



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM  
CURSO DE AGRONOMIA**

**CARLOS DANIEL BALLA**

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE  
FEIJOEIRO EM COMPETIÇÃO COM CAPIM-AMARGOSO**

**ERECHIM**

**2023**

**CARLOS DANIEL BALLA**

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE  
FEJJOEIRO EM COMPETIÇÃO COM CAPIM-AMARGOSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – *Campus*  
Erechim, como parte das exigências para obtenção do  
grau de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sc. Leandro Galon

**ERECHIM**

**2023**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Balla, Carlos Daniel  
RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE  
CULTIVARES DE FEIJOEIRO EM COMPETIÇÃO COM CAPIM-AMARGOSO  
/ Carlos Daniel Balla. -- 2023.  
39 f.

Orientador: Dr. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2023.

1. Phaseolus vulgaris. 2. Digitaria insularis. 3.  
Capim-amargoso. 4. Digitaria insularis. 5. Interação  
competitiva. I. Galon, Leandro, orient. II. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**CARLOS DANIEL BALLA**

**RESPÓSTAS MORFOFISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE CULTIVARES DE  
FEIJOEIRO EM COMPETIÇÃO COM CAPIM-AMARGOSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) -  
*Campus* Erechim, como parte das exigências para  
obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 20/07/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Sc. Leandro Galon  
Orientador

---

Ms. Sc. Rodrigo José Tonin -UFFS  
Avaliador

---

Dra. Sandra Maziero – UFFS  
Avaliador

## **DEDICO**

*Ao meu filho Lorenzo Gobbi Balla e a minha esposa  
Ândrea Machado Pereira Franco pela compreensão de  
minha ausência em tantos momentos, carinho, amizade,  
companheirismo, dedicação, e principalmente por estarem  
sempre ao meu lado me apoiando carinhosamente na  
caminhada agrônômica.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas tantas proteções, orientações e bênçãos. Iluminando mais essa jornada, guiando minha caminhada possibilitando chegar até esse momento;

Aos meu pai Antonio Carlos Balla e minha mãe Maria Jandira Seben Balla, aos meus irmãos Juliana Balla Donato, Janaina Balla Burgert e André Adair Balla, também aos cunhados Rafael e Everton e os sobrinhos Eloisa, Gabriel, Gustavo e Germano e todos demais minha família, pelo amor, apoio incondicional e por sempre me incentivarem. Vocês foram minha base e fonte de inspiração ao longo de toda essa caminhada;

Ao meu orientador professor Leandro Galon, pelo tempo dedicado, orientação valiosa e paciência ao me guiar neste projeto. Sua expertise e incentivo foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal;

Aos amigos, colegas e o grupo MASSA, obrigado por pelas alegrias e atividades experimentais conduzidas, pelas experiências e por trilharmos juntos essa caminhada. Em especial aos amigos técnicos dos laboratórios que com certeza sem a colaboração e o apoio de vocês, esse trabalho não seria possível;

À banca avaliadora por ter aceitado meu convite, e pelas contribuições ao trabalho;

Aos professores e demais membros da instituição, agradeço pela oportunidade de aprendizado e pelo ambiente propício ao crescimento intelectual;

Por fim, agradeço a todos aqueles que acreditam no poder do conhecimento, e na busca incessante pela excelência. Que este trabalho possa contribuir de alguma forma para o avanço do conhecimento em nossa área agronômica;

Muito obrigado pelo apoio, encorajamento e por fazerem parte da minha trajetória acadêmica.

## RESUMO

Estudos que explorem a interação competitiva entre o feijoeiro com as plantas daninhas são importantes para adotar manejos mais eficientes nas lavouras e com isso reduzir o custo de produção. Diante disso objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva relativa de cultivares de feijoeiro na presença de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em diferentes proporções de plantas nas associações. Os experimentos foram instalados em casa de vegetação, no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados em proporções de plantas de feijoeiro e de capim-amargoso: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100 correspondente a 20:0, 15:5, 10:10, 5:15 e 0:20 plantas vaso<sup>-1</sup>. A análise da competitividade das espécies foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos, e também pelos índices de competitividade relativa. Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição da área foliar, estatura, massa seca da parte aérea das plantas, trocas gasosas e determinado a concentração dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e carbono) nas folhas das cultivares de feijão. Ocorreu equivalência dos mecanismos de competição e na demanda pelos recursos do meio entre o feijoeiro e a planta daninha quando em comunidade. As cultivares de feijoeiro BRS Esteio, IPR Uirapuru, IPR Urutau, BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará apresentam similaridade quanto à habilidade competitiva quando associadas com a *D. insularis*. As trocas gasosas do feijoeiro foram afetadas negativamente com o aumento da densidade das plantas do competidor. O feijoeiro apresentou maior crescimento relativo do que a planta daninha quando em associação. Os teores de nutrientes do feijoeiro sofrem efeito negativo com o aumento da densidade de plantas de *D. insularis*. A competição interespecífica causou maiores prejuízos as variáveis morfológicas, fisiológicas e nutricionais das espécies do que a competição intraespecífica, ocorreu basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre o feijoeiro com a planta daninha.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, *Digitaria insularis*, interação competitiva.

## ABSTRACT

Studies that explore the competitive interaction between common bean and weeds are important to adopt more efficient management practices in crops and thereby reduce production costs. Therefore, the objective of this study was to evaluate the relative competitive ability of common bean cultivars in the presence of sourgrass (*Digitaria insularis*) at different plant proportions in the associations. The experiments were conducted in a greenhouse using a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in proportions of common bean and sourgrass plants: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100, corresponding to 20:0, 15:5, 10:10, 5:15, and 0:20 plants per pot. The analysis of species competitiveness was conducted through diagrams applied to substitution experiments, as well as relative competitiveness indices.

At 50 days after species emergence, measurements were taken for leaf area, height, shoot dry mass of the plants, gas exchange, and nutrient concentration (nitrogen, phosphorus, potassium, and carbon) in the leaves of the common bean cultivars. Equivalent competition mechanisms and demand for environmental resources were observed between common bean and the weed when in a community. The common bean cultivars BRS Esteio, IPR Uirapuru, IPR Urutau, BRS Estilo, IAC 1850, and IPR Tangará showed similarity in competitive ability when associated with *D. insularis*. Gas exchange in the common bean was negatively affected by increased competitor plant density. The common bean showed greater relative growth than the weed when in association. Nutrient levels in the common bean were negatively impacted by increased *D. insularis* plant density. Interspecific competition caused greater damage to morphological, physiological, and nutritional variables of both species compared to intraspecific competition, indicating a basic competition for the same environmental resources between common bean and the weed.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*, *Urochloa plantaginea*, competitive interaction.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Produtividade relativa (PR) para estatura relativa das plantas de feijão do grupo preto e carioca (●) e capim-amargoso (□), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijão: capim-amargoso). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. .... 31
- Figura 2- Produtividade relativa (PR) para área foliar relativa das plantas de feijão do tipo preto e carioca (●) e capim-amargoso (□), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijão: capim-amargoso). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. .... 32
- Figura 3- Produtividade relativa (PR) para massa seca relativa das plantas de feijão do tipo preto e carioca (●) e capim-amargoso (□), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijoeiro: capim-amargoso). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. .... 33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características genéticas das cultivares utilizados no estudo. UFFS, Campus Erechim/RS, 2020/21. .... 15

Tabela 2- Diferenças relativas para as variáveis, estatura, área foliar e massa seca da parte aérea das cultivares de feijão do tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau, e do tipo carioca: BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará e do competidor capim-amargoso (*Digitaria insularis*), aos 50 dias após a emergência da cultura. UFFS, Campus Erechim, RS, 2020/21. .... 34

Tabela 3- Diferenças entre plantas associadas ou não de cultivares de feijão do tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau, e do tipo carioca: BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará e de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) para as variáveis estatura, área foliar e massa seca da parte aérea das plantas, aos 50 dias após a emergência. UFFS, Campus Erechim-RS, 2020/21. .... 36

Tabela 4- Diferenças entre plantas associadas ou não cultivares de feijão do tipo preto BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau, e carioca BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará em competição com capim-amargoso (*Digitaria insularis*) para as variáveis relacionadas a fisiologia das plantas, teor de clorofila (SPAD), concentração de CO<sub>2</sub> sub-estomática (C<sub>i</sub> - μmol mol<sup>-1</sup>), taxa fotossintética (A - μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática de vapores de água (G<sub>s</sub> - mol m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de transpiração (E - mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), eficiência da carboxilação (EC - mol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e a eficiência do uso da água (EUA - mol CO<sub>2</sub> mol H<sub>2</sub>O<sup>-1</sup>). UFFS, Campus Erechim-RS, 2020/21. .... 37

Tabela 5- Respostas de cultivares de feijoeiro (tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru, IPR Urutau e tipo carioca: BRS Estilo, IPR Tangará e IAC 1850) à interferência de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), expressas pelos teores de nutrientes; nitrogênio - N (dag kg<sup>-1</sup> - %), fósforo - P (dag kg<sup>-1</sup> - %), potássio - K (dag kg<sup>-1</sup> - %) e Carbono - C (dag kg<sup>-1</sup> - %) das plantas conduzidas em experimentos de séries substitutivas. UFFS, Campus Erechim/RS, 2020/21. 38

Tabela 6- Índices de competitividade entre cultivares de feijão do tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau e do tipo carioca: BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará e do competidor capim-amargoso (*Digitaria insularis*), expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas. UFFS, Campus Erechim-RS, 2020/21. .... 39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) destaca-se pela sua relevância socioeconômica, pois é um dos alimentos proteicos que compõem a base da alimentação dos brasileiros, além de ser fonte de renda para os produtores rurais, em especial para a diversificação da matriz produtiva das unidades familiares (CONAB, 2023). No Brasil atualmente a área semeada com feijão é 2.776,9 mil hectares, com produção esperada para a safra 2022/23 em cerca de 2.919,2 mil toneladas (CONAB, 2023).

Apesar da expressiva importância do cultivo do feijoeiro sua produção enfrenta alguns limitantes que influenciam negativamente a produtividade e a qualidade dos grãos colhidos. Os principais fatores relacionados com a baixa produtividade do feijoeiro estão relacionados com a falta ou ineficiência no controle das plantas daninhas infestantes da cultura (BEIERMANN et al., 2022). As plantas daninhas podem ocasionar perdas superiores a 82% na produtividade de grãos em virtude da competição que ocasionam com a cultura pelos recursos água, luz e nutrientes, além de hospedarem pragas ou liberarem substâncias alelopáticas que interferem no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (KALSING & VIDAL, 2013; DUSABUMUREMYI et al., 2014; FRANCESCHETTI et al., 2019).

