



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

***CAMPUS* ERECHIM**

CURSO DE AGRONOMIA

LEONARDO DO AMARANTE

**HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE FEIJÃO COM PLANTAS
DANINHAS**

ERECHIM – RS

2022

LEONARDO DO AMARANTE

**HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE FEIJÃO COM PLANTAS
DANINHAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado
como requisito para obtenção de grau Bacharel em
Agronomia na Universidade Federal da Fronteira Sul.
Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM – RS

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Amarante, Leonardo do
HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE FEIJÃO COM
PLANTAS DANINHAS / Leonardo do Amarante. -- 2022.
29 f.

Orientador: D. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2022.

I. Galon, Leandro, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LEONARDO DO AMARANTE

**HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE FEIJÃO COM PLANTAS
DANINHAS**

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 de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon – UFFS
Orientador

Dr. César Tiago Forte – Diamaju
Avaliador

Prof.^a. Me. Daiani Brandler – UFFS
Avaliador

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	25
PUBLICAÇÃO.....	28

HABILIDADE COMPETITIVA ENTRE CULTIVARES DE FEIJÃO COM PLANTAS DANINHAS

RESUMO: As plantas daninhas infestantes do feijoeiro competem com a cultura por água, luz e nutrientes, o que como consequência reduz a produtividade dos grãos. Objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva de cultivares de feijão do tipo carioca, BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza na presença de papuã (*Urochloa plantaginea*), em diferentes proporções de plantas em associação. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no delineamento experimental completamente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjos em proporções de plantas de feijão e de papuã: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100 ou 40:00, 30:10, 20:20, 10:30 e 0:40 plantas vaso⁻¹. A análise da competitividade das espécies foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos e também pelos índices de competitividade relativa. Aos 30 dias após a emergência da cultura (DAE) efetuou-se a aferição da área foliar, estatura, diâmetro e massa seca da parte aérea das plantas, além das variáveis relacionadas à fisiologia das espécies. Ocorreu competição entre as cultivares de feijão carioca na presença do papuã, independentemente da proporção de plantas provocando reduções do diâmetro de planta, área foliar e massa seca da parte aérea. Basicamente ocorre competição pelos mesmos recursos do meio entre a cultura do feijão e a planta daninha papuã.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; *Urochloa plantaginea*; interação competitiva.

COMPETITIVE SKILLS BETWEEN BEAN CULTIVARS WITH WEEDS

ABSTRACT: The weeds of the common bean compete with the crop for water, light and nutrients, which consequently reduces grain yield. The objective of this work was to assess the competitive ability of carioca bean cultivars, BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza in the presence of Alexander Grass (*Urochloa plantaginea*), in different plant proportions. The experiments were conducted into greenhouse in completely randomized design, with four replications. Treatments were composed by proportions of bean and Alexander Grass plants: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 or 40:00, 30:10, 20:20, 10:30 and 0:40 plants per pot. The analysis of the species' competitiveness was carried out by means of diagrams applied to substitute experiments and also by the relative competitiveness coefficients. Thirty days after crop emergence (DAE), the leaf area, plant height, diameter and aboveground dry mass of plants were measured, in addition to the variables related to the species physiology. There was competition between carioca bean cultivars in the presence of Alexander Grass, regardless of plant proportion, causing reductions in plant diameter, leaf area and aboveground dry mass. Basically, there is competition for the same environmental resources between the bean crop and the Alexander Grass weed.

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

INTRODUÇÃO

A população brasileira tem como hábito o consumo de feijão, sendo esse produzido em todas as regiões do país e a produção destinada quase que a totalidade ao consumo interno. A cultura possui ciclo curto e isso representa uma grande vantagem aos agricultores, pois é possível realizar a semeadura de duas culturas (milho ou soja) e após o cultivo de feijão na mesma área e ano agrícola. Desta forma, no Brasil pode-se semear a cultura em três épocas distintas, conhecidas como a época das águas, das secas e de inverno proporcionando assim a oferta constante do produto ao mercado interno durante o ano todo (CONAB, 2020).

A produção média de grãos de feijão do Brasil na safra 2020/2021 foi de 990 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022), sendo que inúmeros são os fatores que podem explicar esta baixa produtividade, sendo um deles a interferência negativa das plantas daninhas à cultura (VINCENSI et al., 2011). As plantas daninhas resultam em perdas de produtividades de grãos de feijão que podem ultrapassar os 82%, se não forem adotadas medidas de controle (GALON et al., 2018).

As plantas daninhas reduzem a produtividade de grãos em função da competição pelos recursos do meio como, nutrientes, luz e água, além disso, podem liberar compostos alelopáticos na comunidade onde estão inseridas acarretando em prejuízos qualitativos e quantitativos à cultura. Podem também, ser responsáveis por danos indiretos como hospedeiras de doenças e insetos (BASSO et al., 2018; GALON et al., 2018; GIOVANELLI, 2019). As plantas daninhas, no final do ciclo podem também interferir na qualidade do produto final, ao depreciarem o produto colhido e dificultarem a colheita da cultura, seja ela manual ou mecânica (VIDAL et al., 2010).

Dentre as plantas daninhas infestantes da cultura do feijão, cabe destacar o papuã (*Urochloa plantaginea*) que é uma das principais plantas infestantes nas lavouras da região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo que, em inúmeros casos desempenha elevado grau de prejuízo referente à produtividade e lucratividade do produto (KALSING e VIDAL, 2013). O papuã (*Urochloa plantaginea*) é uma gramínea de ciclo anual com reprodução por sementes, sendo uma das principais plantas daninhas que competem diretamente por recursos ambientais (VIDAL et al., 2004). Essa planta pertencente à família *Poaceae* com metabolismo C4, sendo assim muito agressiva em relação a competitividade com a cultura porque cresce rapidamente e infesta grandes extensões de terra facilmente de maneira rápida, ocasionando conseqüentemente o sombreamento (GALON et al., 2010; FRANCESCHETTI et al., 2019).

O manejo das plantas daninhas na cultura do feijão é realizado através do controle químico na maioria das vezes, em função da praticidade, eficiência e menor custo quando

comparado a outros métodos de controle (TIMOSSI e FREITAS, 2011). Porém, quando utilizado continuamente pode ocasionar problemas ao meio ambiente, ao aplicador, deixar resíduos nos grãos e, em vários casos também pode causar fitotoxicidade a cultura (CIESLIK et al., 2014). Desta forma, cada vez mais se tem a procura por modelos produtivos mais sustentáveis e assim, para o desenvolvimento de estratégias de controle de plantas daninhas em culturas agrícolas é necessário o conhecimento das suas características.

