

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA

DANIELA CRISTINA MARTINS MIRANDA

EFEITO DE HERBICIDAS E COMPETIÇÃO DE PLANTAS
DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO

ERECHIM –RS

2024

DANIELA CRISTINA MARTINS MIRANDA

**EFEITO DE HERBICIDAS E COMPETIÇÃO DE PLANTAS
DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM – RS

2024

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Miranda, Daniela Cristina Martins
EFEITO DE HERBICIDAS E COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS
NA MORFOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO / Daniela Cristina
Martins Miranda. -- 2024.
23 f.

Orientador: D. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2024.

1. Phaseolus vulgaris. 2. Interferência de plantas.
3. Injúria de herbicidas. I. Galon, Leandro, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

DANIELA CRISTINA MARTINS MIRANDA

**EFEITO DE HERBICIDAS E COMPETIÇÃO DE PLANTAS
DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS –
campus Erechim, como parte das exigências
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/06/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. D.Sc Leandro Galon
(Orientador)
UFFS – Erechim

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin
(Avaliador)
UFFS – Erechim

Mestranda do PPGCTA. Gabrieli Enge Zamboni
(Avaliador)
UFFS – Erechim

EFEITO DE HERBICIDAS E COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS NA MORFOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO

RESUMO

Os agricultores têm enfrentado problemas para o controle de plantas daninhas que infestam a cultura do feijoeiro, principalmente em razão da escassez de herbicidas registrados para esse fim. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito do uso de herbicidas e da competição de plantas daninhas na morfofisiologia do feijoeiro do tipo preto cultivar SCS 204 Predileto. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos usados foram bentazon (720 g ha^{-1}); bentazon + imazamox ($600 + 28 \text{ g ha}^{-1}$); fomesafen + fluazifop-p-butil ($200 + 200 \text{ g ha}^{-1}$); fluazifop-p-butil ($187,5 \text{ g ha}^{-1}$); clethodim (108 g ha^{-1}) e pinoxaden (40 g ha^{-1}); bentazon + fluazifop-p-butil ($720 + 187,5 \text{ g ha}^{-1}$); bentazon + clethodim ($720 + 108 \text{ g ha}^{-1}$); bentazon + pinoxaden ($720 + 40 \text{ g ha}^{-1}$); bentazon + imazamox + fluazifop-p-butil ($600 + 28 + 187,5 \text{ g ha}^{-1}$); bentazon + imazamox + clethodim ($600 + 28 + 108 \text{ g ha}^{-1}$); bentazon + imazamox + pinoxaden ($600 + 28 + 40 \text{ g ha}^{-1}$) e bentazon + imazamox + fomesafen + fluazifop-p-butil ($600 + 28 + 200 + 200 \text{ g ha}^{-1}$). Para avaliar a competição das plantas daninhas foi usado: feijão (testemunha capinada), feijão + papuã, feijão + buva, feijão+corda-de-viola, feijão + caruru e feijão + papuã + buva + corda-de-viola e caruru. Aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) foi avaliada a fitotoxicidade à cultura do feijoeiro. Aos 45 dias após a emergência das espécies realizou-se a determinação das trocas gasosas, da área foliar e da massa seca da parte aérea das plantas. Determinou-se ainda o acúmulo dos nutrientes nos tecidos foliares das plantas do feijoeiro, tais como nitrogênio, fósforo e potássio. Os herbicidas fluazifop-p-butil, clethodim e pinoxaden ocasionaram menor fitotoxicidade à cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto. A maior fitotoxicidade foi ocasionada pela aplicação de fomesafen+fluazifop-p-butil e imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil ao feijoeiro. O clethodim e o pinoxaden promoveram maior acúmulo de área foliar e de massa seca da parte aérea da cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto. As plantas daninhas em competição com o feijoeiro (feijão+papuã+buva+corda-de-viola+caruru) ocasionaram maior acúmulo de área foliar e menor de massa seca da parte aérea da cultura. A competição do feijão+corda-de-viola e a aplicação dos herbicidas imazamox+fomesafen + fluazifop-p-butil ocasionaram os menores efeitos negativos sobre as variáveis fisiológicas (atividade fotossintética e eficiência de carboxilação) da cultura.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Interferência de plantas. Injúria de herbicidas.