Dentre as principais plantas daninhas que infestam a cultura do feijoeiro destaca-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), sendo uma espécie monocotiledônea da família Poaceae que apresenta metabolismo C4, apresentando assim melhor eficiência no uso dos recursos do meio como luz, água e nutrientes (GIOVANELLI, 2019). O mesmo autor destaca ainda que o capim-amargoso consegue se desenvolver e crescer em temperaturas elevadas, abriga pragas que podem infestar as culturas de interesse agrícola (GIOVANELLI, 2019). Além disso, o capim-amargoso é uma espécie perene com alta capacidade de infestação e incidência, sendo capaz de se reproduzir por sementes ou rizomas formando touceiras a partir destes, com facilidade de desenvolvimento em solos com baixa fertilidade, preocupando assim os produtores de feijão (TOMAZINI et al., 2022).

Para o controle das plantas daninhas infestantes do feijoeiro tem se recomendado aos produtores adoção do manejo integrado por preconizar a utilização dos mais diversos métodos de controle, com destaque na redução do uso de herbicidas, sendo esses mais uma ferramenta para ser utilizada em último caso (BARBIERI et al., 2022). A escolha da cultivar pode ser uma estratégia no manejo da comunidade de plantas daninhas, já que essas apresentam habilidade competitiva diferenciadas, no uso dos recursos disponíveis no ambiente, em virtude da constituição genética que apresentam (OVEISI et al., 2021; GALON et al., 2022; RUDELL et al., 2023). Alguns trabalhos já relatam casos de resistência do capim-amargoso aos herbicidas

inibidores de enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs - glyphosate) e herbicidas inibidores da enzima acetil-CoA carboxilase (ACCase) sendo esses os mais utilizados para o controle dessa planta daninha (YU et al., 2017; BASAK et al., 2023).

Quando se trata de competitividade, as cultivares respondem de modo diferenciado em virtude das características genéticas distintas que os materiais contêm, como hábito de crescimento, desenvolvimento, sistema radicular, índice de área foliar, arquitetura de plantas, produção de biomassa, dentre outros, que interferem diretamente na habilidade competitiva (CASTRO et al., 2019; GALON et al., 2022). Quando uma espécie tem maior capacidade de absorção e assimilação dos recursos disponíveis em determinado espaço, ou nicho ecológico, maior será seu potencial de desenvolvimento, fator este relacionado a maior quantidade de recursos disponibilizados pelo meio, assim, apresentando uma competitividade superior em relação a outra espécie (BIANCHI et al., 2006; AGOSTINETTO et al., 2013; GALON et al., 2022).

O crescimento e desenvolvimento das plantas requer nutrientes (macro e micronutrientes) para que realizem o processo fotossintético, absorvendo luminosidade e convertendo em energia (ARAÚJO, 2018). Os nutrientes mais exigidos pelas culturas são o nitrogênio, fósforo, potássio e carbono sendo que esses interferem significativamente na produtividade de uma lavoura e que quando há escassez ou falta como consequência normalmente ocorre elevadas perdas de produtividade de grãos (SORALUZ, 2022). Os nutrientes desempenham funções importantes nas plantas, tais como: o carbono contribui na formação das estruturas biomoleculares das plantas, o nitrogênio faz parte da constituição de macromoléculas como os ácidos nucleicos, o fósforo exerce função essencial no processo energético, o potássio está relacionado ao processo de fotossíntese participando da abertura e fechamento dos estômatos auxiliando ainda na absorção de água do solo (ARAÚJO, 2018).

Desse modo para que as culturas alcancem elevadas produtividades as mesmas precisam estar nutridas conforme as recomendações técnicas e ainda que não tenham plantas daninhas infestando as mesmas para evitar a competição pelos nutrientes, principalmente aqueles considerados essenciais.

A hipótese deste estudo foi de que o capim-amargoso se adapta melhor ao ambiente e apresenta maior habilidade competitiva, em relação à cultura do feijoeiro, quando em proporções iguais de plantas, utilizando com isso melhor os recursos disponíveis no ambiente. Diante disso objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva relativa de cultivares de feijoeiro na presença de capim-amargoso, em diferentes proporções de plantas nas associações.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no laboratório Manejo Sustentável dos Sistemas Agrícolas da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, no ano agrícola 2020/21. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm<sup>3</sup>, preenchidos com solo oriundo de área agrícola, caracterizado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (STRECK et al., 2018). As características químicas e físicas do solo foram: pH em água= 4,8; MO = 3,5%; P= 4,0 mg dm<sup>-3</sup>; K= 117,0 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>=0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 4,7 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 1,8 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC(t)= 7,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC(TpH=7,0) = 16,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al= 9,7 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB= 6,8 cmolc dm<sup>-3</sup>; V= 41%; e Argila= 60%. A adubação do solo e correção do pH foram efetuadas conforme análise físico-química e as recomendações técnicas para a cultura do feijoeiro (SBCS, 2016).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram as cultivares de feijoeiro do tipo preto: BRS Esteio, IPR Urutau, IPR Uirapuru e do tipo carioca: BRS Estilo, IPR Tangará, e IAC 1850, os quais competiram com a planta daninha capim-amargoso (*D. insularis*).

Em caráter preliminar, tanto para as cultivares de feijoeiro efetuou-se seis experimentos, quanto para o capim-amargoso um experimento, em monocultivo totalizando sete experimentos com objetivo de estimar a densidade de plantas em que a produção final de massa seca atingisse rendimento constante (BIANCHI et al., 2006). Para isso, foram utilizadas as densidades de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso<sup>-1</sup> (equivalentes a 25, 49, 98, 196, 392, 587, 784, 980, 1.176, 1.372 e 1.568 plantas m<sup>-2</sup>).

Outros seis experimentos foram instalados para avaliar a habilidade competitiva das cultivares de feijoeiro do tipo preto e do tipo carioca (Tabela 1), com plantas de capim-amargoso. Esses experimentos foram conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações de cultivares e do competidor, variando-se as proporções relativas de plantas vaso<sup>-1</sup>: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100, o que equivale a 20:0, 15:5, 10:10, 5:15 e 0:20 plantas vaso<sup>-1</sup> das espécies, mantendo-se constante a densidade total de plantas (20 plantas vaso<sup>-1</sup>). Para estabelecer as densidades desejadas em cada tratamento e obter uniformidade das plântulas, as sementes do feijoeiro e do capim-amargoso foram previamente semeadas em bandejas, sendo posteriormente transplantadas para os vasos de acordo com o tratamento proposto.

Aos 50 dias após a emergência (DAE) foram aferidas ainda as variáveis referentes a fisiologia das cultivares de feijoeiro, tais como: concentração de CO<sub>2</sub> sub-estomática (*C<sub>i</sub>* - μmol

$\text{mol}^{-1}$ ), condutância estomática de vapores de água ( $G_s - \text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e taxa fotossintética ( $A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). A eficiência da carboxilação ( $EC - \text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e a eficiência do uso da água ( $EUA - \text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$ ) foram calculadas a partir da razão das variáveis  $A/C_i$  e  $A/E$  respectivamente. Essas variáveis foram determinadas no terço médio das plantas de feijoeiro, na primeira folha completamente expandida. Para avaliar as variáveis fisiológicas foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), sendo que cada bloco foi avaliado em um dia, entre 7 e 11 horas da manhã, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises.

A estatura de planta (EP) e a área foliar (AF) das espécies também foram aferidas aos 50 DAE. A estatura das plantas (cm) foi determinada com régua graduada, desde rente ao solo até a última folha completamente expandida. Para a determinação da AF utilizou-se um medidor eletrônico de área foliar (LICOR-3100), quantificando-se a variável em todas as plantas em cada tratamento. Após a determinação da AF as plantas foram acondicionadas em sacos de papel *kraft* e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de  $65^\circ\text{C}$  por 48 horas até o material atingir massa constante para aferir-se a massa seca (MS) das espécies.

Através dos valores médios de MS das espécies obteve-se a produção constante com densidade de 20 plantas vaso $^{-1}$ , para todas as cultivares de feijoeiro e para a planta daninha o que equivaleu a 463 plantas  $\text{m}^{-2}$ .

Para a análise dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e carbono (C) as amostras foliares que foram previamente secas foram 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).

**Tabela 1-** Características genéticas das cultivares utilizadas no estudo. UFFS, Campus Erechim/RS, 2020/21.

Empresa	Pedigree	Grupo	Ciclo	Hábito de crescimento	Tipo
Embrapa	BRS Esteio	Preto	Normal	Indeterminado	II
IAPAR	IPR Urutau	Preto	Médio	Indeterminado	II
IAPAR	IPR Uirapuru	Preto	Médio	Indeterminado	II
Embrapa	BRS Estilo	Carioca	Médio	Indeterminado	II
IAPAR	IPR Tangará	Carioca	Médio	Indeterminado	II
Instituto Agrônomo	IAC 1850	Carioca	Médio	Indeterminado	II

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (RUBIN et al., 2014). O referido procedimento, também conhecido como método convencional para experimentos substitutivos, consiste na construção de um diagrama tendo por base as produtividades ou variações relativas (PR) e total (PRT). Quando o resultado da PR for uma linha reta, significa que a habilidade das espécies é equivalente. Caso a PR resultar em linha côncava, indica que existe prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Ao contrário, se a PR mostrar linha convexa, há benefício no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Quando a PRT for igual à unidade 1 (linha reta), ocorre competição pelos mesmos recursos; se ela for superior a 1 (linha convexa), a competição é evitada. Caso a PRT for menor que 1 (linha côncava), ocorre prejuízo mútuo ao crescimento (COUSENS, 1991; RUBIN et al., 2014).

Foram calculados ainda os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) das espécies. A CR representa o crescimento comparativo da cultivar de feijoeiro (X) em relação ao competidor capim-amargoso (Y); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra; e A aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam qual espécie se manifesta mais competitiva e sua interpretação conjunta indica com maior segurança a competitividade das espécies (COUSENS, 1991). As cultivares de feijoeiro X são mais competitivos que o competidor capim-amargoso Y, quando  $CR > 1$ ,  $K_{cultura} > K_{planta\ daninha}$  e  $A > 0$ ; por outro lado, os competidores Y são mais competitivos que as cultivares de feijoeiro X quando  $CR < 1$ ,  $K_{cultura} < K_{planta\ daninha}$  e  $A < 0$  (HOFFMAN & BUHLER, 2002). Para calcular esses índices foram usadas as proporções 50:50 das espécies envolvidas no experimento (feijoeiro *versus* capim-amargoso), ou seja, as densidades de 10:10 plantas vaso<sup>-1</sup>, utilizando-se as equações:  $CR = PR_x/PR_y$ ;  $K_x = PR_x/(1-PR_x)$ ;  $K_y = PR_y/(1-PR_y)$ ;  $A = PR_x - PR_y$  (COUSENS & O'NEILL, 1993).