A determinação das interações competitivas entre culturas e plantas daninhas requer delineamentos experimentais e métodos de análise apropriados, sendo que um dos métodos mais utilizados é o convencional em série de substituição onde, utiliza-se diferentes populações de plantas daninhas e da cultura, mantendo-as em convivência por um determinado período, analisando posteriormente suas características (AGOSTINETTO et al., 2013; FRANDOLOSO et al., 2019). A interpretação dos dados resulta na medida da competitividade entre as espécies, em relação à resposta da variável em estudo, porém, a resposta é dada pela variação da proporção de plantas associadas (AGOSTINETTO et al., 2013).

Devido a densidade de plantas daninhas ser variável de acordo com as condições ambientais e com o banco de sementes do solo, ao contrário da densidade das plantas cultivadas que é geralmente constante, o grau de infestação pode ser alterado (GALON et al., 2011). Por isso, em estudos, é importante analisar a influência da variação na proporção de plantas entre espécies, sendo que a densidade de plantas daninhas é o fator de maior relevância na interferência sobre as culturas (BIANCHI et al., 2006; VILÁ et al., 2004). A maior competitividade de uma espécie em relação a outra indica que esta possuirá maior capacidade de assimilar recursos e, portanto, terá maior potencial de crescer e se desenvolver (AGOSTINETTO et al., 2013).

Portanto, escolher cultivares mais competitivas com as plantas daninhas confere vantagem sobre às plantas daninhas e, além disso, cultivares mais produtivas, geralmente também toleram melhor a competição das plantas concorrentes. O crescimento rápido na fase inicial de desenvolvimento da cultura ocasiona supressão do crescimento de plantas daninhas (BIANCHI et al., 2006).

Desta forma, o desenvolvimento de estratégias que venham a minimizar os efeitos da competitividade de plantas daninhas com as culturas é de extrema importância, como por exemplo, definir cultivares mais competitivas bem como os melhores momentos de controle. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva das cultivares de feijão do tipo carioca, BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará

e SCS 205 Riqueza na presença de papuã (*Urochloa plantaginea*), em diferentes proporções de plantas em associação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, no ano agrícola 2019/20. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com solo oriundo de área agrícola, caracterizado por Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (EMBRAPA, 2013). A correção do pH e a adubação do solo foram realizadas de acordo com a análise físico-química e seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do feijoeiro (CQFS – RS/SC, 2016). 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 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%.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram as cultivares de feijão BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza as quais competiram com um biótipo de papuã (*Urochloa plantaginea*).

Foram efetuados experimentos preliminares, tanto para o feijoeiro quanto para o papuã em monocultivos, com objetivo de determinar a densidade de plantas em que a produção final se torna constante. Para isso foram utilizadas as populações de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso⁻¹ (equivalentes a 25, 49, 98, 196, 392, 587, 784, 980, 1.176, 1.372 e 1.568 plantas m⁻²). Aos 25 dias após a emergência das espécies, coletou-se a parte aérea das plantas de feijão e/ou papuã para determinar a massa seca da parte aérea (MS), sendo essa quantificada pela pesagem, após serem secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60±5°C até atingir massa constante. Através dos valores médios de MS das espécies obteve-se produção constante de MS com densidades de 40 plantas vaso⁻¹, para todas as cultivares de feijoeiro e/ou papuã o que equivaleu a 650 plantas m⁻² (dados não apresentados).

Após a identificação da densidade final constante foram instalados outros seis experimentos para avaliar a competitividade das cultivares de feijão BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza em competição com um biótipo de papuã, todos conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações das cultivares e da planta daninha, variando-se as proporções relativas de plantas vaso⁻¹ (40:0; 30:10; 20:20; 10:30 e 0:40), mantendo-se constante a densidade total de plantas (40 plantas vaso⁻¹). Para

estabelecer as densidades desejadas em cada tratamento e obter uniformidade das plântulas, as sementes foram previamente semeadas em bandejas, sendo posteriormente transplantadas para os vasos.

Aos 35 dias após a emergência das espécies (DAE) foram aferidas, a estatura (EP), o diâmetro (DP), a área foliar (AF) e a massa seca da parte aérea (MS) das plantas. A estatura de plantas (cm) foi determinada com régua graduada, desde rente ao solo até o meristema apical das plantas. O diâmetro do caule (mm) foi aferido com auxílio de paquímetro digital a 5 cm da superfície do solo. Para a determinação da AF utilizou-se medidor portátil de área foliar modelo CI-203 BioScience, quantificando-se a variável em todas as plantas em cada tratamento. Após a determinação da AF as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, até o material atingir massa constante para aferir-se a MS das espécies.

Aos 30 DAE foram aferidas as variáveis referentes à fisiologia das cultivares de feijão, sendo a concentração de CO_2 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 - $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$) e taxa de transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$). 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 oito e 11 horas da manhã, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises.

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (ROUSH et al., 1989; COUSENS, 1991; BIANCHI et al., 2006). 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 são equivalentes. 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).

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 dos cultivares do feijoeiro (X) em relação ao competidor papuã (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 a espécie se manifesta mais competitiva e sua interpretação conjunta determina com maior segurança a competitividade das espécies (COUSENS, 1991). As cultivares de feijoeiro X são mais competitivos que o papuã Y quando $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $A > 0$; por outro lado, o papuã Y é mais competitivo que os cultivares de feijoeiro X quando $CR < 1$, $K_x < K_y$ e $A < 0$ (HOFFMAN e BUHLER, 2002). Para calcular esses índices foram usadas as proporções 50:50 das espécies envolvidas nos experimentos (feijoeiro e/ou papuã), utilizando-se as equações: $CR = PR_x/PR_y$; $K_x = PR_x/(1-PR_x)$; $K_y = PR_y/(1-PR_y)$; $A = PR_x - PR_y$, de acordo com Cousens e 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; FLECK et al., 2008). Utilizou-se o teste “T”, para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A (ROUSH et al., 1989; HOFFMAN e BUHLER, 2002). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e A, quando as médias forem iguais a zero ($H_0 = 0$); para PRT e CR, quando as médias forem iguais a um ($H_0 = 1$); e, para K, se as médias das diferenças entre K_x e K_y forem iguais a zero [$H_0 = (K_x - K_y) = 0$]. O critério para se considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas foi que, no mínimo em duas proporções, ocorrem diferenças significativas pelo teste “T” (BIANCHI et al., 2006; FLECK et al., 2008). Do mesmo modo, para os índices CR, K e A, foi considerado a existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles, houve diferença significativa pelo teste “T”.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados para as combinações de plantas de cultivares de feijão carioca (BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza)

com papuã (competidora), demonstram que as cultivares apresentaram semelhanças quanto à competição com a espécie daninha, ocorrendo diferenças significativas para estatura, diâmetro, área foliar e massa seca da parte aérea nas proporções de plantas testadas (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Com relação à PRT, não houve diferenças estatísticas entre os valores esperados e estimados apenas para a variável estatura de planta, onde está apresentando valores médios próximos a 1 em todas as combinações (Figura 1; Tabela 1), demonstrando que as cultivares de feijão e o papuã competem pelos recursos do ambiente, os quais se encontram em quantidades limitadas para o desenvolvimento de ambas as espécies. Os resultados demonstram para a variável diâmetro de planta (Figura 2) que os valores esperados e estimados da PRT foram superiores e inferiores a 1, e para as variáveis área foliar e massa seca da parte aérea (Figuras 3 e 4) os valores foram todos inferiores a 1.