EFFECT OF HERBICIDES AND WEED COMPETITION ON THE MORPHOPHYSIOLOGY OF COMMON BEAN

ABSTRACT

Farmers have faced challenges in controlling weeds that infest common bean crops, primarily due to the lack of registered herbicides for this purpose. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of herbicide use and weed competition on the morphophysiology of the black bean cultivar SCS 204 Predileto. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications. The treatments used were: bentazon (720 g ha⁻¹); bentazon + imazamox (600 + 28 g ha⁻¹); fomesafen + fluazifop-p-butyl (200 + 200 g ha⁻¹); fluazifop-p-butyl (187.5 g ha⁻¹); clethodim (108 g ha⁻¹); and pinoxaden (40 g ha⁻¹); bentazon + fluazifop-p-butyl (720 + 187.5 g ha⁻¹); bentazon + clethodim (720 + 108 g ha⁻¹); bentazon + pinoxaden (720 + 40 g ha⁻¹); bentazon + imazamox + fluazifop-p-butyl (600 + 28 + 187.5 g ha⁻¹); bentazon + imazamox + clethodim (600 + 28 + 108 g ha⁻¹); bentazon + imazamox + pinoxaden (600 + 28 + 40 g ha⁻¹); and bentazon + imazamox + fomesafen + fluazifop-p-butyl (600 + 28 + 200 + 200 g ha⁻¹). To evaluate weed competition, the following treatments were used: bean (weeded control), bean + papuã, bean + buva, bean + bindweed, bean + pigweed, and bean + papuã + buva + bindweed + pigweed. At 7, 14, and 21 days after treatment application (DAT), the phytotoxicity to the bean crop was evaluated. At 45 days after emergence, gas exchange, leaf area, and shoot dry mass were determined. Additionally, nutrient accumulation in the bean plant's leaf tissues, such as nitrogen, phosphorus, and potassium, was measured. The herbicides fluazifop-p-butyl, clethodim, and pinoxaden caused less phytotoxicity to the bean cultivar SCS 204 Predileto. The highest phytotoxicity was caused by the application of fomesafen + fluazifop-p-butyl and imazamox + fomesafen + fluazifop-p-butyl to the beans. Clethodim and pinoxaden promoted greater accumulation of leaf area and shoot dry mass in the SCS 204 Predileto bean cultivar. Weeds in competition with beans (bean + papuã + buva + bindweed + pigweed) caused greater accumulation of leaf area and less shoot dry mass in the crop. The competition of bean + bindweed and the application of the herbicides imazamox + fomesafen + fluazifop-p-butyl had the least negative effects on the physiological variables (photosynthetic activity and carboxylation efficiency) of the crop.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Weed interference. Herbicide injury

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) pertence à família Fabacea, sendo uma das principais culturas cultivadas no Brasil em razão da sua relevância social e econômica, fazendo parte da alimentação humana (Bossanali et al., 2017). O Brasil é responsável por 9,8% ou 2,9 milhões de toneladas da produção mundial de feijão, ficando em segundo lugar entre os maiores produtores (FAOSTAT, 2024).

No Brasil, a produtividade média do feijoeiro na safra 2023/24 foi estimada em aproximadamente 1.046 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024), sendo essa muito aquém das lavouras que adotam elevados níveis tecnológicos ou áreas experimentais. Dentre os fatores que têm ocasionado a baixa produtividade de grãos nas lavouras brasileiras está a interferência exercida pelas plantas daninhas. As plantas daninhas competem com o feijoeiro pelos recursos do ambiente como; água, luz e nutrientes, ou liberam substâncias alelopáticas, hospedam pragas (doenças e insetos) que influenciam diretamente no crescimento, desenvolvimento da cultura e consequentemente ocasionam redução da produção (Bezerra et al., 2008; Rader, 2021; Pessôa et al., 2017).

O manejo inadequado das plantas daninhas infestantes do feijoeiro podem ocasionar perdas de produtividade de grãos superiores a 50%, variando de acordo com as características das cultivares semeadas, espécies e distribuição da comunidade presente na área, das condições ambientais e de solo, época e extensão do tempo de convivência entre as plantas, dentre outros (Araújo et al., 2018; Soltani et al., 2018; Aguiar et al., 2020). Entre as plantas daninhas que mais aparecem nas lavouras e interferem no desenvolvimento do feijoeiro destacam-se o papuã (*Urochloa plantaginea*), as buvas (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis*), as cordas-de-viola (*Ipomoea* spp.), os carurus (*Amaranthus* spp.), o picão-preto (*Bidens pilosa*), o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), a milhã (*Digitaria* spp.), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), dentre outras (Viecelli et al., 2021).

A competição da cultura com plantas as daninhas pode interferir na morfofisiologia do feijoeiro ao reduzir a disponibilidade dos recursos disponíveis e essenciais do meio, causando estresse hídrico e nutricional. Isso impacta negativamente nos componentes de rendimento de grãos da cultura, como o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, o peso de mil grãos, culminando em uma significativa redução na produtividade e na qualidade do produto colhido (Cury et al., 2011; Galon et al., 2017 ; Manabe et al., 2015).

Para o controle de plantas daninhas infestantes do feijoeiro, os agricultores têm usado herbicidas devido à eficácia, facilidade de aplicação, rapidez e menor custo em relação a outras formas de controle (Gandini et al., 2020; Viecelli et al., 2021). No entanto, é importante ressaltar

que certos herbicidas podem ocasionar fitotoxicidade as culturas refletindo em efeitos negativos no crescimento, e desenvolvimento das plantas, afetando a assimilação dos nutrientes, desencadeando intoxicações por causar alterações fisiológicas e metabólicas, desregulando os mecanismos de defesa da planta, oxidação celular, com consequente redução da produtividade ou da qualidade dos grãos (Dressen et al., 2018; Varunjikar et al., 2023). Viecelli et al., (2021) relatam ainda que a sensibilidade do feijoeiro a determinado herbicida pode levar a redução na taxa de fotossíntese, transpiração e eficiência no uso da água, resultando em menor crescimento vegetativo e desenvolvimento da planta.

A mistura de herbicidas ou a rotação de mecanismos de ação é frequentemente realizada para aumentar a eficácia do controle de plantas daninhas ou mesmo as espécies que demonstram resistência ou tolerância a algum mecanismo de ação (Brunharo et al., 2014). Além disso, o uso de misturas permite a aplicação de doses menores de cada produto, minimizando o risco de fitotoxicidade, a contaminação do produto colhido, redução do custo ao produtor e menor impacto ambiental (Petter et al., 2013; Gazziero, 2015; Viecelli et al., 2021).