O procedimento de análise estatística da produtividade ou variação relativa incluiu o cálculo das diferenças para os valores de PR (DPR) obtidos nas proporções 25, 50 e 75% em relação aos valores pertencentes à reta hipotética nas respectivas proporções, quais sejam, 0,25, 0,50 e 0,75 para PR (BIANCHI et al., 2006; AGOSTINETTO et al., 2013). Utilizou-se o teste “t” para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A (HOFFMAN & BUHLER, 2002). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e A, que as médias fossem iguais a zero ( $H_0 = 0$ ); para PRT e CR, que as médias fossem iguais a um ( $H_0 = 1$ ); e para K, que as médias das diferenças entre  $K_{cultura}$  e  $K_{planta\ daninha}$  fossem iguais a zero [ $H_0 = (K_{cultura} - K_{planta\ daninha}) = 0$ ]. O critério para se considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas foi que, no mínimo em duas proporções, ocorressem diferenças

significativas pelo teste “t” (BIANCHI et al., 2006; AGOSTINETTO et al., 2013). Do mesmo modo, considerou-se, para os índices CR, K e A, a existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles, houvesse diferença significativa pelo teste “t”.

Os resultados obtidos para EP, AF, MS, variáveis fisiológicas e nutrientes foliares N, P, K e C, expressos em valores médios por tratamento, foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e em sendo significativos as médias foram comparadas pelo teste de Dunnett, considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas comparações. Em todas as análises estatísticas adotou-se a significância de  $p \leq 0,05$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos em série de substituição permitem avaliar por análise gráfica a variação ou produtividade relativa em relação à cada variável morfológica estudada. Combinações entre feijoeiro e capim-amargoso (*Digitaria insularis*) demonstraram competição similar entre a cultura e planta daninha, com diferenças para altura da planta (AP), área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS) nas proporções de plantas testadas (Figuras 1, 2, 3 e Tabela 2).

Com relação à PRT, houve diferenças significativas entre os valores esperados e estimados em pelo menos duas proporções para a AP, AF e MS para todas as cultivares de feijoeiro ao competirem com a *D. insularis*, com linhas côncavas e valores médios inferiores a 1 (Figuras 1, 2 e 3; Tabela 2). Observa-se ainda que para a AP os valores observados e os estimados são muito próximos, ao contrário ao que ocorreu com as PRT da AF e MS, onde há uma distância maior entre esses. A ocorrência de estiolamento das plantas de feijoeiro pode explicar esse resultado, já que as PRs nas proporções para a AP (Figura 1) mantiveram-se acima das linhas pontilhadas (valores esperados), principalmente até a proporção de 50:50 entre feijoeiro x *D. insularis*. No entanto, esse comportamento não refletiu no aumento da PRs de AF (Figura 2) e maior acúmulo de MS (Figura 3). As linhas retas ou levemente convexas das PRs de AP, apresentadas pelas cultivares de feijoeiro, podem ser atribuídas à competição por luz, verificado pelo maior alongamento de caule, quando em competição com a planta daninha, o que suprime o desenvolvimento da AF e MS (PIERIK & BALLARÉ, 2021).

A PRT estimada para AF e a MS demonstrou diferenças significativas, com a presença de linhas côncavas e valores médios inferiores a 1 em todas as simulações das plantas. Isso indica a ocorrência de competição pelos mesmos recursos do meio, prejudicando o desenvolvimento da cultura e do competidor. Essas perdas são observadas mesmo nas menores proporções da planta daninha, o que indica que essa espécie pode causar danos à cultura mesmo em baixa densidade (Figuras 2 e 3; Tabela 2). Outras plantas daninhas, como a *Euphorbia*

*heterophylla* (MACHADO et al., 2015), *Amaranthus* spp., *Bidens pilosa* e *Urochloa plantaginea* (CARVALHO & CHRISTOFFOLETI, 2008; MANABE et al., 2015; GALON et al., 2017; FRANCESCHETTI et al., 2019; GALON et al., 2022) também foram reportadas por possuir maior habilidade competitiva em relação às plantas de feijoeiro ao interferirem negativamente no crescimento e desenvolvimento da cultura.

Os resultados da PRT com linhas côncavas e valores inferiores a 1 indicam competição entre o feijoeiro e a *D. insularis* pelos mesmos recursos do meio (Figuras 1, 2 e 3; Tabelas 4 e 5). Há antagonismo mútuo verificado a partir de PRT menor que 1, também verificado na competição entre cultivares de feijoeiro com espécies de *Amaranthus* spp. (CARVALHO & CHRISTOFFOLETI, 2008) e com picão-preto (GALON et al., 2017).

Na grande maioria das situações houve diferença para a PR do feijoeiro em competição com a *D. insularis* para as variáveis AP, AF e MS (Figuras 1, 2 e 3; Tabela 2). Entre as variáveis avaliadas a AF e a MS relativas sofreram maiores reduções na curva das PRs em relação à AP relativa das plantas, tanto da cultura quanto do competidor (Figuras 1, 2 e 3). O menor prejuízo da interação em relação à AP pode estar associado à estratégia da planta em melhorar a captação de energia luminosa, o que leva a formação de caules ou colmos mais longos, com menor investimento de energia para o desenvolvimento de AF ou MS (PIERIK & BALLARÉ, 2021). Convém destacar que a luz é um dos principais recursos limitados em comunidades e desenvolve um papel importante na resposta inicial de uma planta com maior potencial competitivo (BALFOUR et al., 2022). Resultado similar foi observado na competição de feijoeiro com as espécies, *A. hybridus*, *B. pilosa* e *U. plantaginea* onde a cultura foi afetada de forma negativa na presença das plantas daninhas (MANABE et al., 2015; GALON et al., 2022).

As PRs também indicaram diferenças quando as cultivares de feijoeiro competiram com *D. insularis*. Observou-se diferenças significativas em pelo menos duas proporções de plantas, em relação às respectivas retas hipotéticas para AP, AF e MS (Figuras 1, 2 e 3; Tabela 2). A premissa da significância entre as retas requer que pelo menos duas proporções de plantas sejam diferentes (BIANCHI et al., 2006). Para as variáveis morfológicas estudadas (AP, AF e MS) foram verificadas diferenças entre as retas estudadas e esperadas em praticamente todas as proporções de plantas avaliadas.

As PRs relativas da AF (Figura 2) e da MS (Figura 3), tanto para a cultura quanto para o competidor, foram todas representadas por linhas côncavas e significativas (Tabela 2), com exceção da cultivar BRS Estilo em que não houve significância para a PR do feijoeiro. Isso demonstra que a cultura e a planta daninha competem pelos mesmos recursos do meio em que estão inseridos, promovendo prejuízo mútuo para o crescimento de ambas as espécies (RUBIN

et al., 2014). Essas perdas são observadas mesmo nas menores proporções da espécie daninha, o que indica que essa pode causar danos à cultura mesmo em baixa densidade. Cultivares de feijoeiro em competição com as espécies, *B. pilosa* (GALON et al., 2017), *U. plantaginea* (GALON et al., 2022) e *Conyza bonariensis* (GASPARETTO et al., 2023) também apresentaram a ocorrência de linhas côncavas para a cultura e competidor para as variáveis avaliadas, o que corrobora com os resultados observados no presente estudo.

O crescimento relativo das cultivares de feijoeiro foram, de maneira geral, maior em relação ao crescimento de *D. insularis*, independente da proporção de plantas avaliada (Figuras 1, 2 e 3; Tabela 2). Ao se avaliar especificamente à proporção de 50:50 entre as espécies, sendo essa considerada como de ponto crítico para uma análise de experimentos em série de substituição, uma vez que, mostra claramente o melhor competidor, pois as espécies estão em proporção equivalente. Nesse caso observou-se que todas as cultivares de feijoeiro apresentaram valores das PRs das variáveis AP, AF e MS (Tabela 2) superiores a *D. insularis*, demonstrando assim que o competidor demonstrou baixa habilidade em relação a cultura. O maior crescimento do feijoeiro pode ser consequência da cultura ter desenvolvimento inicial mais rápido do que a *D. insularis* ou ter apresentado maior AF e acúmulo de biomassa o que pode contribuir para seu melhor desempenho competitivo. Outros estudos também observaram que o feijoeiro demonstrou maior crescimento ao ser posto em competição com diferentes espécies de plantas daninhas, tais como: o *Amaranthus* spp. (CARVALHO & CHRISTOFFOLETI, 2008), *B. pilosa* (GALON et al., 2017), *U. plantaginea* (GALON et al., 2022) e de *C. bonariensis* (GASPARETTO et al., 2023), corroborando assim com os resultados observados no presente estudo. Pode-se ainda relatar que as plantas daninhas normalmente em áreas agrícolas aparecem em densidades superiores às das plantas cultivadas, e na maioria das situações, em virtude disso, são consideradas como mais competitivas no uso dos recursos disponíveis no meio (BIANCHI et al., 2006; RUBIN et al., 2014; GASPARETTO et al., 2023).

De maneira geral, observou-se que as cultivares de feijoeiro apresentaram menor perda de PR comparativamente à *D. insularis*, independentemente da proporção de plantas na associação (Tabela 2). Foi possível constatar aumentos na PRT com o aumento da proporção de plantas de feijoeiro, situação significativa para todas as variáveis estudadas. Esse comportamento mostra que as espécies são competitivas e que uma não contribui mais que o esperado para a produtividade total da outra (RUBIN et al., 2014). Convém destacar que a *D. insularis*, apresenta crescimento inicial lento e que seu incremento de massa ocorre após os primeiros 45 dias após germinação, sendo este um período em que o mesmo causou grande

competição ao infestar o feijoeiro (BARROSO et al., 2014), o que se assemelha aos resultados encontrados neste estudo.

As variáveis morfológicas AP, AF e MS das cultivares de feijoeiro, de maneira geral, foram reduzidas quando em competição com *D. insularis*, independente da proporção de plantas na associação (Tabela 3). Quanto mais elevada a proporção do competidor na associação com as cultivares de feijoeiro, maiores foram os danos morfológicos à cultura. Nas plantas de *D. insularis* observaram-se reduções mais acentuadas na AP, AF e MS, quando em igual ou menor proporção de plantas, comparativamente as cultivares de feijoeiro (Tabela 3).

Diversos estudos relatam prejuízo ao crescimento das culturas e das plantas daninhas quando em competição (AGOSTINETTO et al., 2013; DUSABUMUREMYI et al., 2014; MACHADO et al., 2015; GALON et al., 2022). Os menores valores de AF e MS demonstram elevada competição interespecífica, em que as espécies disputam os mesmos recursos do meio. A competição interespecífica também foi relatada em estudos com cultivares de feijoeiro e *U. plantaginea* (GALON et al., 2022) e com *C. bonariensis* (GASPARETTO et al., 2023). É possível que estando a cultura bem distribuída, aumenta-se a habilidade competitiva da mesma, enquanto que, na distribuição em linhas, geralmente utilizada a campo, ocorre incremento dos danos causados pela comunidade infestante (DUSABUMUREMYI et al., 2014).

Em geral, as variáveis AP, AF e MS apresentaram as maiores médias por planta da cultura ou mesmo do competidor quando se apresentavam em proporções mais elevadas na associação, ou seja, o feijoeiro com maior densidades de plantas do que a *D. insularis* e vice-versa, independente da proporção de plantas (Tabela 3). Observou-se que a competição interespecífica é mais prejudicial para ambas as espécies envolvidas no estudo do que a competição intraespecífica. Esses dados corroboram com os encontrados por Dusabumuremyi et al., (2014), Galon et al., (2017) e Gasparetto et al., (2023) ao avaliarem cultivares de feijoeiro infestadas por plantas daninhas.