Quando a PRT apresenta linhas côncavas e valores inferiores a 1 permitem dizer que houve competição entre o feijão e a planta daninha (papuã) pelos mesmos recursos presentes no meio. Rubin et al. (2014) relatam que quando a PRT for menor que 1 há um antagonismo mútuo entre as espécies que estão competindo pelos recursos do meio, ou seja as duas tem prejuízo.

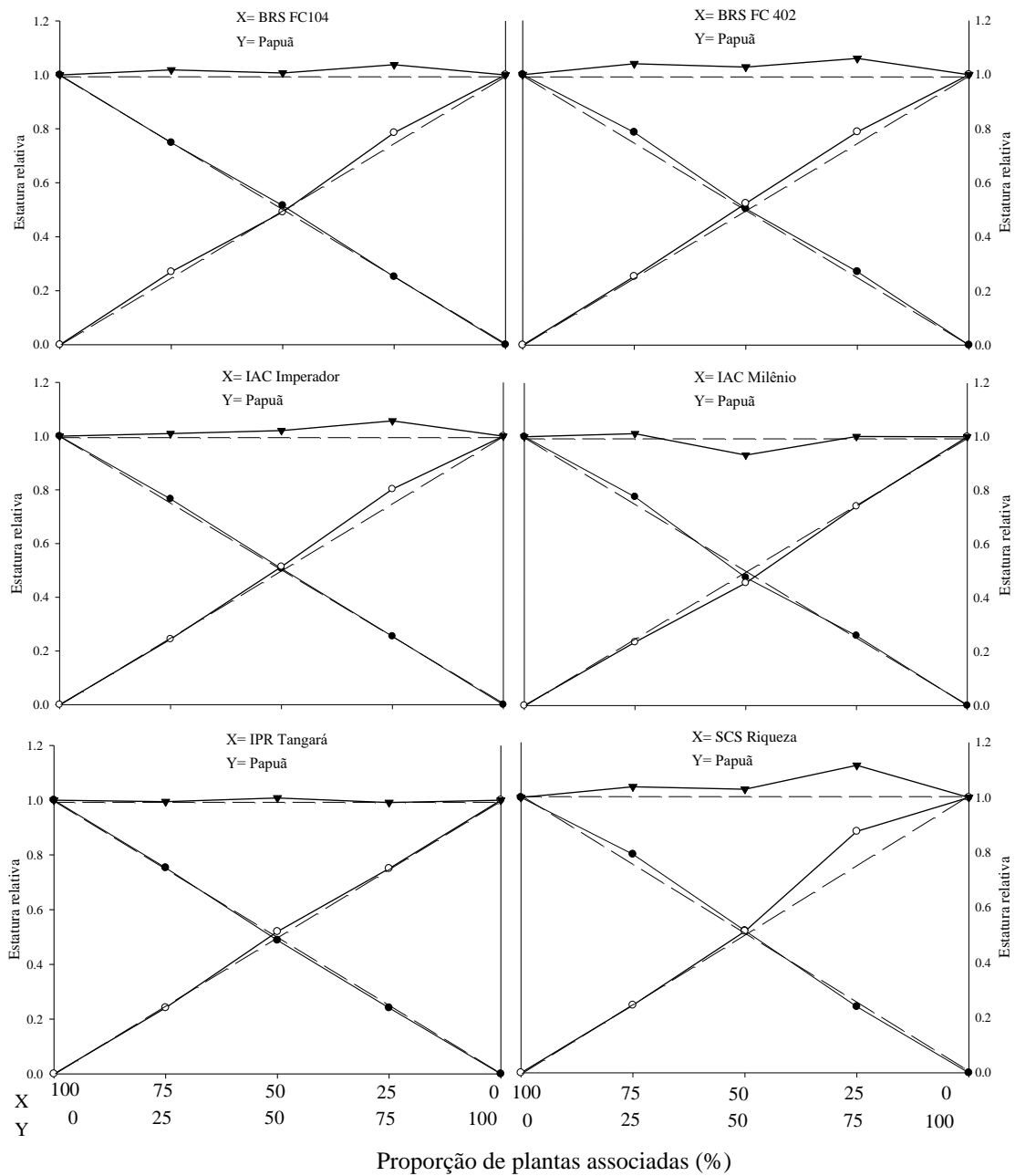


Figura 1. Produtividade relativa (PR) para estatura relativa das plantas de feijão (●) e papuã (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijão: papuã). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

O diâmetro de plantas das cultivares BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza, apresentaram desvios das retas da PR em relação às retas esperadas, indicando que a cultura apresentou maior prejuízo que a daninha, visto que a daninha apresentou valores muito próximos do esperado (Figura 2).

Os valores da PRT foram inferiores a 1 para as cultivares BRS FC 104, IAC Imperador, IAC Milênio e IPR Tangará demonstrando que houve prejuízo para cultura e daninha, já as cultivares

BRS FC 402 e SCS 205 Riqueza apresentaram desvios em apenas um ponto, e para que sejam considerados significativos devem diferir em pelo menos duas proporções de plantas (BIANCHI et al., 2006).