No entanto, ao se fazer misturas de herbicidas, podem surgir problemas como incompatibilidade química entre os produtos, formação de precipitados ou redução da eficácia de um ou mais componentes da mistura (Petter et al., 2013). Além disso, misturas inadequadas podem aumentar a fitotoxicidade para a cultura, causar danos ambientais ou favorecer a seleção de plantas daninhas resistentes a múltiplos mecanismos de ação (Gandini et al., 2020; Viecelli et al., 2021). Portanto, é essencial que as misturas de herbicidas sejam feitas com base em estudos científicos rigorosos e na recomendação técnica adequada para evitar problemas de incompatibilidade, de eficácia e de seletividade às culturas (Gandini et al., 2020; Viecelli et al., 2021).

A hipótese da presente pesquisa é de que a competição das plantas daninhas e a aplicação de herbicidas influenciam negativamente as características morfofisiológicas e nutricionais das plantas de feijoeiro. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito do uso de herbicidas e da competição de plantas daninhas na morfofisiologia do feijoeiro do tipo preto cultivar SCS 204 Predileto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos em casa de vegetação na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Erechim/RS, um em 19 de janeiro à 04 de março de 2023 e o segundo em 21 de novembro a 5 de janeiro de 2024, nas coordenadas geográficas 27°43'47"S de latitude e 52°17'37"W de longitude, com altitude aproximada de 670 m. O clima

predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, subtropical úmido com verão quente, chuvas uniformemente distribuídas e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, com precipitação anual entre 1.100 e 2.000 mm, e geadas severas e frequentes num período médio de ocorrência de dez a 25 dias anualmente (Peel et al., 2007).

Os experimentos foram replicados duas vezes com os mesmos tratamentos para avaliar os efeitos de herbicidas e a competição de plantas daninhas com a cultura do feijoeiro, buscando maior precisão nos dados gerados. Nos dois experimentos, o delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com capacidade de 8 dm³, preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (Streck et al., 2018). As características químicas e físicas do solo foram: pH em água de 4,8; MO = 3,5%; P= 4,0 mg dm⁻³; K= 117,0 mg dm⁻³; Al³⁺=0,6 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 4,7 11 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 1,8 cmolc dm⁻³; CTC (t) = 7,4 cmolc dm⁻³; CTC (TpH=7,0) = 16,5 cmolc dm⁻³; H+Al= 9,7 cmolc dm⁻³; SB= 6,8 cmolc dm⁻³; V= 41%; e Argila= 60%. A correção da fertilidade foi efetuada conforme as recomendações técnicas à cultura do feijoeiro destinado à produção de grãos (CQFS-RS/SC, 2016). Como adubação de base foi utilizado 260 kg ha⁻¹ da fórmula 8-20-20 de N-P-K e quando o feijoeiro estava com 4 folhas aplicou-se 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), na forma de ureia (45% de N).

Foram semeadas 8 sementes da cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto e 6 sementes de plantas daninhas por vaso. Após a emergência das plântulas, realizou-se o desbaste, deixando-se três plantas de cada uma das espécies envolvidas na competição (feijoeiro e plantas daninhas) por unidade experimental. No tratamento onde haviam várias espécies convivendo juntas a cultura (papuã, buva, corda-de-viola e caruru) foram deixadas 3 plantas de cada uma das plantas daninhas e 3 plantas do feijoeiro.

A irrigação foi realizada por sistema de microaspersão, com aplicações de água às 8 horas da manhã, ao meio-dia e às 15 horas, para manter o solo na capacidade de campo e evitar estresse hídrico.

Aos 25 dias após a emergência das espécies (DAE) para os dois ensaios, foram efetuadas as aplicações dos herbicidas com um pulverizador costal de precisão pressurizado por CO₂, equipado com uma barra contendo quatro pontas de pulverização tipo leque da série DG 110.02. A pulverização foi realizada sob pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, resultando em uma vazão de 150 L ha⁻¹ de calda herbicida. O feijoeiro no momento das aplicações dos herbicidas estava no estágio V4 (quarta folha trifoliada aberta) e as plantas daninhas com terceira folha completamente expandida. As condições meteorológicas registradas nos momentos das aplicações dos herbicidas constam na Tabela 2.

As variáveis avaliadas foram: fitotoxicidade dos herbicidas a cultivar de feijoeiro aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos. Para a fitotoxicidade, foram atribuídas notas percentuais, sendo zero (0%) aos tratamentos com ausência de injúria e cem (100%) para morte das plantas da cultura, de acordo a metodologia proposta por Velini et al. (1995).

Aos 44 dias após a emergência (DAE) para os dois experimentos, no início do estágio reprodutivo do feijoeiro, foram realizadas as avaliações CO_2 (C_i , $\mu\text{mol mol}^{-1}$), coeficiente de transpiração (E , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa fotossintética (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência do uso da água ($\text{EUA} - \text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência de carboxilação ($\text{EC} - \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$). A eficiência da carboxilação ($\text{EC} - \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e a eficiência do uso da água ($\text{EUA} - \text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) foram calculadas a partir da razão das variáveis A/C_i e A/E , respectivamente. Para a aferição das trocas gasosas do feijoeiro foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA) marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada bloco foi avaliado sob iluminação natural em um dia, entre 8:00 e 11:00 h, em condições de céu aberto, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises.

Aos 45 DAE, foram colhidos os experimentos e feitas as análises das características morfológicas, como a área foliar ($\text{AF} - \text{cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$) e a massa seca da parte aérea ($\text{MS} - \text{g vaso}^{-1}$) das plantas. Para quantificar a AF, utilizou-se um medidor de área foliar (LICOR-3100), aferindo-se todas as plantas em cada tratamento. Após a determinação da AF, as plantas foram dispostas em sacos de papel *kraft* e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de $60 \pm 5^\circ\text{C}$. Após a uniformidade das massas, estas foram pesadas em balança de precisão.