A redução no crescimento das espécies envolvidas em combinações intraespecíficas ou interespecíficas, se deve a competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo espaço (BIANCHI et al., 2006; AGOSTINETTO et al., 2013; MANABE et al., 2015; GALON et al., 2022). No entanto, a maior competição interespecífica não se restringe as cultivares de feijoeiro competindo com plantas daninhas. Diversos outros trabalhos envolvendo espécies de plantas em competição também encontraram efeitos similares aos observados no presente estudo, como arroz e a soja na presença de *D. ciliaris* (AGOSTINETTO et al., 2013), o feijoeiro infestado por espécies de: *Amaranthus* spp. (CARVALHO & CHRISTOFFOLETI, 2008), *B. pilosa* (GALON et al., 2017) e *Conyza bonariensis* (GASPARETTO et al., 2023).

Os resultados demonstram que o índice de clorofila das cultivares de feijoeiro foi maior com a diminuição da proporção de plantas da cultura e aumento da competição da *D. Insularis* (Tabela 4). Conforme Soraluz (2022), o cultivo do feijoeiro comum em competição com *Commelina diffusa* (trapoeraba) observou que o convívio com o competidor afetou de forma negativa o teor de clorofila, número de vagens, número de grãos, produtividade e teor de nitrogênio nos grãos do feijoeiro.

Para a concentração de CO<sub>2</sub> sub-estomática ( $C_i$  -  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), somente a cultivar IPR Urutau, apresentou o menor valor quando esta não estava competindo em nenhuma proporção com a *D. insularis* (Tabela 4). As demais cultivares apresentaram valores maiores quando a proporção era 100:0 cultura *versus* competidor. Fato este que pode estar relacionado com o estresse causado pela planta daninha, pois devido ao  $C_i$  ser uma variável fisiológica esta é influenciada por fatores ambientais, tais como a disponibilidade de água, luz, energia, entre outros (FERREIRA et al., 2015). Dessa forma pode-se atribuir que os resultados encontrados nesse estudo estão atrelados, além da competição entre as espécies, também a condições do ambiente.

Todas as cultivares de feijoeiro apresentaram redução da condutância estomática de vapores de água (GS) em competição com a planta daninha ao se comparar com a monocultura (Tabela 4). Isso se deve ao fato da *D. insularis* ter causado estresse na cultura, pois de acordo com Tomazini et. al. (2022) quando a planta está sob algum tipo de estresse (hídrico, luminoso ou nutricional), provocados pela interferência das plantas daninhas, a planta faz um ajuste fotossintético conforme a condição do ambiente tendendo a fechar os estômatos, conseqüentemente acarretando a redução das trocas gasosas e da taxa fotossintética da cultura em resposta a radiação disponível.

Analisando-se os parâmetros de trocas gasosas foi possível verificar que ocorreu incremento da atividade fotossintética ( $A$ ) para todas cultivares de feijoeiro, com exceção somente para IPR Uirapuru e IPR Urutau que reduziram essa variável com o aumento da densidade de competição da *D. insularis* (Tabela 4). A redução em  $A$  foi acompanhada pela menor condutância estomática e concentração interna de CO<sub>2</sub>, o que indica uma limitação estomática da fotossíntese decorrente da competição (LOU et al., 2022). Já na proporção de 50:50 ou 25:75 (feijão:competidor), apesar das mudanças na condutância estomática, a taxa fotossintética das plantas de feijoeiro foi mantida similar ou ligeiramente maior que à testemunha sem competição, inclusive com aumento em  $A$  nos cultivares BRS Esteio, BRS Estilo, IPR Tangará e IAC 1850, na proporção 25:75 (cultura:daninha), provavelmente pelo aumento na eficiência do uso da água.

O feijoeiro reage quando ocorre algum estresse ambiental, ajustando abertura e fechamento de estômatos, não somente em reação à radiação solar, mas, principalmente, em função do potencial hídrico do solo, o que pode impactar na concentração de CO<sub>2</sub> interno (C<sub>i</sub>), pois é captado em menor quantidade (GOMES JUNIOR, 2021). Assim, alterações nas trocas gasosas das cultivares de feijoeiro em competição com plantas daninhas resulta em efeitos quali-quantitativos na produção. A eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente, como água, luz, CO<sub>2</sub> e nutrientes impacta diretamente a taxa fotossintética, eficiência do uso da água, crescimento e produtividade das plantas que existem no local (BIANCHI et al., 2006; FERREIRA et al., 2015).

Para todas as cultivares de feijoeiro ocorreu aumento da taxa transpiratória (E) com o incremento da densidade de plantas do competidor infestando a cultura, ao se comparar com a testemunha livre de planta daninhas (Tabela 4). Isso ocorre devido a disputa entre a cultura e a planta daninha pelos recursos disponíveis no meio, como água, nutrientes, luz e CO<sub>2</sub>, além de espaço para seu desenvolvimento, o que limita o desenvolvimento da cultura principal afetando drasticamente a produção agrícola (SINGH et al., 2022). Esse mesmo autor afirma que o aumento da pressão da competição pela água por ervas daninhas em um campo exacerbará as condições de perda de turgor, fechamento dos estômatos, diminuição da fotossíntese e transpiração, interrompendo o crescimento celular e os processos metabólicos, causando crescimento e desenvolvimento reprimidos das plantas e, eventualmente, reduzindo o desempenho da produção.

A eficiência de carboxilação (EC – mol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) das plantas de feijoeiro, em todas as cultivares foi incrementada com o aumento das densidades de plantas de *D. insularis* em competição com a cultura, exceto para a IPR Uirapuru que não ocorreu significância estatística entre planta daninha e cultura (Tabela 4). Isso ocorre em razão de que a cultivar IPR Uirapuru provavelmente apresenta maior tolerância a infestação de *D. insularis* não ocorrendo alteração metabólica em relação a absorção de luz, Manabe et al. (2015) ao trabalharem com feijoeiro comum em competição com plantas daninhas observaram redução na EC afirmando que a mesma está diretamente ligada à redução de concentração interna de CO<sub>2</sub> e a diminuição da taxa de assimilação (FERRAZ et al., 2012).

A eficiência de uso de água (EUA) é definida como a quantidade de água transpirada por uma espécie para a produção de biomassa e é determinada pelo tempo em que os estômatos se encontram abertos (MANABE et al. 2015). No presente estudo, a EUA foi reduzida para a maioria das cultivares quando em competição com a *D. insularis* (Tabela 4). Para a cultura do feijoeiro do tipo preto em relação à EUA quando em competição com *Urochloa plantaginea*,

Francescheti et al. (2019) observaram que a coexistência da cultura com a planta daninha dos 0 a 42 dias após a emergência, altera significativamente a absorção de água quando comparando individualmente planta daninha e feijoeiro, consumindo menos água. Os mesmos autores relatam ainda que a testemunha não infestada consumiu mais água para o mesmo período, demonstrando que a daninha afeta a cultura, corroborando com os resultados do presente estudo.

Segundo Pessôa et al. (2017), o desempenho fisiológico do feijoeiro na presença de plantas daninhas foi afetado negativamente com redução na taxa de fotossíntese, aumento da transpiração e a concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, ocasionando como consequência comprometimento do desenvolvimento da cultura.

A competição entre as cultivares de feijoeiro IPR Urutau e BRS Estilo com a *D. insularis*, independentemente das densidades de plantas na associação não apresentou significância estatística para a concentração dos nutrientes N, P e K (Tabela 5), ou seja, não ocorreu efeito da competição com a planta daninha. As cultivares de feijoeiro IAC 1850 e a IPR Tangará não demonstraram significância da competição entre a planta daninha e a cultura para o P e K, respectivamente. Para o C somente as cultivares IPR Urutau e AIC 1850 não demonstram efeito das densidades do competir infestando o feijoeiro. A realização da adubação corretiva na semeadura das espécies, aliada aos fenótipos de feijoeiro utilizados foram fundamentais para a disponibilidade e fornecimento dos nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas que em situação de competição tendem a alongar o sistema radicular em busca de água e nutrientes conforme constatado em outros trabalhos (LAGE et al., 2017).

Os resultados demonstram para a cultivar BRS Esteio (Tabela 5) na proporção de 50:50 ou 10:10 plantas vaso<sup>-1</sup>, incrementou os teores dos nutrientes N, P e K em relação ao monocultivo (testemunha). Já para a cultivar IPR Uirapuru foi o inverso, ou seja, observou-se menor concentração desses mesmos nutrientes na referida proporção de plantas (cultura: daninha). Isso pode ser uma forte evidência da maior e menor exigência pelos nutrientes N, P e K pelas cultivares BRS Esteio e IPR Uirapuru, respectivamente ao competirem com *D. Insularis*, estando provavelmente relacionado com as características genéticas específicas de cada material ou ainda estar ligado com sua precocidade produtiva. Estudos demonstram que as cultivares podem ser classificadas baseando-se em atributos como adaptabilidade à região de cultivo, potencial produtivo, porte da planta, ciclo, tolerância ou resistência às doenças ou mesmo a fatores abióticos e a eficiência da resposta a nutrientes (JHA et al., 2017; OVEISI et al., 2021; GALON et al., 2022).

Ocorreu maior concentração de N e P à cultivar IPR Tangará quando essa esteve infestada nas proporções de 50:50 e de 25:75 em comparação com o monocultivo (100:0) cultura x competidor, respectivamente (Tabela 5). Nessa mesma cultivar para o C ocorreu efeito inverso, ou seja, com o aumento das densidades de plantas de *D. insularis* infestando o feijoeiro, menor foi o acúmulo do nutriente no tecido foliar da cultura, demonstrando sua busca em desenvolver estatura mais elevada para absorver luminosidade em detrimento ao competidor. Quando em competição, as espécies direcionam fotoassimilados para o desenvolvimento da parte aérea, promovendo o alongamento do caule (estiolamento), como resposta de evitar ao sombreamento para garantir maior aquisição de luz (PIERIK & BALLARÉ, 2021).

Nas proporções de 75:25 e de 25:75 entre cultura e competidor observou-se que o teor de N e de K da cultivar IAC 1850 foi maior para o primeiro nutriente e menor ao segundo, ao se comparar com a testemunha ausente de competição (Tabela 5). Isso se dá pela necessidade da planta por N e K em seu metabolismo demonstrando o consumo elevado de potássio, pois o mesmo atua na ativação de mais de 50 enzimas que na competição tem seus níveis reduzidos para absorção. Assim por grande parte desse potássio estar na forma solúvel acaba sendo deslocado das folhas mais velhas para as mais novas na região de crescimento tentando suprir o baixo suprimento desse componente. Contudo, em plantas com deficiência desse nutriente, mudanças químicas ocorrem, como acúmulo de carboidratos solúveis, redução da quantidade de amido e acúmulo de compostos nitrogenados (SILVA, 2020), o que se observa em nosso resultado.