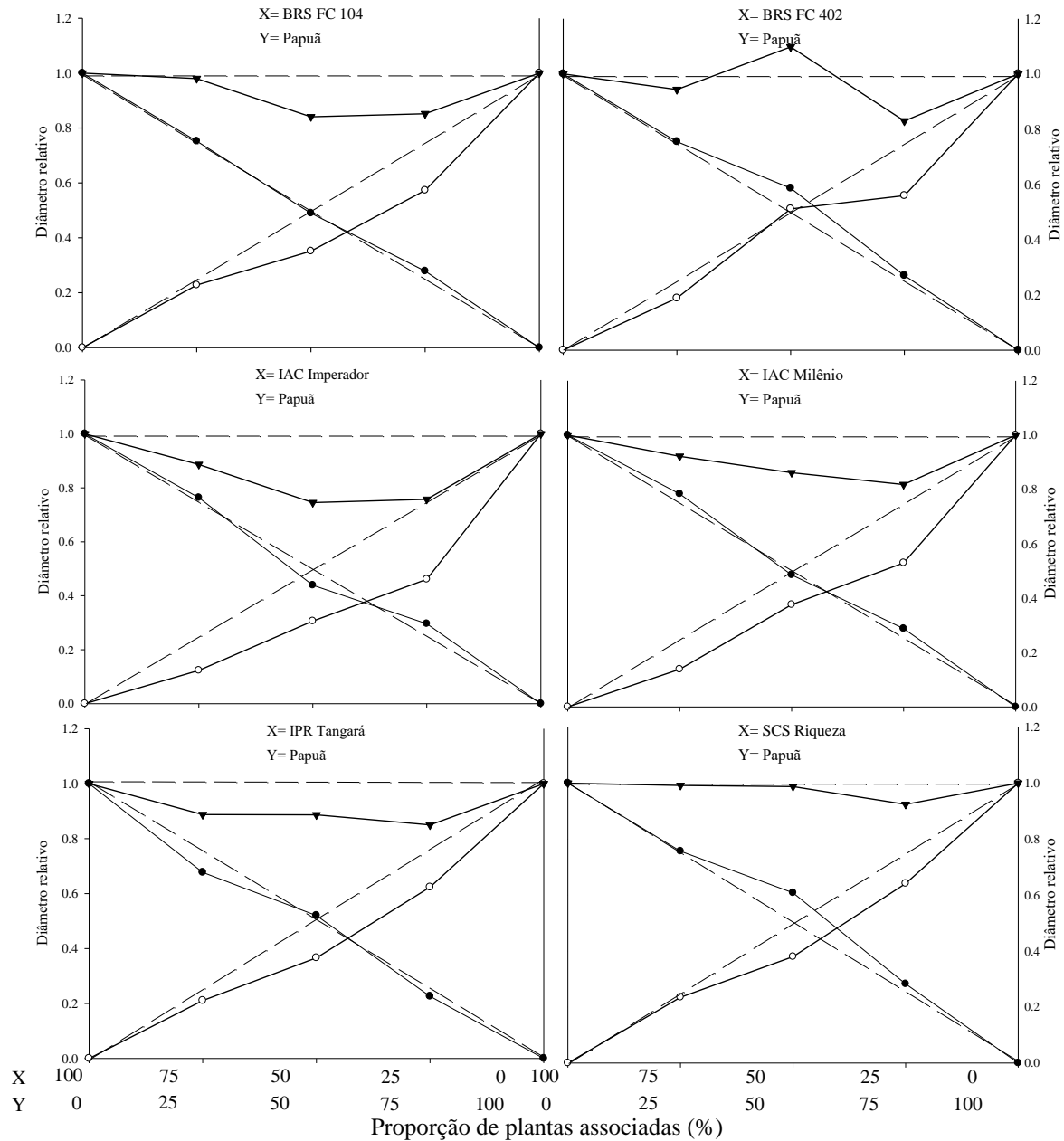


Figura 2. Produtividade relativa (PR) para diâmetro relativo das plantas de feijão (●) e papua (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijão: papua). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

Pode-se observar (Figura 2 e Tabela 2) que ocorreram reduções no diâmetro de plantas quando a cultura e a daninha se encontravam na proporção de 50:50 as cultivares BRS FC 104, IAC Imperador e IAC Milênio apresentaram redução no diâmetro de caule de 2,09; 12,29 e

2,92% , respectivamente. Já as cultivares BRS FC 402, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza tiveram um acréscimo no diâmetro de 17,49; 4,05 e 21,56% respectivamente.

A área foliar das plantas de feijão das cultivares BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza (Figura 3 e Tabela 1), apresentaram desvios das retas da PR em relação às retas esperadas, indicando que a cultura apresentou maior prejuízo que a daninha.

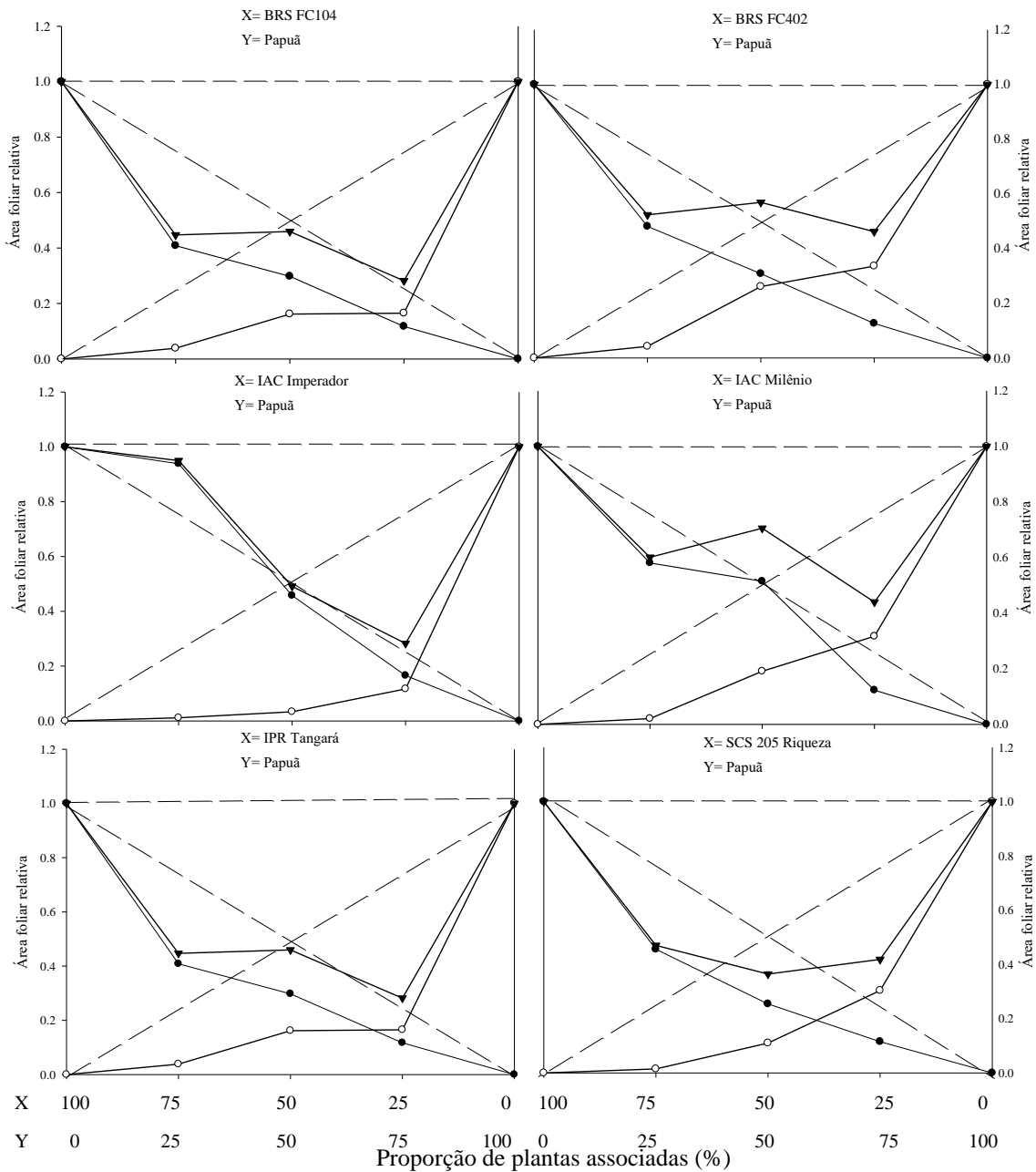


Figura 3. Produtividade relativa (PR) para área foliar relativa das plantas de feijão (●) e papua (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijão: papua). Linhas tracejadas representam os valores esperados na ausência de competição e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

Os valores da PRT (Figura 3) foram todos inferiores a 1, apresentando linha côncava e indicando que tanto a cultura como a daninha apresentaram prejuízos. Ao estudarem o efeito de azevém sobre a cevada Galon et al. (2011), observaram que ocorreu linhas côncavas para a cultura e competidor para as variáveis área foliar e massa seca, o que corrobora ao encontrado no presente estudo. Forte et al. (2017) ao avaliarem a habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica com plantas daninhas também encontraram resultados muito semelhantes aos do presente estudo, tanto para a área foliar como para a massa a seca.