Para a análise dos nutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) as amostras foliares foram previamente secas, moídas em moinho de facas modelo Star FT-50 utilizando peneira de malha com de diâmetro 0,5 mm. Os nutrientes foliares do feijoeiro foram determinados conforme metodologias propostas por Tedesco et al. (1995).

Os dados foram analisados conjuntamente, ou seja, os dois experimentos foram agrupados visando diluir possíveis efeitos de erros experimentais. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e, após a comprovação da normalidade dos erros, realizou-se análise de variância pelo teste F, sendo os resultados significativos, aplicou-se o teste de Scott-Knott. As análises foram realizadas por meio do software Sisvar 5.6 (Ferreira et al., 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a aplicação da mistura formulada composta de fomesafen+fluazifop-p-butil e da mistura em tanque de imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil ocasionaram as maiores fitotoxicidades, com índice superior a 25%, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), ao se comparar com a testemunha e aos demais herbicidas (Tabela 3). A ação combinada desses herbicidas resulta em um estresse celular significativo, com danos rápidos às membranas celulares e comprometimento na absorção de nutrientes. Resultados similares aos do presente estudo foram encontrados por Silva et al., (2015), ao usarem esses mesmos herbicidas na cultura do feijoeiro.

Os resultados demonstraram que a aplicação dos herbicidas fluazifop-p-butil, clethodim e pinoxaden foram estatisticamente igual à testemunha sem aplicação de produtos na cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto (Tabela 3). A elevada seletividade do feijoeiro aos graminicidas ocorre devido à insensibilidade das dicotiledôneas aos herbicidas inibidores de acetil coenzima A carboxilase - ACCase (Silva et al., 2021). Os graminicidas são eficazes no controle de várias gramíneas anuais e perenes infestantes em culturas eudicotiledôneas, como soja, algodão e feijoeiro.

Os demais tratamentos herbicidas apresentaram patamares intermediários, entre aqueles que demonstraram as maiores (fomesafen+fluazifop-p-butil e imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil) e menores fitotoxicidades (fluazifop-p-butil, clethodim e pinoxaden) (Tabela 3). Observa-se ainda que esses tratamentos demonstraram fitotoxicidade inferior a 27%, sendo essa considerada elevada. Segundo Silva et al. (2021), injúrias consideradas leves e toleráveis para o feijoeiro ficam na faixa de 10 a 15%. No entanto, com o passar do tempo, as plantas de feijoeiro foram se recuperando das injúrias, atingindo no máximo 10% de fitotoxicidade aos 35 DAT porcentagem essa considerada baixa (Galon et al., 2017; Silva et al., 2021).

A aplicação dos herbicidas (bentazon, bentazon+imazamox, fomesafen+fluazifop-p-butil, fluazifop-p-butil, clethodim e pinoxaden) em isolado apresentou menor injúria à cultura, ocorrendo na média de todos esses tratamentos e para as três épocas de avaliação (7, 14 e 21 DAT), 13,71% de fitotoxicidade contra 21,12% quando esses mesmos produtos foram aplicados em mistura no tanque do pulverizador (Tabela 3). Isso pode ser explicado pelo efeito sinérgico que, nesse caso, aumentou a fitotoxicidade à cultura em razão da mistura dos herbicidas. De acordo com Gandini et al. (2020), a mistura de herbicidas pode resultar em maior injúria à cultura devido a ocorrência de interações químicas que potencializam os efeitos fitotóxicos sobre as plantas. Petter et al. (2013) também observaram que a combinação de diferentes herbicidas pode aumentar a fitotoxicidade devido à incompatibilidade química entre os

produtos, formação de precipitados ou redução da eficácia de um ou mais componentes da mistura.

Observou-se ainda que, com o passar do tempo, as fitotoxicidades ocasionadas pelos herbicidas ao feijoeiro foram reduzindo de 20,31% para 12,22%, dos 7 aos 21 DAT, respectivamente (Tabela 3). Isso ocorre porque o feijoeiro consegue se recuperar das injúrias provocadas pelos herbicidas ao longo do tempo. Gandini et al. (2020) explicam que as plantas ativam mecanismos de defesa que reduzem os danos causados pelos herbicidas, permitindo a recuperação gradual da fitotoxicidade. Petter et al. (2013) também observaram que as plantas de feijoeiro podem desenvolver tolerância a certos herbicidas ao ativar esses mecanismos de defesa, o que contribui para a recuperação dos danos fitotóxicos.

O estudo demonstrou que o feijão+papuã+buva+corda-de-viola+caruru apresentou maior área foliar, mas menor massa seca na parte aérea da cultura ao se comparar com a testemunha sem herbicidas para as duas variáveis avaliadas (Tabela 4).

Essa discrepância pode ser explicada pelo fato de quando várias espécies de plantas daninhas estão competindo com a cultura tem-se aumento da quantidade de recursos extraídos por elas do meio, fazendo com que o feijoeiro aumente a área foliar total pela produção de folhas adicionais, principalmente para melhorar a absorção do recurso luz. Essa competição intensa limita a disponibilidade desse recurso para o feijoeiro, resultando em um crescimento menos eficiente e menor acúmulo de biomassa. Em condições de alta competição, as plantas de feijoeiro tendem a alocar mais recursos para a produção de folhas na tentativa de capturar mais luz solar, mas não conseguem acumular massa seca suficiente devido à limitação de nutrientes e água constatado em outros trabalhos (Lage et al., 2017; Barcellos Jr. et al., 2016). Comparando-se com a testemunha (sem planta daninha e herbicida), onde não houve competição, as plantas de feijoeiro tiveram acesso irrestrito aos recursos essenciais, resultando em maior produção de massa seca da parte aérea. A ausência de competição permitiu um crescimento mais equilibrado e eficiente, evidenciando a importância do controle de plantas daninhas para que o feijoeiro tenha bom desempenho.