A competitividade relativa (CR), o coeficiente de agrupamento ( $K_{\text{feijoeiro}}$  e  $K_{D. insularis}$ ) e coeficiente de agressividade (AG) indicaram efeito significativo para todas as cultivares de feijoeiro em convivência com a *D. insularis* para as variáveis AP, AF e MS (Tabela 6). A cultura apresentou  $CR > 1$ ,  $K_{\text{feijoeiro}} > K_{D. insularis}$  e  $AG > 0$  em todas as situações avaliadas (Tabela 6). As cultivares de feijoeiro BRS Esteio, IPR Uirapuru, IPR Urutau, BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará demonstraram maior competitividade em relação à *D. insularis*. Resultados similares aos encontrados neste estudo também foram observados quando cultivares de feijoeiro competiram com, *Amaranthus* spp. (CARVALHO & CHRISTOFFOLETI, 2008), *B. pilosa* (GALON et al., 2017) e *C. bonariensis* (GASPARETTO et al., 2023). Segundo os autores quando o feijoeiro esteve na presença dos competidores as plantas da cultura sobressaíram-se, apresentando maior eficiência na absorção dos recursos disponíveis no ambiente e, conseqüentemente demonstraram maior crescimento relativo. Ao semear as culturas em associação com plantas daninhas, com variação na proporção de plantas, normalmente as

culturas apresentam vantagem quanto a produtividade relativa, demonstrando assim que a competição intraespecífica excede a interespecífica (WANDSCHEER et al., 2014).

A análise conjunta dos dados (Figuras 1 a 3 e Tabelas 2 a 6) demonstram existir efeitos negativos da competição por *D. insularis* sobre as cultivares de feijoeiro. Em outras palavras, a espécie daninha apresenta elevada habilidade competitiva em relação à cultura. Conhecer a dinâmica e a competitividade entre plantas, em especial o feijoeiro e a *D. insularis* torna-se importante para a tomada de decisão de controlar as plantas daninhas em determinada densidade, de modo que estas não ocasionem interferência negativa sobre a cultura, em especial por essa espécie apresentar biótipos resistentes aos herbicidas inibidores de EPSPs e ACCase em diversas regiões brasileiras produtoras de feijão e outras culturas agrícolas (HEAP, 2023).

Destaca-se ainda que em uma comunidade ocorre benefícios na competição pelos recursos para aquelas plantas que venham a se estabelecer primeiro, pois devido há algumas características intrínsecas de cada cultivar ou híbrido quanto à sua habilidade competitiva, podem expressar melhor aproveitamento dos recursos por uma determinada espécie dentro de um nicho ecológico (BIANCHI et al., 2006) e, conseqüentemente, se sobressaindo em relação a outra espécie.

Os resultados obtidos em relação às cultivares de feijoeiro do tipo preto (BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau) ou as do tipo carioca (BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará) na presença da espécie *D. insularis* não apresentaram diferenciação quanto a coloração do feijoeiro, ou seja, a habilidade competitiva quando infestadas pela planta daninha se equivaleu. A infestação por plantas daninhas não interferiu significativamente nas cultivares ao ponto de alterarem as características de coloração e aspectos dos grãos. No entanto, Silva et al. (2020) relatam alterações na cor e composição do grão causados pelo déficit hídrico.

#### 4 CONCLUSÕES

Com base nas produtividades relativas e produtividades relativas totais, pode-se inferir que há equivalência nos mecanismos de competição e na demanda pelos recursos do ambiente entre as cultivares de feijoeiro na presença de *D. insularis*.

As cultivares de feijoeiro são muito similares quanto à habilidade competitiva pelos recursos do ambiente em associação com o *D. insularis*.

As variáveis fisiológicas do feijoeiro foram afetadas de forma negativa com o incremento da densidade das plantas de *D. insularis* em competição com a cultura.

A ocorrência de diferença no comportamento dos parâmetros de competitividade relativa, coeficiente de agrupamento relativo do feijoeiro/ coeficiente de agrupamento relativo do capim-amargoso e agressividade para altura de planta, área filiar e massa seca demonstra ocorrer diferenças na habilidade competitiva das cultivares de feijoeiro com o *D. insularis*, ou seja, a cultura apresenta maior crescimento relativo do que a planta daninha.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio e carbono são influenciados pela cultivar de feijoeiro e de acordo com a proporção que o competidor aparece na associação com a cultura.

A competição interespecífica causa maiores prejuízos as variáveis morfológicas, fisiológicas e nutricionais das espécies do que a competição intraespecífica.

Ocorre basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre o feijoeiro com a planta daninha.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1315-1322, 2013.
- ARAÚJO, K. C. et al. Crescimento do feijoeiro sob efeito de adubação e competição com plantas daninhas. **Nativa**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 20–26, 2018. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/4686>>. Acesso em: 16 jul. 2023.
- BALFOUR, K. C. et al. Smaller species experience mild adversity under shading in an old-field plant community. **Ecology and Evolution**, v. 12, e9006, p. 1-12, 2022.
- BARBIERI, G. F. et al. Herbicide mixtures: interactions and modeling. **Advances in Weed Science**, v.40, número especial, e020220051, 2022.
- BARROSO, A. A. M. et al. Competição entre a cultura da soja e a planta daninha *Chloris polydactyla*. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**, v. 5, n.1, p. 52-80, 2014.
- BEIERMANN, C. W. et al. Critical timing of weed removal in dry bean as influenced by the use of preemergence herbicides. **Weed Technology**, v. 36, n. 1, p.168-176, 2022.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1380-1387, 2006.
- BASAK, S. et al. Discrimination of ACCase-inhibiting herbicides-resistant *Digitaria ciliaris* populations with three diagnostic bioassays. **Advances in Weed Science**, v. 41, e020220032, 2023.
- CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 3, p. 239-245, 2008.
- CASTRO, T. S. et al. Weed interference in semi-erect and semi-prostrate cowpea cultivars. **Planta Daninha**, v. 37, e019196146, 2019.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra brasileira de grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 01 Abr. 2023.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v. 5, n. 3 p. 664-673, 1991.
- COUSENS, R.; O'NEILL. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v. 66, n. 2, p. 347-352, 1993.
- DUSABUMUREMYI, P. et al. 2014. Narrow row planting increases yield and suppresses weeds in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in a semi-arid agro-ecology of Nyagatare, Rwanda. **Crop Protection**, v. 64, n. 1, p. 13-18, 2014.
- FERREIRA, E. A. et al. Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 2, p. 115-121, 2015.

FERRAZ, R. L. et al., Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 181-188, 2012.

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.

GALON, L. et al. Competitive ability of bean cultivars with hairy beggarticks. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 855-865, 2017.

GALON, L. et al. Competitive ability of bean cultivars with *Urochloa plantaginea*. **Revista De La Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 54, n. 1, p. 117–131, 2022.

GASPARETTO, I. G. et al. Respostas morfofisiológicas de cultivares de feijoeiro em competição com buva. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 4, 2023. UNCuyo

GIOVANELLI, B. F. **Seletividade de herbicidas sobre milho EnList**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 84p, 2019.

GOMES JUNIOR, R. N. **Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão em sementes de plantio direto e convencional**, Tese (doutorado) – Universidade Federal de Alagoas (UFA), Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 80p, 2016.

HEAP I. The international survey of herbicide resistant weeds. Disponível em: <[www.cambridge.org](http://www.cambridge.org)>. Acesso em: 20 fev. 2023.

HOFFMAN, M. L.; BUHLER, D. D. Utilizing Sorghum as a functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, v. 50, n. 4, p. 466-472, 2002.

JHA, P. et al. Weed management using crop competition in the United States: A review. **Crop Protection**, v. 95, n. 1, p. 31-37, 2017.

KALSING, A.; VIDAL, R. A. Nível crítico de dano de papuã em feijão-comum. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 843-850, 2013.

LAGE, P. et al. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 61–68, 2017. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1568>>. Acesso em: 16 jul. 2023.

LOU, Z. et al. Hyperspectral remote sensing to assess weed competitiveness in maize farmland ecosystems. **Science of the Total Environment**, v. 844, p. 157071, 2022.

MACHADO, A. B. et al. Rendimento de grãos de feijão e nível de dano econômico sob dois períodos de competição com *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 33, n. 1, p. 41-48, 2015.

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

OVEISI, M. et al. Bean cultivar mixture allows reduced herbicide dose while maintaining high yield: A step towards more eco-friendly weed management. **European Journal of Agronomy**, v. 122, p. 126173, 2021.

PESSÔA, U. C. M. et al. Desempenho fisiológicos e crescimento do feijão-caupi, sob manejos de plantas daninhas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 246-250, 2017.

PIERIK, R.; BALLARÉ, C.L. Control of plant growth and defense by photoreceptors: from mechanisms to opportunities in agriculture. **Molecular Plant**, v. 14, n. 1, p. 61-76, 2021.

RUBIN, R. S. et al. Relative competitive ability of irrigated rice with red rice susceptible or resistant to the herbicide imazapyr+ imazapic. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 2, p. 173-179, 2014.

RUDELL, E. C. et al., High temperature increases 2,4-D metabolism in resistant *Amaranthus palmeri*, **Weed Science**, v. 7, n. 3, 217-223, 2023. doi:10.1017/wsc.2023.26.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, p. 356, 2018.

SILVA, M. P. B. **Importância do potássio na cultura do feijão**, Anápolis, UNIEVANGÉLICA, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/17120>>. Acesso em: 16 jul. 2023.

SILVA, A. N. et al., Water stress alters physical and chemical quality in grains of common bean, triticale and wheat, **Agricultural Water Management**, v. 231, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106023>

SINGH, M., water use characteristics of weeds: a global review, best practices, and future directions, **Front. Plant Sci**, v. 12, 2022. doi.org/10.3389/fpls.2021.794090

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO- SBCS. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre-RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376 p.

SORALUZ, J. L.T. **Interferência das plantas daninhas no feijoeiro-comum sob épocas e densidades de semeadura diferentes**, Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, p. 33, 2022. Disponível em:<[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/238533/tejada-soraluz\\_jl\\_dr\\_jabo\\_par.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/238533/tejada-soraluz_jl_dr_jabo_par.pdf?sequence=5&isAllowed=y)>. Acesso em: 16 jul. 2023

STRECK, E. V. et al., **Solos do Rio Grande do Sul**. 3.ed. UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre, p. 251, 2018.