A área foliar quando a cultura competiu na proporção de 50:50 com a daninha, apresentou reduções de até 48,67% (Tabela 2), demonstrando desta maneira que a cultura e a planta daninha competem pelos mesmos recursos do ambiente onde estão inseridos, e que essa competição causa prejuízos para o crescimento de todas as espécies envolvidas na comunidade. Forte et al. (2017) e Galon et al. (2011) também encontraram resultados semelhantes ao encontrado nesse estudo.

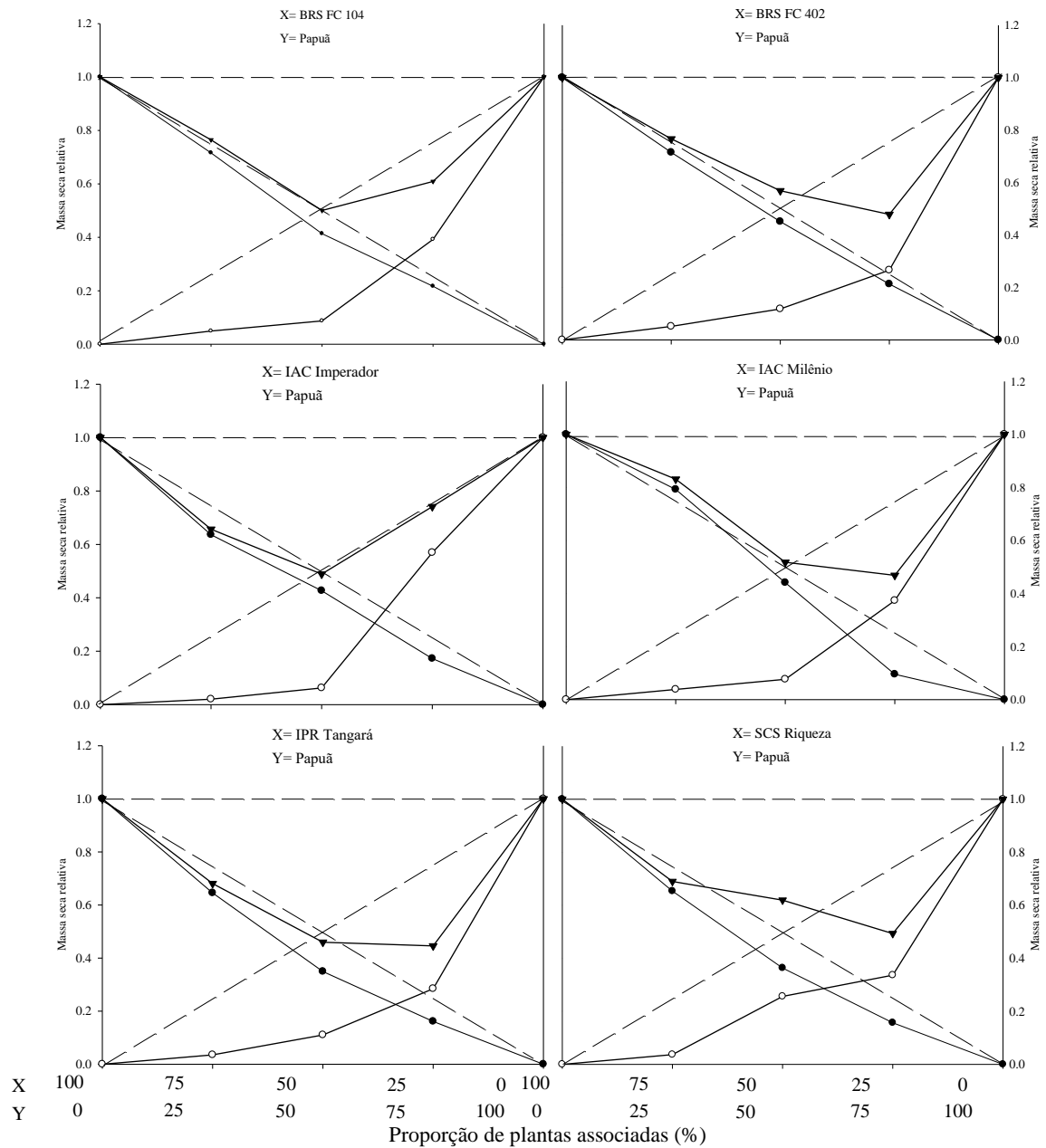


Figura 4. Produtividade relativa (PR) para massa seca relativa das plantas de feijão carioca (●) e papuã (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da proporção de plantas (feijoeiro: papuã). Linhas tracejadas representam os valores esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

A massa seca apresentou os desvios das retas da PR diferentes em relação às retas esperadas, onde são linhas côncavas em todas as simulações (Figura 4, Tabela 1), tanto para a cultura quanto para a planta daninha.

Tabela 1. Diferenças relativas para as variáveis, estatura, diâmetro de caule, área foliar e massa seca da parte aérea das cultivares de feijão do tipo carioca BRS FC 104, BRS FC 402, IAC

Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza, aos 30 dias após a emergência da cultura. UFFS, Campus Erechim, RS, 2019/2020.