A aplicação dos herbicidas clethodim e pinoxaden resultou em maior área foliar (AF) do feijoeiro, comparado a todos os demais tratamentos (Tabela 4). Isso se deve às baixas fitotoxicidades apresentadas por esses dois herbicidas (Tabela 3), permitindo que a planta dispusesse de maior energia para seu crescimento vegetativo e não para se livrar de efeitos fitotóxicos provocados por herbicidas (Carvalho, 2021). Vieira et al. (2021) também observaram que herbicidas que ocasionam menor fitotoxicidade tendem a permitir um melhor desenvolvimento da área foliar da cultura do feijoeiro.

Ocorreu maior acúmulo de massa seca da parte aérea do feijoeiro nos tratamentos envolvendo o fluazifop-pbutil, clethodim e pinoxaden, ao se comparar com todos os demais herbicidas (Tabela 4). Esse aumento na massa seca da parte aérea pode ser explicado pelas baixas fitotoxicidades apresentadas por esses herbicidas, que permitiram melhor desenvolvimento das plantas, conforme já explicado na variável área foliar. Carvalho et al. (2015) afirmam que a baixa injúria ocasionada pelos herbicidas nas plantas contribui para a manutenção adequada das taxas de fotossíntese, transpiração e eficiência no uso da água, fundamentais para um adequado acúmulo de biomassa.

Observou-se que a testemunha sem herbicida, o feijão+papuã, feijão+corda-de-viola e feijão+papuã+buva+corda-de-viola+caruru demonstraram o menor acúmulo de N, P e K ao se comparar o feijão+buva e feijão+caruru (Tabela 5). O papuã e a corda-de-viola possuem sistemas radiculares mais profundos e volumoso absorvendo assim maiores quantidades de nutrientes do solo, deixando menos disponíveis ao feijoeiro. Em situações competitivas, as plantas tendem a desenvolver um sistema radicular mais profundo em busca de água e nutrientes (Lage et al., 2017). Em contraste, a buva e o caruru são menos competitivos ou competem de forma diferente, permitindo ao feijoeiro uma melhor absorção de N, P e K.

A aplicação de bentazon+imazamox+clethodim e bentazon+imazamox+pinoxaden demonstraram o menor acúmulo de N no feijoeiro. Dentre os herbicidas aplicados no feijoeiro a mistura em tanque de imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil foi o tratamento que demonstrou o menor acúmulo de K, igualando-se estatisticamente a testemunha sem herbicidas. O uso de bentazon, bentazon+imazamox, fomesafen+fluazifop-p-butil, bentazon+imazamox+fluazifop-p-butil e bentazon+imazamox+pinoxaden apresentaram maior acúmulo de K nas folhas do feijoeiro, superior a testemunha sem herbicidas (Tabela 5). A fitotoxicidade ou os efeitos na fisiologia e no metabolismo causado por algumas combinações de herbicidas pode prejudicar a absorção e o acúmulo de nutrientes específicos nas plantas como o N e o K. Plantas menos estressadas têm maior capacidade de realizar fotossíntese e maior eficiência na utilização de nutrientes ao se comparar com aquelas que receberam herbicidas e esses causaram danos significativos (Viecelli et al., 2021).

Não foi observado efeito significativo dos tratamentos para a concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de transpiração (E), condutância estomática (GS) e eficiência no uso da água (EUA) do feijoeiro (Tabela 6). Isso pode ocorrer devido à capacidade de adaptação das plantas de feijoeiro a competição com as plantas daninhas ou mesmo pela aplicação dos herbicidas, e isso pode não afetar diretamente esses parâmetros fisiológicos. A falta de efeito dos tratamentos testados sobre o Ci, E e GS pode ser explicada pela capacidade do feijoeiro em ajustar seu

metabolismo para minimizar os danos causados pelas plantas daninhas e aos herbicidas onde a planta pode regular a abertura dos estômatos e taxa de transpiração para manter uma concentração adequada de CO₂ e evitar perdas excessivas de água, mesmo quando expostas a competição ou aos produtos. Ao trabalharem com herbicidas, Galon et al. (2014) também constataram não ocorrer efeitos na fisiologia de diferentes culturas, aos 60 dias após a emergência, devendo-se esse fato especialmente à capacidade que essas apresentam de metabolizar os produtos.

As variáveis fisiológicas do feijão, como, taxa fotossintética (A) e eficiência de carboxilação (EC), apresentaram alterações significativas em relação a aplicação dos diferentes tratamentos (Tabela 6). A aplicação de bentazon, bentazon+imazamox, bentazon+fluazifop-p-butil e imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil demonstram a maior taxa fotossintética (A) das plantas de feijoeiro ao se comparar com todos os demais tratamentos, inclusive superior a testemunha sem herbicida. Os herbicidas podem causar alterações no metabolismo ou na fisiologia das plantas, com efeitos potencialmente tóxicos (Oliveira Jr. & Inoue, 2011; Correia & Carvalho, 2021).

A eficiência de carboxilação (EC) foi maior e melhor ao se aplicar no feijoeiro o imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil, sendo superior que todos os demais tratamentos (Tabela 6). Esse aumento na EC pode ser atribuído ao estresse moderado causado pela aplicação dos herbicidas, o que desencadeia uma resposta adaptativa nas plantas, aprimorando o seu metabolismo fotossintético. Além disso, características morfológicas das plantas, como a taxa de absorção e translocação dos herbicidas e a composição química dos próprios produtos, desempenham um papel essencial nas reações fisiológicas das plantas, influenciando significativamente sua capacidade de adaptação e desempenho (Merotto Jr. et al., 2000).