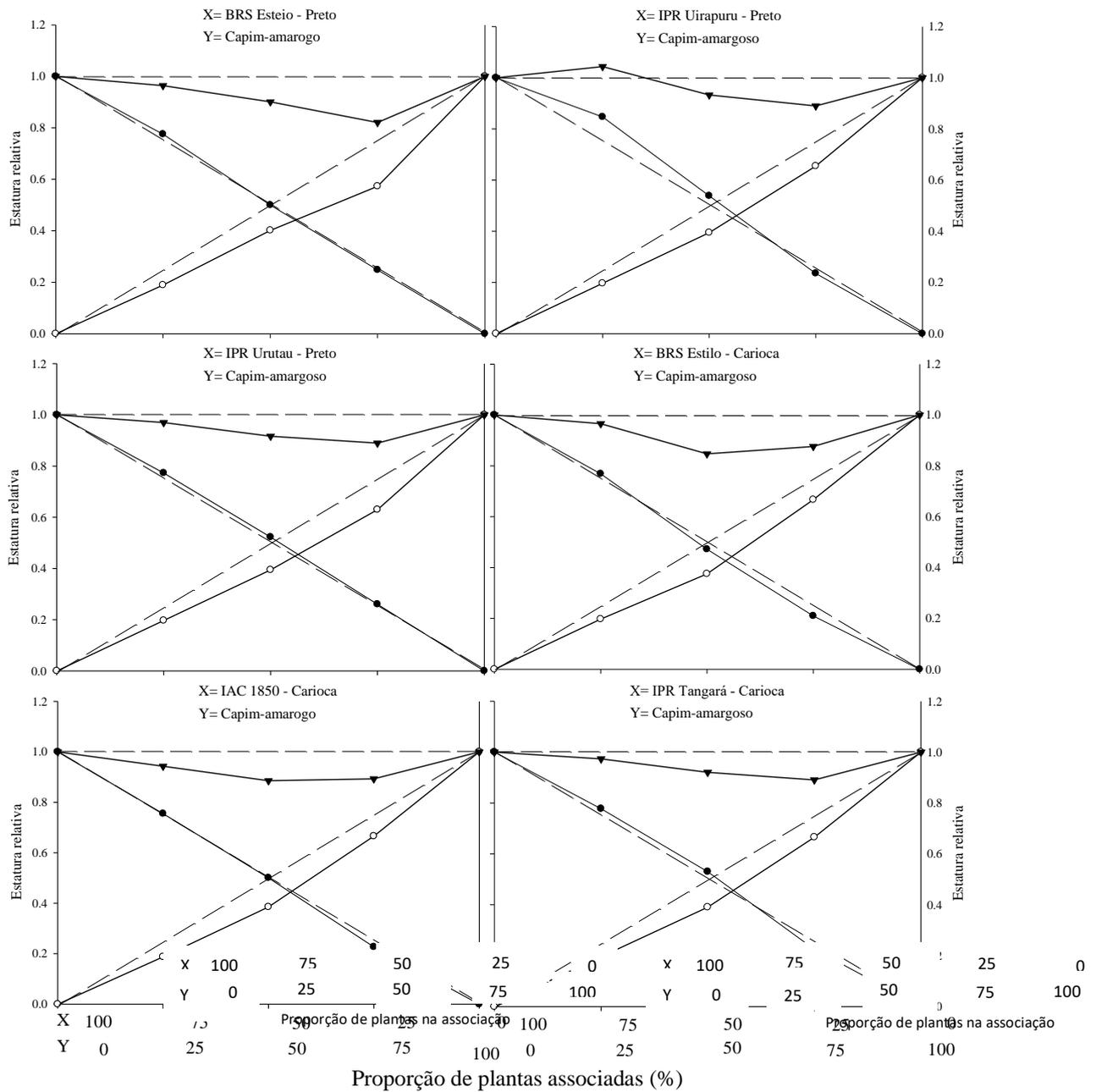
TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed rev. e ampl.. Porto Alegre: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

TOMAZINI, J. et al. The population density of *Digitaria insularis* influences *Phaseolus vulgaris* agronomic traits. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e18611628924, 2022. DOI: 10.33448/rsdv11i6.28924

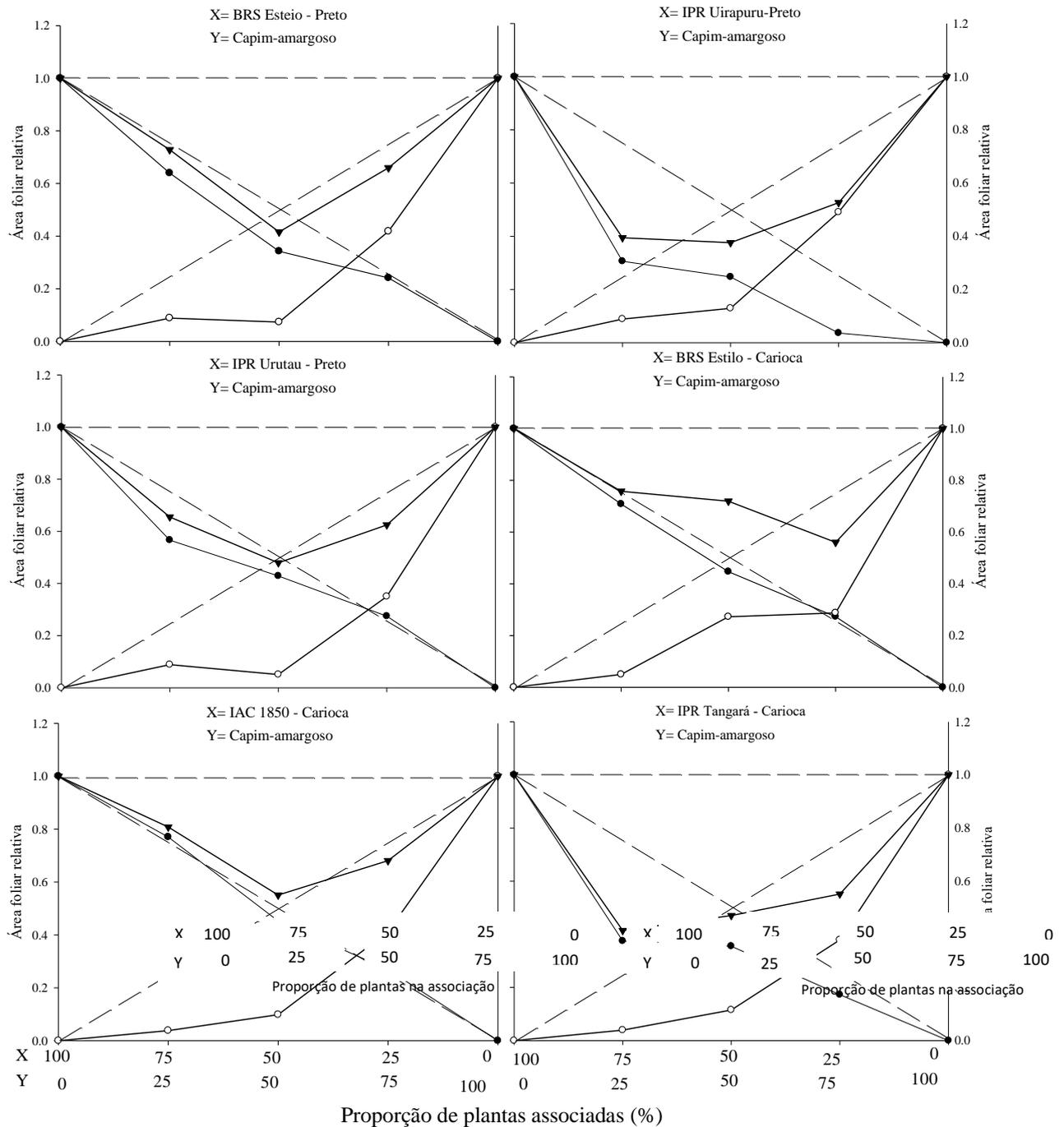
WANDSCHEER, A. C. D. et al. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 129-141, 2014.

YU, J.; MCCULLOUGH, P. E.; CZARNOTA, M. A. First report of acetyl-CoA carboxylase resistant southern crabgrass (*Digitaria ciliaris*) in the United States. **Weed Technology**, v. 31, n. 22, p. 252-259, 2017.

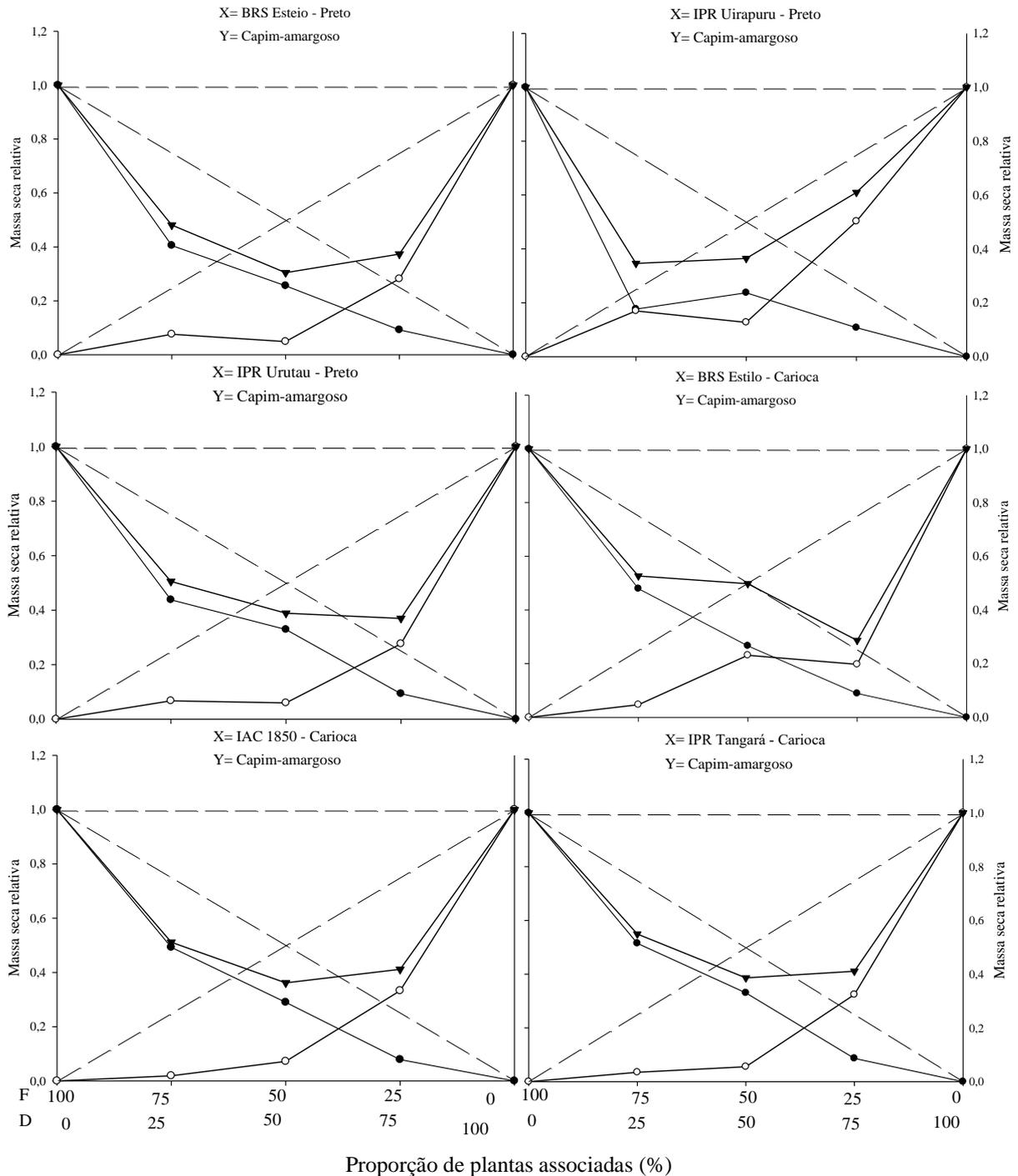
**Figura 1-** Produtividade relativa (PR) para estatura relativa das plantas de feijoeiro (●) e capim-amargoso (□), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijoeiro: capim-amargoso). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. F: Feijoeiro e o D: *D. insularis*.