Variáveis	Proporções de plantas associadas (feijão: competidor)		
	75:25	50:50	25:75
Estatura de plantas			
BRS FC 104	-0,001 ($\pm 0,03$)	0,02 ($\pm 0,02$)	0,002 ($\pm 0,02$)
Papuã	0,02 ($\pm 0,0001$)*	-0,01 ($\pm 0,02$)	0,04 ($\pm 0,02$)
Total	1,02 ($\pm 0,03$)	1,01 ($\pm 0,03$)	1,04 ($\pm 0,04$)
BRS FC 402	0,04 ($\pm 0,02$)	0,004 ($\pm 0,02$)	0,02 ($\pm 0,01$)*
Papuã	0,003 ($\pm 0,01$)	0,02 ($\pm 0,001$)*	0,04 ($\pm 0,01$)*
Total	1,04 ($\pm 0,02$)	1,03 ($\pm 0,02$)	1,06 ($\pm 0,01$)*
IAC Imperador	0,02 ($\pm 0,02$)	0,01 ($\pm 0,01$)	0,004 ($\pm 0,01$)
Papuã	-0,01 ($\pm 0,02$)	0,01 ($\pm 0,02$)	0,05 ($\pm 0,01$)*
Total	1,01 ($\pm 0,03$)	1,02 ($\pm 0,03$)	1,06 ($\pm 0,02$)
IAC Milênio	0,03 ($\pm 0,02$)	-0,02 ($\pm 0,02$)	0,01 ($\pm 0,04$)
Papuã	-0,01 ($\pm 0,01$)	-0,06 ($\pm 0,04$)	-0,17 ($\pm 0,09$)
Total	1,01 ($\pm 0,03$)	0,91 ($\pm 0,06$)	1,00 ($\pm 0,10$)
IPR Tangará	0,003 ($\pm 0,02$)	-0,01 ($\pm 0,01$)	-0,01 ($\pm 0,001$)
Papuã	-0,01 ($\pm 0,01$)	0,02 ($\pm 0,02$)	0,0001 ($\pm 0,05$)
Total	0,99 ($\pm 0,02$)	1,01 ($\pm 0,03$)	0,99 ($\pm 0,05$)
SCS 205 Riqueza	0,04 ($\pm 0,01$)*	0,02 ($\pm 0,02$)	-0,01 ($\pm 0,01$)
Papuã	-0,005 ($\pm 0,01$)	0,01 ($\pm 0,03$)	0,13 ($\pm 0,02$)*
Total	1,04 ($\pm 0,02$)	1,03 ($\pm 0,04$)	1,12 ($\pm 0,02$)*
Diâmetro de caule			
BRS FC 104	0,002 ($\pm 0,05$)	-0,01 ($\pm 0,03$)	0,03 ($\pm 0,03$)
Papuã	-0,02 ($\pm 0,02$)	-0,15 ($\pm 0,05$)*	-0,18 ($\pm 0,07$)
Total	0,98 ($\pm 0,04$)	0,84 ($\pm 0,07$)	0,85 ($\pm 0,09$)
BRS FC 402	0,005 ($\pm 0,03$)	0,09 ($\pm 0,04$)	0,02 ($\pm 0,03$)
Papuã	-0,06 ($\pm 0,01$)*	0,01 ($\pm 0,07$)	-0,19 ($\pm 0,05$)*
Total	0,94 ($\pm 0,02$)	1,10 ($\pm 0,10$)	0,83 ($\pm 0,04$)*
IAC Imperador	0,01 ($\pm 0,04$)	-0,06 ($\pm 0,01$)*	0,05 ($\pm 0,01$)*
Papuã	-0,13 ($\pm 0,03$)*	-0,19 ($\pm 0,06$)*	-0,29 ($\pm 0,05$)*
Total	0,89 ($\pm 0,06$)	0,75 ($\pm 0,06$)*	0,76 ($\pm 0,06$)*
IAC Milênio	0,03 ($\pm 0,07$)	-0,01 ($\pm 0,03$)	0,04 ($\pm 0,01$)*
Papuã	-0,11 ($\pm 0,03$)*	-0,12 ($\pm 0,05$)	-0,22 ($\pm 0,07$)*
Total	0,92 ($\pm 0,09$)	0,86 ($\pm 0,08$)	0,82 ($\pm 0,06$)
IPR Tangará	-0,07 ($\pm 0,07$)	0,02 ($\pm 0,03$)	-0,02 ($\pm 0,02$)
Papuã	-0,04 ($\pm 0,03$)	-0,13 ($\pm 0,09$)	-0,13 ($\pm 0,11$)
Total	0,89 ($\pm 0,09$)	0,89 ($\pm 0,11$)	0,85 ($\pm 0,11$)
SCS 205 Riqueza	0,01 ($\pm 0,01$)	0,11 ($\pm 0,02$)*	0,03 ($\pm 0,02$)
Papuã	-0,02 ($\pm 0,03$)	-0,12 ($\pm 0,03$)*	-0,11 ($\pm 0,04$)
Total	0,99 ($\pm 0,03$)	0,99 ($\pm 0,02$)	0,92 ($\pm 0,03$)
Área foliar			
BRS FC 104	-0,22 ($\pm 0,15$)	-0,24 ($\pm 0,05$)*	-0,12 ($\pm 0,04$)
Papuã	-0,22 ($\pm 0,01$)*	-0,42 ($\pm 0,03$)*	-0,43 ($\pm 0,10$)*
Total	0,57 ($\pm 0,14$)*	0,33 ($\pm 0,04$)*	0,45 ($\pm 0,08$)*
BRS FC 402	-0,27 ($\pm 0,14$)	-0,19 ($\pm 0,02$)*	-0,12 ($\pm 0,04$)*
Papuã	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,24 ($\pm 0,11$)	-0,41 ($\pm 0,09$)*
Total	0,52 ($\pm 0,13$)*	0,57 ($\pm 0,10$)*	0,46 ($\pm 0,09$)*
IAC Imperador	0,19 ($\pm 0,16$)	-0,04 ($\pm 0,02$)	-0,08 ($\pm 0,03$)
Papuã	-0,24 ($\pm 0,001$)*	-0,47 ($\pm 0,001$)	-0,63 ($\pm 0,06$)*
Total	0,95 ($\pm 0,16$)	0,49 ($\pm 0,02$)*	0,28 ($\pm 0,07$)*
IAC Milênio	-0,17 ($\pm 0,16$)	0,01 ($\pm 0,09$)	-0,13 ($\pm 0,02$)*
Papuã	-0,23 ($\pm 0,01$)*	-0,31 ($\pm 0,08$)*	-0,43 ($\pm 0,09$)*
Total	0,60 ($\pm 0,15$)	0,71 ($\pm 0,14$)	0,44 ($\pm 0,11$)*
IPR Tangará	-0,21 ($\pm 0,05$)*	-0,20 ($\pm 0,06$)*	-0,13 ($\pm 0,03$)*
Papuã	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,34 ($\pm 0,07$)*	-0,59 ($\pm 0,04$)*
Total	0,58 ($\pm 0,05$)*	0,46 ($\pm 0,10$)*	0,28 ($\pm 0,04$)*