A atividade fotossintética do feijoeiro foi maior quando a cultura competiu com corda-de-viola ao se comparar com as demais plantas daninhas e com a testemunha sem herbicidas. Para a eficiência de carboxilação não ocorreu diferenças entre a cultura competir com as plantas daninhas e essas com relação a testemunha sem herbicidas (Tabela 6). Isso pode ser explicado pelas condições ambientais estáveis e adequadas que podem ter permitido que as plantas competidoras mantivessem uma alta taxa de fotossíntese, sem causar mudanças significativas nos processos metabólicos relacionados à absorção de luz (Manabe et al., 2015).

Os resultados indicam que a presença de plantas daninhas, principalmente ao competir com todas as espécies juntas (feijão + papuã+buva+corda-de-viola+cauru) e a aplicação de herbicidas, como fomesafen + fluazifop-p-butil e o imazamox+ fomesafen + fluazifop-p-butil, causaram um impacto negativo significativo na morfofisiologia do feijoeiro. Herbicidas com

menor fitotoxicidade, como clethodim e pinoxaden, permitem um melhor desenvolvimento da planta, evidenciando a importância de uma gestão adequada de herbicidas e controle de plantas daninhas para otimizar a produtividade do feijoeiro. A competição intensa limita o crescimento eficiente, resultando em menor acúmulo de biomassa, enquanto tratamentos sem competição ou com herbicidas de menor fitotoxicidade apresentam melhor desempenho fisiológico e nutricional.

4. CONCLUSÃO

Os herbicidas fluazifop-p-butil, clethodim e pinoxaden ocasionaram menor fitotoxicidade à cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto.

A maior fitotoxicidade foi ocasionada pela aplicação de fomesafen+fluazifop-p-butil e imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil ao feijoeiro.

O clethodim e o pinoxaden promovem maior acúmulo de área foliar e de massa seca da parte aérea da cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto.

As plantas daninhas em competição com o feijoeiro (feijão+papuã+buva+corda-de-violão+caruru) ocasionaram maior acúmulo de área foliar e menor de massa seca da parte aérea da cultura.

Os tratamentos sem competição e com menores injúrias apresentaram teores de nutrientes significativamente mais elevados, destacando-se a importância do controle das plantas daninhas para manter a saúde nutricional da cultura.

A competição do feijão+corda-de-violão e a aplicação dos herbicidas imazamox+fomesafen + fluazifop-p-butil ocasionaram os menores efeitos negativos sobre as variáveis fisiológicas (atividade fotossintética e eficiência de carboxilação) da cultura.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.C.M. et al. Agronomic traits in common bean are influenced by infestation and coexistence with volunteer maize. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e59098, 2020.
- 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.
- BARCELLOS, Jr.,L.H. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em cultivos de feijão sobre diferentes manejos de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 3, p. 221-231, 2016
- BEZERRA, A. A. C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.
- BOSSOLANI, J. W. et al. Bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção de feijoeiro. **Revista Agro@mbiente On-Line**, v. 11, n. 4, p. 307, 2017.
- BRUNHARO, C.A.C.G.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014.
- CAIXETA, J. P. L. et al. Efeito de adjuvante associado a herbicidas no controle de *Digitaria insularis* L. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p.1-6, 2019.
- CARVALHO S. J. P. et al. Eficácia e interação de misturas de tanque de dicamba e haloxyfop. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, p. 1-9, 2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 09 maio 2024.
- CORREIA, N. M.; CARVALHO, S. J. P. Aspectos fisiológicos da fitotoxicidade em plantas de arroz. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 4, p. 321-328, 2021
- CURY, J. P. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 329-336, 2011.
- CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 376p, 2016.
- DREESEN, R. et al. Characterization and safety evaluation of HPPD W336, a modified 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase protein, and the impact of its expression on plant metabolism in herbicide-tolerant MST-FGØ72-2 soybean. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**. v. 97, p. 170-185, 2018.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO Statistics Division**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 6, p. 1039-1042. 2011.

GALON, L. G. 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. Influência de herbicidas do grupo das imidazolinonas em características fisiológicas de plantas cultivadas no inverno. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.20, n.1, p. 42-51, 2014.

GANDINI, E.M.M. et al. Compatibility of pesticides and/or fertilizers in tank mixtures. **Journal of Cleaner Production**, v.268, 122152, 2020.

LAGE, P. et al. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 61–68, 2017.

MANABE, P. M. S. et al. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1721-1728, 2014.

MANABE, P. M. S. et al. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 333-343, 2015.

MEROTTO Jr., A. et al. Tolerância da cultivar de soja Coodetec 201 aos herbicidas inibidores de ALS. **Planta Daninha**, v. 18, p. 93-102, 2000.

OLIVEIRA, Jr. R.S. et al. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA, Jr. et al. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**, p.243-262, 2011.

PEEL, M. C. et al. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PESSÔA, G. S. et al. Efeito da aplicação de bioestimulante vegetal associado a indutor de resistência nos componentes da produção de feijoeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 4, p. 307-314, 2017

PETTER, F. A. et al. Incompatibilidade física de misturas de agrotóxicos em tanque. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013

SILVA, F. M. et al. Efeitos de herbicidas na fitotoxicidade e desenvolvimento de plantas de feijão. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, p. 333-343, 2015.