**Figura 2-** Produtividade relativa (PR) para área foliar relativa das plantas de feijão do tipo preto e carioca (●) e capim-amargoso (□), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijão: capim-amargoso). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. F: Feijoeiro e o D: *D. insularis*.



**Figura 3-** Produtividade relativa (PR) para massa seca relativa das plantas de feijão do tipo preto e carioca (●) e capim-amargoso (□), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijoeiro: capim-amargoso). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas. F: Feijoeiro e D: *D. insularis*.



**Tabela 2-** Diferenças relativas para as variáveis, estatura, área foliar e massa seca da parte aérea das cultivares de feijão do tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau, e do tipo carioca: BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará e do competidor capim-amargoso (*Digitaria insularis*), aos 50 dias após a emergência da cultura. UFFS, Campus Erechim, RS, 2020/21.

Variáveis	Proporções de plantas associadas (feijoeiro: competidor)		
	75:25	50:50	25:75
Estatura de plantas			
BRS Esteio	0,05 ( $\pm 0,01$ )*	0,03 ( $\pm 0,001$ )*	0,04 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,06 ( $\pm 0,001$ )*	-0,13 ( $\pm 0,02$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,96 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,90 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,82 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>
IPR Uirapuru	-0,02 ( $\pm 0,01$ )	0,04 ( $\pm 0,02$ )	0,01 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,07 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,001$ )*	-0,09 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,92 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,96 (<math>\pm 0,02</math>)</i>	<i>0,92 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
IPR Urutau	0,05 ( $\pm 0,01$ )*	0,04 ( $\pm 0,001$ )*	0,02 ( $\pm 0,01$ )
Capim-amargoso	-0,06 ( $\pm 0,001$ )*	-0,10 ( $\pm 0,01$ )*	-0,11 ( $\pm 0,02$ )*
<i>Total</i>	<i>0,97 (<math>\pm 0,03</math>)</i>	<i>0,92 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,89 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>
BRS Estilo	0,05 ( $\pm 0,02$ )	0,06 ( $\pm 0,02$ )	0,02 ( $\pm 0,01$ )
Capim-amargoso	-0,06 ( $\pm 0,01$ )*	0,06 ( $\pm 0,02$ )	0,02 ( $\pm 0,01$ )
<i>Total</i>	<i>0,97 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,85 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,88 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>
IPR IAC 1850	0,06 ( $\pm 0,01$ )*	0,002 ( $\pm 0,04$ )	-0,002 ( $\pm 0,01$ )
Capim-amargoso	-0,08 ( $\pm 0,02$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*	-0,14 ( $\pm 0,03$ )*
<i>Total</i>	<i>0,94 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,89 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,89 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>
IPR Tangará	0,02 ( $\pm 0,01$ )	0,02 ( $\pm 0,01$ )	0,01 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,04 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,97 (<math>\pm 0,01</math>)</i>	<i>0,92 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,89 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>
Área foliar			
BRS Esteio	0,05 ( $\pm 0,01$ )*	0,03 ( $\pm 0,001$ )*	0,04 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,06 ( $\pm 0,001$ )*	-0,13 ( $\pm 0,02$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,73 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,42 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,66 (<math>\pm 0,03</math>)*</i>
IPR Uirapuru	-0,02 ( $\pm 0,01$ )	0,04 ( $\pm 0,02$ )*	0,01 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,07 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,001$ )*	-0,09 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,39 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,38 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,53 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>
IPR Urutau	0,05 ( $\pm 0,01$ )*	0,04 ( $\pm 0,001$ )*	0,02 ( $\pm 0,01$ )
Capim-amargoso	-0,06 ( $\pm 0,001$ )*	-0,10 ( $\pm 0,01$ )*	-0,11 ( $\pm 0,02$ )*
<i>Total</i>	<i>0,65 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,48 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,62 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
BRS Estilo	0,05 ( $\pm 0,02$ )	0,06 ( $\pm 0,02$ )	0,02 ( $\pm 0,01$ )
Capim-amargoso	-0,06 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,001$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,76 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,72 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,56 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
IPR IAC 1850	0,02 ( $\pm 0,001$ )*	-0,05 ( $\pm 0,01$ )*	0,02 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,21 ( $\pm 0,001$ )*	-0,40 ( $\pm 0,001$ )*	-0,34 ( $\pm 0,02$ )*
<i>Total</i>	<i>0,81 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,55 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,68 (<math>\pm 0,03</math>)*</i>
IPR Tangará	0,02 ( $\pm 0,01$ )*	0,02 ( $\pm 0,01$ )*	0,01 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,04 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*	-0,08 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,41 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,47 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,55 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>
Massa seca da parte aérea			
BRS Esteio	-0,29 ( $\pm 0,001$ )*	-0,22 ( $\pm 0,01$ )*	-0,13 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,37 ( $\pm 0,001$ )*	-0,48 ( $\pm 0,001$ )*
<i>Total</i>	<i>0,48 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,30 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,37 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>
IPR Uirapuru	-0,23 ( $\pm 0,01$ )*	-0,20 ( $\pm 0,001$ )*	-0,10 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,24 ( $\pm 0,001$ )*	-0,44 ( $\pm 0,001$ )*	-0,57 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,35 (<math>\pm 0,03</math>)*</i>	<i>0,36 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,61 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>
IPR Urutau	-0,27 ( $\pm 0,01$ )*	-0,18 ( $\pm 0,01$ )*	-0,11 ( $\pm 0,001$ )*
Capim-amargoso	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,43 ( $\pm 0,001$ )*	-0,55 ( $\pm 0,02$ )*
<i>Total</i>	<i>0,51 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,39 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,37 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>
BRS Estilo	-0,03 ( $\pm 0,02$ )	-0,17 ( $\pm 0,001$ )*	-0,06 ( $\pm 0,01$ )*
Capim-amargoso	-0,24 ( $\pm 0,001$ )*	-0,43 ( $\pm 0,001$ )*	-0,50 ( $\pm 0,001$ )*
<i>Total</i>	<i>0,53 (<math>\pm 0,001</math>)*</i>	<i>0,50 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,29 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
IPR IAC 1850	-0,06 ( $\pm 0,02$ )*	-0,18 ( $\pm 0,01$ )*	-0,07 ( $\pm 0,01$ )*
Capim-amargoso	-0,24 ( $\pm 0,001$ )*	-0,41 ( $\pm 0,01$ )*	-0,56 ( $\pm 0,01$ )*

<i>Total</i>	<i>0,51 (±0,02)*</i>	<i>0,36 (±0,01)*</i>	<i>0,41 (±0,01)*</i>
IPR Tangará	-0,15 (±0,01)*	-0,19 (±0,001)*	-0,11 (±0,001)*
Capim-amargoso	-0,23 (±0,001)*	-0,42 (±0,001)*	-0,55 (±0,03)*
<i>Total</i>	<i>0,55 (±0,02)*</i>	<i>0,39 (±0,01)*</i>	<i>0,41 (±0,01)*</i>

\* Diferença significativa pelo teste “t” ( $p \leq 0,05$ ). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

**Tabela 3-** Diferenças entre plantas associadas ou não de cultivares de feijoeiro do tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau, e do tipo carioca: BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará e de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) para as variáveis estatura, área foliar e massa seca da parte aérea das plantas. UFFS, Campus Erechim-RS, 2020/21.

Proporções de plantas Feijão: competidor Competidor: feijão	Estatura (cm)		Área foliar (cm <sup>2</sup> vaso <sup>-1</sup> )		Massa seca (g vaso <sup>-1</sup> )	
	BRS Esteio	Capim	BRS Esteio	Capim	BRS Esteio	Capim
100:0 ou 0:100 (T)	58,80	89,47	7033,43	9541,46	104,75	55,98
75:25 ou 25:75	60,80*	68,33*	5999,87*	5321,38*	56,57*	21,00*
50:50 ou 50:50	58,80	71,80*	4819,42*	1399,95*	53,55*	5,43*
25:75 ou 75:25	58,33	67,60*	6793,78	3384,18*	38,57*	17,00*
CV (%)	1,66	1,49	7,60	14,34	3,31	17,59
Feijão: competidor Competidor: feijão	IPR Uirapuru	Capim	IPR Uirapuru	Capim	IPR Uirapuru	Capim
	100:0 ou 0:100 (T)	53,13	89,47	13711,96	9541,46	69,30
75:25 ou 25:75	60,00*	78,10*	5591,60*	6237,56*	16,30*	37,50*
50:50 ou 50:50	57,20*	70,60*	6768,25*	2462,51*	32,87*	14,25*
25:75 ou 75:25	50,00*	70,40*	1985,79*	3384,18*	29,78*	38,00*
CV (%)	2,64	0,50	4,32	11,67	6,70	9,37
Feijão: competidor Competidor: feijão	IPR Urutau	Capim	IPR Urutau	Capim	IPR Urutau	Capim
	100:0 ou 0:100 (T)	54,87	89,47	7947,31	9541,46	106,05
75:25 ou 25:75	56,53	75,12*	5999,87*	4451,85*	61,95*	20,63*
50:50 ou 50:50	57,33	70,53*	6815,58*	963,13*	69,78*	6,70*
25:75 ou 75:25	57,07	70,50*	8734,09*	3384,18*	39,53*	15,07*
CV (%)	4,24	1,16	2,85	14,63	7,07	14,49
Feijão: competidor Competidor: feijão	BRS Estilo	Capim	BRS Estilo	Capim	BRS Estilo	Capim
	100:0 ou 0:100 (T)	57,20	89,47	5658,11	9541,46	100,58
75:25 ou 25:75	58,60*	79,50*	5341,95	3655,29*	64,27*	14,75*
50:50 ou 50:50	54,00*	67,10*	5059,33	5200,43*	53,60*	25,90*
25:75 ou 75:25	47,98*	70,53*	6177,65	1892,07*	35,87*	10,57*
CV (%)	0,82	0,59	8,47	14,87	17,19	11,89
Feijão: competidor Competidor: feijão	IAC 1850	Capim	IAC 1850	Capim	IAC 1850	Capim
	100:0 ou 0:100 (T)	57,80	89,47	6702,65	9541,46	95,15
75:25 ou 25:75	58,20	79,40*	6880,73	5238,19	62,45*	24,83*
50:50 ou 50:50	57,87	68,90*	6068,31	1873,47*	55,10*	8,03*
25:75 ou 75:25	52,53*	67,13*	7206,25	1460,47*	29,90*	4,23*
CV (%)	1,08	0,67	9,07	14,37	5,78	15,28
Feijão: competidor Competidor: feijão	IPR Tangará	Capim	IPR Tangará	Capim	IPR Tangará	Capim
	100:0 ou 0:100 (T)	54,40	89,47	8753,96	9541,46	95,37
75:25 ou 25:75	56,40*	79,40*	4377,21*	4819,41*	65,43*	24,20*
50:50 ou 50:50	57,68*	69,90*	6221,16*	2198,89*	63,03*	6,23*
25:75 ou 75:25	49,00*	70,13*	6045,55*	1495,31*	33,05*	7,80*
CV (%)	1,77	1,32	7,87	15,42	6,14	15,28

\*Média difere da testemunha (t) pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 4-** Diferenças entre plantas associadas ou não cultivares de feijoeiro em competição com capim-amargoso (*Digitaria insularis*) para as variáveis relacionadas a fisiologia das plantas, teor de clorofila (SPAD), concentração de CO<sub>2</sub> sub-estomática ( $C_i$  -  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), taxa fotossintética ( $A$  -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática de vapores de água ( $G_s$  -  $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $E$  -  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência da carboxilação ( $EC$  -  $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a eficiência do uso da água (EUA -  $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$ ). UFFS, Campus Erechim-RS, 2020/21.

