também apresentaram elevada fitotoxicidade e controle limitado.

É necessário realizar novos estudos para determinar a dose adequada dos herbicidas, a fim de mitigar os níveis de fitotoxicidade e avaliar a tolerância da cultura e de diferentes cultivares, especialmente para os herbicidas que mostraram promissor desempenho no presente estudo.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 set. 2024.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO, W. J. **Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 2015.

BRUSAMARELLO, A. P. **Tolerância de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) aos herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4514>>. Acesso em: 6 nov. 2024.





CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. B.; SOUZA, P. A. Efeito do residual no solo de nicosulfuron isolado e em mistura com atrazine sobre culturas agrícolas subsequentes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 1, p. 26, 2010. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v9i1.0000>.

COBUCCI, T. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 223, p. 83-97, 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 7, **Sétimo levantamento, abril 2024**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 23 ago. 2024.

CORREIA, N. M. **Herbicidas**. Brasília: EMBRAPA, 2021. 50 p.

DIDONET, A. D. **O Cultivo do Feijão: Recomendações Técnicas**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/fisiologia>. Acesso em: 6 set. 2024.

EMBRAPA. Origem e história do feijoeiro comum e do arroz. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2000. Folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAF-2000-fd.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2024.

FREITAS, F. de O. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1199-1203, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000700004>.

GARCIA, D. de B. **Mecanismo de absorção e translocação de herbicidas**: Revisão de literatura para a disciplina Tópicos Especiais em Matologia. Piracicaba: USP, 2018. p. 3-18.

LACERDA, M. C. **Plantas Daninhas**. Portal Embrapa. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/plantas-daninhas>. Acesso em: 3 nov. 2024.

MANCUSO, M. A. C. et al. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, p. 151-164, 2011. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v10i2.0000>.

MARTINS, C. A. A. S. et al. Efeito do déficit hídrico em diferentes estágios fonológicos do feijoeiro comum. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Guarapari - ES, 2011. Disponível em: <https://www.sbagro.org/files/biblioteca/3823.pdf>. Acesso em: 7 set. 2024.

MENEZES, S. M. et al. **Deteção de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato por métodos baseados na atividade de enzimas**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 2004. p. 150-155, v. 26.





OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011. p. 243-263.

PROCOPIO, S. O. et al. Potencial de uso dos herbicidas chlorimuron-ethyl, imazethapyr e cloransulam-methyl na cultura do feijão. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 327-336, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000200015>.

ROMAN, E. S. et al. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007. 159 p.

SALGADO, T. P. et al. Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 443-448, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000300005>.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42 p.

SCHIESSEL, J. J. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 4, p. 430-437, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711842019430>.

SILVA, A. A. da; SILVA, J. F. da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. v. 1. 367 p.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Herbicidas: classificação e mecanismos de ação. Em: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. p. 58-117.

SILVA, S. C. da; HEINEMANN, A. B. Clima. **Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/clima>. Acesso em: 4 set. 2024.

STONE, L. F.; SARTORATO, A. **O Cultivo do Feijão: Recomendações Técnicas**. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 1994. p. 83.

TAKANO, H. K. et al. Potencial de utilização do clomazone em cultivares de feijoeiro comum. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 187, 2012. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v11i2.0000>.