SOLTANI, N et al. Potential yield loss in dry bean crops due to weeds in the United States and Canada. **Weed Technology**. v. 32. n. 3. p. 342–346. 2018.

STRECK, E. V. et al., **Solos do Rio Grande do Sul**. UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, p. 251, 2018.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174 p, 1995.

VARUNJIKAR, M. S. et al. Proteomics analyses of herbicide-tolerant genetically modified, conventionally, and organically farmed soybean seeds. **Food Control**, v. 151, s/n, p. 109795-109795, 2023.

VELINI ED, OSIPE R, GAZZIERO DLP. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. 42p, 1995.

VIECELLI, M. et al. Morphophysiological characteristics of Brazilian bean genotypes related with sulfentrazone tolerance. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 56, n. 8, p. 706-721, 2021.

VIEIRA, A.; RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D. Fitotoxicidade de fungicidas, acaricidas e inseticidas sobre o mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivar Sunrise Solo improved line 72/12. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, n. 1, p. 175-178, 2021

Tabela 1. Tratamentos utilizados nos experimentos, respectivas doses, adjuvante e modalidade de aplicação. UFFS/Erechim/RS, anos de 2023 e 2024.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Produto comercial	Dose (L/kg ha ⁻¹)
Testemunha	----	----	----
Feijão + papuã	----	----	----
Feijão + buva	----	----	----
Feijão + corda-de-viola	----	----	----
Feijão + caruru	----	----	----
Feijão+papuã+buva+corda-de-viola+cauru	----	----	----
Bentazon	720	Basagram 600 ¹	1,20
Bentazon+imazamox	600 + 28	Amplo ²	1,00
Fomesafen + fluazifop –p- butil	200 + 200	Fusiflex ³	1,60
Fluazifop –p-butil	187,5	Fusilade ¹	0,75
Clethodim	108	Select 240 ²	0,45
Pinoxaden	40	Axial	0,80
Bentazon+fluazifop –p- butil	720 + 187,5	Basagran 600+Fusilade ¹	1,20+0,75
Bentazon + clethodim	720 + 108	Basagran 600+Select 240 ¹	1,20+0,45
Bentazon+pinoxaden	720 + 40	Basagran 600+Axial ¹	1,20+0,80
Bentazon+imazamox+fluazifop	600+28+187,5	Basagran 600+Amplo+Fusilade ²	1,00+0,75
Bentazon+imazamox+clethodim	600+ 28+108	Basagran 600+Amplo+Select240 ²	1,00+0,45
Bentazon+imazamox+pinoxaden	600 +28	Basagran 600+Amplo+Axial ²	1,00+0,80
Imazamox+fomesafen+fluazifop	600+28+200+200	Amplo+Fusiflex+Fusilade ²	1,00+1,60

^{1,2 e 3} Adicionado aos herbicidas os adjuvante, Assist (0,5% v/v), Dash (0,5% v/v) e Agral (0,2% v/v), respectivamente.

Tabela 2. Condições ambientais no momento da aplicação dos herbicidas em pós-emergência da cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto, para os experimentos de efeito de herbicidas e competição na cultura do feijoeiro.

Experimentos	Data da aplicação	Luminosidade (%)	Temperatura (°C)		Umidade relativa do ar (%)	Condições de solo	Velocidade do vento (km h ⁻¹)
			ar	solo			
I	14/02/2023	Claro	30	32 °C	45%	seco	4
II	15/12/2023	Nublado	21	28 °C	50%	seco	3

Tabela 3. Fitotoxicidade (%) a cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto ocasionada pela aplicação de herbicidas em pós-emergência, no ano 2023. UFFS, Campus Erechim/RS.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)		
	7 DAT ¹	14 DAT	21 DAT
Testemunha	0,00 c ²	0,00 c	0,00 c
Bentazon	19,38 b	15,37 b	11,62 b
Bentazon + imazamox	20,00 b	17,85 b	13,12 b
Fomesafen + fluazifop-p-butil	35,63 a	33,00 a	27,50 a
Fluazifop-p-butil	8,13 c	5,12 c	1,25 c
Clethodim	11,88 c	8,12 c	3,12 c
Pinoxaden	8,75 c	5,00 c	1,87 c
Bentazon + fluazifop-p-butil	25,00 b	22,37 b	18,12 b
Bentazon + clethodim	23,75 b	19,00 b	14,50 b
Bentazon + pinoxaden	26,25 b	19,75 b	15,00 b
Bentazon + imazamox+ fluazifop-p-butil	21,25 b	17,37 b	12,25 b
Bentazon + imazamox+ clethodim	20,00 b	15,00 b	9,12 c
Bentazon + imazamox + pinoxaden	26,88 b	24,5 b	17,87 b
Imazamox + fomesafen+ fluazifop-p-butil	37,50 a	32,37 a	25,75 a
Média Geral	20,31	16,77	12,22
C.V. (%)	49,25	62,64	79,71

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.

Tabela 4. Área foliar (cm² vaso⁻¹) e massa seca da parte aérea (g vaso⁻¹) da cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto em função da competição com plantas daninhas e efeito de herbicidas. UFFS, Campus Erechim/RS.