Proporções de plantas Feijão: competidor	Variáveis Fisiológicas das plantas de feijão do tipo preto e carioca						
	Clorofila	$C_i$	$G_s$	$E$	$A$	$EC$	EUA
Cultivar BRS Esteio – Preto							
100:0	35,75	332,67	0,79	2,60	13,25	0,04	5,10
75:25	40,27*	290,67*	0,53*	4,62*	15,36*	0,05*	3,33*
50:50	34,07	256,33*	0,37*	4,80*	18,10*	0,07*	3,77*
25:75	39,80*	250,00*	0,33*	4,55*	17,68*	0,07*	3,89*
CV (%)	2,41	1,86	2,91	2,63	13,15	4,88	3,34
Cultivar IPR Uirapuru – Preto							
100:0	34,43	293,33	0,56	3,73	16,22	0,06	4,35
75:25	36,47	296,33	0,41*	4,44*	13,53*	0,05	3,05*
50:50	35,30	272,00*	0,37*	4,80*	15,91	0,06	3,31*
25:75	38,00*	268,50*	0,29*	4,28*	15,73	0,06	3,69*
CV (%)	4,33	2,91	3,41	2,63	8,21	9,69	9,20
Cultivar IPR Urutau – Preto							
100:0	36,70	212,00	0,66	3,26	14,99	0,05	4,61
75:25	35,33	293,00*	0,46*	4,62*	15,86	0,05	3,43*
50:50	34,23*	259,50*	0,33*	4,65*	15,87	0,06*	3,41*
25:75	41,30*	282,00*	0,31*	4,45*	12,60*	0,04	2,83*
CV (%)	2,45	1,90	5,80	1,97	8,09	8,99	10,88
Cultivar BRS Estilo – Carioca							
100:0	35,35	308,50	0,52	3,78	13,05	0,04	3,45
75:25	33,90*	278,33*	0,41*	4,57*	15,32*	0,06*	3,35
50:50	34,00*	272,00*	0,36*	4,55*	15,84*	0,06*	3,48
25:75	38,85*	260,00*	0,43*	5,01*	19,48*	0,07*	3,89*
CV (%)	0,83	0,59	1,61	1,68	3,34	3,32	3,17
Cultivar IPR Tangará – Carioca							
100:0	35,87	294,33	0,51	3,96	15,75	0,05	3,98
75:25	38,10*	276,50*	0,46*	5,04*	16,84*	0,06*	3,34*
50:50	39,40*	276,00*	0,42*	4,77*	16,46*	0,06*	3,45*
25:75	42,80*	260,67*	0,41*	5,12*	18,75*	0,07*	3,67*
CV (%)	1,82	1,22	4,06	2,04	1,57	2,20	2,07
Cultivar IAC 1850 – Carioca							
100:0	35,00	293,00	0,50	4,26	15,05	0,05	3,54
75:25	34,23	292,50	0,44*	5,12*	12,63*	0,04	2,47*
50:50	36,80	267,33*	0,27*	4,03	15,13	0,05	3,77
25:75	36,60	267,50*	0,38*	5,41*	16,22	0,06*	3,00*
CV (%)	2,76	3,02	7,83	4,75	7,91	9,05	8,70

\*Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 5-** Respostas de cultivares de feijoeiro à interferência de capim-amargoso (*Digitaria insularis*), expressas pelos teores de nutrientes; nitrogênio - N (dag kg<sup>-1</sup> - %), fósforo - P (dag kg<sup>-1</sup> - %), potássio - K (dag kg<sup>-1</sup> - %) e Carbono - C (dag kg<sup>-1</sup> - %) das plantas conduzidas em experimentos de séries substitutivas. UFFS, Campus Erechim/RS, 2020/21.

Proporções de plantas Feijão : competidor	Teores de nutrientes das plantas de feijoeiro do tipo preto e carioca			
	N	P	K	C
Cultivar BRS Esteio – Preto				
100:0	3,23	0,37	0,83	2,04
75:25	3,74	0,43	1,11*	1,80
50:50	4,34*	0,59*	1,22*	1,85
25:75	4,74*	0,52*	1,44*	1,70*
CV (%)	8,30	14,71	9,40	2,33
Cultivar IPR Uirapuru – Preto				
100:0	6,50	0,61	1,42	1,80
75:25	4,86*	0,67	1,18*	1,83
50:50	3,23*	0,37*	1,10*	1,85
25:75	3,74*	0,43*	1,16*	1,96*
CV (%)	8,13	16,15	9,98	3,41
Cultivar IPR Urutau – Preto				
100:0	4,64	0,63	1,04	1,82
75:25	4,20	0,56	1,12	1,85
50:50	4,42	0,49	0,99	1,84
25:75	4,60	0,51	1,24	1,81
CV (%)	10,74	14,21	11,96	1,48
Cultivar BRS Estilo – Carioca				
100:0	4,34	0,59	1,10	1,96
75:25	4,74	0,52	1,04	1,94
50:50	4,64	0,63	1,10	2,03*
25:75	4,20	0,59	1,02	2,01
CV (%)	8,42	14,52	10,32	1,63
Cultivar IPR Tangará – Carioca				
100:0)	4,42	0,49	0,92	1,92
75:25	4,60	0,51	1,03	1,93
50:50	6,50*	0,61	1,02	1,92
25:75	4,86	0,67*	0,96	1,77*
CV (%)	9,46	16,47	9,34	1,72
Cultivar IAC 1850 – Carioca				
100:0)	4,12	0,59	1,21	1,81
75:25	5,74*	0,67	1,15	1,78
50:50	4,83	0,65	1,23	1,75
25:75	4,40	0,65	1,02*	1,73
CV (%)	9,57	10,21	8,25	3,13

\* Média difere da testemunha (t) pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 6-** Índices de competitividade entre cultivares de feijão do tipo preto: BRS Esteio, IPR Uirapuru e IPR Urutau e do tipo carioca: BRS Estilo, IAC 1850 e IPR Tangará e do competidor capim-amargoso (*Digitaria insularis*), expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas. UFFS, Campus Erechim-RS, 2020/21.

Variáveis	CR	K <sub>x</sub> (feijoeiro)	K <sub>y</sub> (amargoso)	A
<b>Estatura de plantas</b>				
BRS Esteio x capim-amargoso	1,25 (±0,02)*	1,00 (±0,001)*	0,67 (±0,02)*	0,10 (±0,01)*
IPR Uirapuru x capim-amargoso	1,27 (±0,04)*	1,17 (±0,1)*	0,73 (±0,007)*	0,11 (±0,026)*
IPR Urutau x capim-amargoso	1,33 (±0,01)*	1,09 (±0,01)*	0,65 (±0,01)*	0,13 (±0,001)*
BRS Estilo x capim-amargoso	1,26 (±0,001)*	0,89 (±0,001)*	0,60 (±0,003)*	0,10 (±0,001)*
IAC 1850 x capim-amargoso	1,30 (±0,01)*	1,00 (±0,003)*	0,63 (±0,003)*	0,12 (±0,001)*
IPR Tangará x capim-amargoso	1,36 (±0,001)*	1,13 (±0,05)*	0,64 (±0,003)*	0,14 (±0,001)*
<b>Área foliar</b>				
BRS Esteio x capim-amargoso	4,70 (±0,24)*	0,52 (±0,004)*	0,08 (±0,004)*	0,27 (±0,001)*
IPR Uirapuru x capim-amargoso	1,91 (±0,04)*	0,33 (±0,006)*	0,15 (±0,001)*	0,12 (±0,001)*
IPR Urutau x capim-amargoso	8,74 (±0,86)*	0,75 (±0,01)*	0,05 (±0,006)*	0,38 (±0,01)*
BRS Estilo x capim-amargoso	1,69 (±0,17)*	0,81 (±0,001)*	0,38 (±0,04)*	0,17 (±0,02)*
IAC 1850 x capim-amargoso	4,62 (±0,15)*	0,83 (±0,02)*	0,11 (±0,002)*	0,35 (±0,01)*
IPR Tangará x capim-amargoso	3,08 (±0,07)*	0,55 (±0,02)*	0,13 (±0,002)*	0,24 (±0,01)*
<b>Massa seca da parte aérea</b>				
BRS Esteio x capim-amargoso	5,30 (±0,32)*	0,34 (±0,01)*	0,05 (±0,002)*	0,21 (±0,01)*
IPR Uirapuru x capim-amargoso	1,86 (±0,03)*	0,31 (±0,002)*	0,15 (±0,003)*	0,11 (±0,001)*
IPR Urutau x capim-amargoso	5,50 (±0,20)*	0,49 (±0,03)*	0,06 (±0,002)*	0,27 (±0,01)*
BRS Estilo x capim-amargoso	1,16 (±0,03)*	0,36 (±0,001)*	0,30 (±0,01)*	0,04 (±0,01)*
IAC 1850 x capim-amargoso	4,16 (±0,47)*	0,41 (±0,02)*	0,08 (±0,008)*	0,22 (±0,01)*
IPR Tangará x capim-amargoso	5,97 (±0,35)*	0,50 (±0,03)*	0,06 (±0,003)*	0,27 (±0,01)*

\*Diferença significativa pelo teste “t” ( $p \leq 0,05$ ). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média. K<sub>x</sub> e K<sub>y</sub> são os coeficientes de agrupamentos relativos dos cultivares de feijão e do competidor capim-amargoso, respectivamente.