SCS 205 Riqueza	-0,29 ($\pm 0,09$)*	-0,25 ($\pm 0,09$)	-0,13 ($\pm 0,04$)*
Papuã	-0,24 ($\pm 0,01$)*	-0,39 ($\pm 0,06$)*	-0,45 ($\pm 0,13$)*
<i>Total</i>	<i>0,47 ($\pm 0,08$)*</i>	<i>0,36 ($\pm 0,11$)*</i>	<i>0,42 ($\pm 0,10$)*</i>
Massa seca da parte aérea			
BRS FC 104	-0,03 ($\pm 0,07$)	-0,09 ($\pm 0,03$)	-0,03 ($\pm 0,01$)*
Papuã	-0,20 ($\pm 0,01$)*	-0,41 ($\pm 0,01$)*	-0,36 ($\pm 0,05$)*
<i>Total</i>	<i>0,76 ($\pm 0,06$)*</i>	<i>0,50 ($\pm 0,05$)*</i>	<i>0,61 ($\pm 0,05$)*</i>
BRS FC 402	-0,03 ($\pm 0,04$)	-0,05 ($\pm 0,02$)	-0,04 ($\pm 0,03$)
Papuã	-0,20 ($\pm 0,01$)*	-0,38 ($\pm 0,01$)*	-0,48 ($\pm 0,03$)*
<i>Total</i>	<i>0,77 ($\pm 0,04$)*</i>	<i>0,57 ($\pm 0,03$)*</i>	<i>0,48 ($\pm 0,02$)*</i>
IAC Imperador	-0,11 ($\pm 0,13$)	-0,07 ($\pm 0,02$)*	-0,08 ($\pm 0,0001$)*
Papuã	-0,23 ($\pm 0,01$)*	-0,44 ($\pm 0,01$)*	-0,18 ($\pm 0,09$)
<i>Total</i>	<i>0,66 ($\pm 0,13$)</i>	<i>0,49 ($\pm 0,03$)*</i>	<i>0,74 ($\pm 0,09$)</i>
IAC Milênio	0,04 ($\pm 0,04$)	-0,06 ($\pm 0,02$)	-0,15 ($\pm 0,02$)*
Papuã	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,42 ($\pm 0,01$)*	-0,38 ($\pm 0,12$)*
<i>Total</i>	<i>0,83 ($\pm 0,04$)*</i>	<i>0,52 ($\pm 0,02$)*</i>	<i>0,47 ($\pm 0,12$)*</i>
IPR Tangará	-0,10 ($\pm 0,06$)	-0,15 ($\pm 0,04$)*	-0,09 ($\pm 0,01$)*
Papuã	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,39 ($\pm 0,01$)*	-0,47 ($\pm 0,03$)*
<i>Total</i>	<i>0,68 ($\pm 0,06$)*</i>	<i>0,46 ($\pm 0,05$)*</i>	<i>0,45 ($\pm 0,03$)*</i>
SCS 205 Riqueza	-0,10 ($\pm 0,04$)	-0,14 ($\pm 0,03$)*	-0,09 ($\pm 0,01$)*
Papuã	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,24 ($\pm 0,07$)*	-0,41 ($\pm 0,07$)*
<i>Total</i>	<i>0,69 ($\pm 0,04$)*</i>	<i>0,62 ($\pm 0,09$)*</i>	<i>0,49 ($\pm 0,07$)*</i>

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

Quando as cultivares conviveram na proporção 50:50 com as plantas daninhas (Tabela 2), houve redução de 17,30; 9,74; 14,68; 11,80; 30,15 e 27,32 % na massa seca das cultivares BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IAC Tangará e SCS Riqueza, respectivamente. Vidal et al., (2004) relata que na cultura do milho quando não controlado o papuã pode causar perdas no rendimento de até 90%.

A massa seca apresentou redução quando houve a presença do competidor em diferentes proporções, sabe-se que no presente estudo a cultura estava bem organizada nos vasos, fato este que eleva a habilidade competitiva da mesma, devido que no campo as culturas são distribuídas em linhas, e há um incremento nos danos causados pela comunidade infestante (DUSABUMUREMYI et al., 2014). Passini et al., (2002) afirmam que uma densidade de papuã de 25 plantas m^{-2} gera perdas significativas na produtividade de feijão, podendo estas chegar a 70%.

Tabela 2. Diferenças entre plantas associadas ou não de cultivares de feijão do tipo carioca BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza e de papuã para as variáveis estatura, diâmetro de caule, área foliar e massa seca da parte aérea das plantas, aos 30 dias após a emergência. UFFS, Campus Erechim-RS, 2019/20.

Proporções de plantas	Estatura (cm)		Diâmetro (mm)		Área foliar (cm^2 vaso $^{-1}$)		Massa seca (g vaso $^{-1}$)	
	BRS FC 104	Papuã	BRS FC 104	Papuã	BRS FC 104	Papuã	BRS FC 104	Papuã
100:0 ou 0:00 (T)	42,50	48,83	4,30	4,40	7550,19	4949,57	42,87	36,59
75:25 ou 25:75	42,42	51,17	4,31	3,36	5367,76	2093,36*	40,92	19,14*
50:50 ou 50:50	43,83	48,00	4,21	3,09	3860,25	756,39*	35,45	6,36*

25:75 ou 75:25	42,83	52,75	4,80	4,01	3951,72	689,88*	37,15	7,17*
CV (%)	9,91	9,94	17,09	18,95	46,40	54,92	13,27	32,92
Feijão: competidor	BRS FC	Papuã	BRS FC	Papuã	BRS FC	Papuã	BRS FC	Papuã
Competidor: feijão	402		402		402		402	
100:0 ou 0:100 (T)	40,83	48,83	3,83	4,40	5270,74	4949,57	45,67	53,75
75:25 ou 25:75	42,84	51,83	3,86	3,28	3380,82	2215,54	43,55	19,04*
50:50 ou 50:50	41,17	51,17	4,50	4,50	3245,27	2582,81	41,22	12,66*
25:75 ou 75:25	44,34	49,50	4,15	3,32	2658,65	831,86*	38,88	11,06*
CV (%)	5,62	8,92	13,26	20,06	38,84	58,31	17,63	18,70
Feijão: competidor	Imperador	Papuã	Imperador	Papuã	Imperador	Papuã	Imperador	Papuã
Competidor: feijão								
100:0 ou 0:100 (T)	43,09	48,83	4,72	4,40	5180,58	4949,57	49,83	42,88
75:25 ou 25:75	44,00	52,25	4,80	2,71*	6481,76	769,39*	42,29	32,53
50:50 ou 50:50	43,67	50,17	4,14	2,70*	4740,44	330,20*	42,51	5,34*
25:75 ou 75:25	43,84	47,58	5,59*	2,17*	3435,05	224,37*	34,39	3,48*
CV (%)	7,87	11,59	8,78	27,02	28,38	62,64	21,95	32,78
Feijão: competidor	Milênio	Papuã	Milênio	Papuã	Milênio	Papuã	Milênio	Papuã
Competidor: feijão								
100:0 ou 0:100 (T)	38,17	48,83	5,13	4,40	4123,93	4949,57	41,67	49,67
75:25 ou 25:75	39,50	48,25	5,36	3,11	3191,96	2091,71*	44,03	24,72*
50:50 ou 50:50	36,33	42,56	4,98	3,31	4245,09	1890,78*	36,75	7,63*
25:75 ou 75:25	39,67	45,99	5,91	2,44*	2029,65	408,78*	15,91*	7,65*
CV (%)	9,70	18,17	11,46	23,53	45,22	58,23	18,14	52,28
Feijão: competidor	Tangará	Papuã	Tangará	Papuã	Tangará	Papuã	Tangará	Papuã
Competidor: feijão								
100:0 ou 0:100 (T)	42,42	48,83	5,18	4,40	8380,80	4949,57	50,93	33,75
75:25 ou 25:75	42,59	48,83	4,67	3,66	6086,66	1088,83*	43,81	12,80*
50:50 ou 50:50	41,42	50,75	5,39	3,22	4991,64*	1601,60*	35,57*	7,45*
25:75 ou 75:25	40,92	47,17	4,69	3,70	3925,05*	763,39*	32,86*	4,76*
CV (%)	4,82	12,66	15,99	31,15	27,94	57,80	16,75	15,62
Feijão: competidor	Riqueza	Papuã	Riqueza	Papuã	Riqueza	Papuã	Riqueza	Papuã
Competidor: feijão								
100:0 ou 0:100 (T)	41,84	48,83	4,22	4,40	6401,46	4948,57	54,57	54,39
75:25 ou 25:75	44,25	57,08	4,26	3,76	3889,56	2002,23*	47,54	24,40*
50:50 ou 50:50	43,17	50,17	5,13*	3,34	3253,80	1090,73*	39,66*	27,86*
25:75 ou 75:25	40,17	47,92	4,77	4,14	2953,73*	290,81*	34,24*	7,93*
CV (%)	5,79	11,97	6,87	16,24	42,31	65,53	13,44	37,41