Tratamentos	Área foliar (cm ² vaso ⁻¹)	Massa seca (g vaso ⁻¹)
Testemunha	4243 b ¹	38,13 a
Feijão + papuã	3346 b	23,39 c
Feijão + buva	3390b	41,95 a
Feijão + corda-de-viola	3078 b	30,64 b
Feijão + caruru	3830 b	37,05 a
Feijão + papuã + buva + corda de viola	4798 a	19,49 c
Bentazon	2538 b	25,56 c
Bentazon + imazamox	4050 b	30,98 b
Fomesafen + fluazifop-p-butil	3780 b	26,53 c
Fluazifop-p-butil	2857 b	35,36 a
Clethodim	5616 a	35,20 a
Pinoxaden	4761 a	34,94 a
Bentazon + fluazifop-p-butil	3917 b	30,55 b
Bentazon + Clethodim	5532 a	28,51 c
Bentazon + Pinoxaden	5912 a	27,06 c
Bentazon + imazamox + fluazifop-p-butil	4841 a	23,84 c
Bentazon +imazamox + clethodim	4821 a	31,09 b
Bentazon + imazamox + pinoxaden	3885 b	25,92 c
Imazamox + fomesafen + fluazifop-p-butil	4121 b	20,47 c
Média Geral	4174	29,82
C.V. (%)	43,30	24,75

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.

Tabela 5. Teores de nutrientes nitrogênio - N (dag kg⁻¹ - %), fósforo - P (dag kg⁻¹ - %) e potássio - K (dag kg⁻¹ - %) das folhas da cultivar de feijoeiro SCS 204 Predileto em função da competição com plantas daninhas e aplicação de herbicidas. UFFS, *Campus Erechim/RS*.

Tratamentos	Nutrientes foliares		
	N	P	K
Testemunha	5,83 b	0,28 c	0,57 b
Feijão + papuã	5,74 b	0,29 c	0,54 b
Feijão + buva	5,83 b	0,28 c	0,65 a
Feijão + corda-de-viola	5,58 b	0,29 c	0,56 b
Feijão + caruru	6,98 a	0,32 b	0,61 a
Feijão + papuã + buva + corda de viola + caruru	6,34 b	0,30 c	0,52 b
Bentazon	7,26 a	0,33 b	0,74 a
Bentazon + imazamox	6,73 a	0,32 b	0,74 a
Fomesafen + fluazifop-p-butil	7,87 a	0,34 b	0,69 a
Fluazifop -p- butil	6,73 a	0,33 b	0,52 b
Clethodim	7,57 a	0,33 b	0,56 b
Pinoxaden	7,56 a	0,35 a	0,55 b
Bentazon + fluazifop-p-butil	7,29 a	0,37 a	0,54 b
Bentazon + clethodim	6,89 a	0,38 a	0,51 b
Bentazon + pinoxaden	7,65 a	0,38 a	0,57 b
Bentazon + imazamox + fluazifop-p-butil	7,16 a	0,32 b	0,68 a
Bentazon + imazamox + clethodim	6,14 b	0,31 b	0,52 b
Bentazon + imazamox + pinoxaden	5,96 b	0,36 a	0,77 a
Imazamox + fomesafen + fluazifop-p-butil	6,67 a	0,29 c	0,54 b
Média Geral	6,72	0,32	0,60
CV (%)	13,31	12,28	15,27

Tabela 6. Concentração interna de CO₂ (Ci, $\mu\text{mol mol}^{-1}$), condutância estomática (g_s, $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E, $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa fotossintética (A, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência de uso da água (EUA) e eficiência de carboxilação (EC) em plantas da cultivar de feijão SCS 204 Predileto em função da competição com plantas daninhas e da aplicação de herbicidas em isolado ou em mistura em tanque.

Tratamentos	Características fisiológicas do feijão					
	Ci	E	GS	A	EUA	EC
Testemunha	242,12 ^{ns}	3,74 ^{ns}	0,33 ^{ns}	18,79 b ¹	5,50 ^{ns}	0,08 b
Feijão + papuã	227,62	4,40	0,39	23,14 b	5,54	0,10 b
Feijão + buva	225,37	4,73	0,38	23,69 b	5,04	0,11 b
Feijão + corda-de-viola	205,75	4,68	0,35	25,25 a	5,45	0,13 b
Feijão + caruru	223,87	4,24	0,36	22,68 b	5,73	0,10 b
Feijão + papuã+buva+corda-de-viola+cauru	226,12	4,39	0,32	21,04 b	5,17	0,09 b
Bentazon	188,50	4,44	0,38	28,09 a	5,51	0,16 b
Bentazon + imazamox	193,00	4,38	0,36	26,87 a	6,25	0,15 b
Fomesafen+fluazifop-p-butil	227,50	4,40	0,37	22,92 b	5,21	0,10 b
Fluazifop-p-butil	229,25	4,23	0,31	20,39 b	5,12	0,09 b
Clethodim	225,00	4,36	0,36	22,57 b	5,32	0,10 b
Pinoxaden	206,50	4,09	0,32	24,08 b	5,96	0,13 b
Bentazon+fluazifop-p-butil	205,87	4,62	0,37	25,80 a	5,74	0,14 b
Bentazon + clethodim	217,37	4,19	0,33	22,47 b	5,63	0,10 b
Bentazon + pinoxaden	228,00	4,21	0,35	22,10 b	5,69	0,10 b
Bentazon+imazamox+fluazifop-p-butil	218,29	4,30	0,34	22,64 b	5,45	0,10 b
Bentazon+imazamox+clethodim	214,50	4,41	0,34	23,47 b	5,55	0,11 b
Bentazon+imazamox+pinoxaden	224,25	4,26	0,34	21,69 b	5,27	0,09 b
Imazamox+fomesafen+fluazifop-p-butil	172,37	4,60	0,37	31,54 a	6,69	0,24 a
Média Geral	215,85	4,35	0,35	23,64	5,62	0,12
CV (%)	17,51	11,00	19,43	25,86	20,38	50,33

1 Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.