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

A cultura do feijão quando em um arranjo de plantas equidistante é capaz de suprimir a população de plantas daninhas, bem como aumentar sua produção (DUSABUMUREMYI et al., 2014). Cury (2011) relata que dependendo da espécie, uma pode ser mais competitiva que a outra, porém, as plantas daninhas dispõem de uma vantagem competitiva sobre as culturas cultivadas em condições semelhantes (GALON e AGOSTINETTO, 2009; AGOSTINETTO et al., 2013) e apresentam uma distinção conforme as espécies, culturas e densidades envolvidas na competição.

Observando a dominância relativa do feijão sobre a planta daninha, expressos pelos índices K ($K_{\text{feijão}} > K_{\text{planta daninha}}$) percebe-se que a cultura é mais competitiva do que o papuã segundo o índice de agressividade (A) (Tabela 3). Em todas as comparações pode-se verificar diferenças significativas em pelo menos dois índices entre as cultivares de feijão e o papuã, demonstrando que a cultura é mais competitiva que a planta daninha.

Constatou-se que houve diferenciação, em relação aos índices CR, K e A avaliados, quando o feijão conviveu com o papuã, sendo que somente em uma situação a planta daninha demonstrou maior CR, K e A que a cultura, para as cultivares BRS FC 402, IAC Imperador e IPR Tangará ao conviverem com o papuã e apenas para a variável diâmetro de planta (Tabela 3), fato este que pode estar atrelado as características de cada cultivar. Para as demais variáveis analisadas a cultura se sobressaiu em relação ao competidor.

As espécies domesticadas quando colocadas em competição com variação na proporção de indivíduos tendem a apresentar maiores produtividades relativas do que as plantas daninhas (WOLDEAMLAK et al., 2001), pois sabe-se que a cultura é mais competitiva do que o competidor, devido ao efeito das plantas daninhas não ser somente à sua maior habilidade competitiva individual, mas sim à densidade total de plantas (VILÀ et al., 2004).

Em relação as variáveis fisiológicas observou-se que houve incremento ou redução nos valores das mesmas em função da proporção de plantas. Esses fatores podem estar relacionados à arquitetura do dossel do feijão, pois ela pode interferir na distribuição da luz dentro na densidade de plantas como na circulação de ar, vindo assim a afetar os processos de transferência de CO₂ e evapotranspiração.

De acordo com Ferreira et al. (2015) o incremento na densidade de plantas no ambiente ocasiona escassez no potencial de fornecimento de recursos pelo ambiente, tendendo a se tornar limitante, isto é, o rendimento se torna independente da densidade de plantas a partir de determinado nível de infestação.

Tabela 3. Índices de competitividade entre cultivares de feijão carioca e competidor, 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, 2019/2020.

Variáveis	CR	K _x (feijoeiro)	K _y (competidor)	A
Estatura de plantas				
BRS FC 104 x papuã	1,05 (±0,06)	1,07 (±0,08)	0,98 (±0,009)	0,02 (±0,03)
BRS FC 402 x papuã	0,96 (±0,03)	1,02 (±0,06)	1,10 (±0,02)	-0,02 (±0,02)
IAC Imperador x papuã	0,99 (±0,04)	1,03 (±0,05)	1,07 (±0,09)	-0,01 (±0,02)
IAC Milênio x papuã	1,12 (±0,10)	0,92 (±0,07)	0,80 (±0,13)	0,04 (±0,03)
IPR Tangará x papuã	0,94 (±0,04)	0,96 (±0,04)	1,10 (±0,10)	-0,03 (±0,02)
SCS 205 Riqueza x papuã	1,02 (±0,09)	1,07 (±0,07)	1,08 (±0,13)	0,002 (±0,04)
Diâmetro de caule				
BRS FC 104 x papuã	1,45 (±0,15)	0,98 (±0,10)*	0,57 (±0,11)*	0,14 (±0,04)*
BRS FC 402 x papuã	1,20 (±0,14)	1,48 (±0,22)	1,25 (±0,45)	0,08 (±0,07)
IAC Imperador x papuã	1,64 (±0,37)*	0,78 (±0,02)	0,48 (±0,14)	0,13 (±0,06)
IAC Milênio x papuã	1,32 (±0,10)*	0,96 (±0,11)	0,63 (±0,12)	0,11 (±0,02)*

IPR Tangará x papuã	1,65 ($\pm 0,35$)	1,10 ($\pm 0,12$)	0,68 ($\pm 0,25$)	0,15 ($\pm 0,07$)
SCS 205 Riqueza x papuã	1,63 ($\pm 0,15$)*	1,57 ($\pm 0,12$)*	0,62 ($\pm 0,07$)*	0,23 ($\pm 0,04$)*
Área foliar				
BRS FC 104 x papuã	6,12 ($\pm 2,89$)	0,36 ($\pm 0,09$)*	0,09 ($\pm 0,04$)*	0,18 ($\pm 0,07$)
BRS FC 402 x papuã	2,65 ($\pm 1,58$)	0,45 ($\pm 0,05$)	0,47 ($\pm 0,28$)	0,05 ($\pm 0,12$)
IAC Imperador x papuã	14,46 ($\pm 2,25$)*	0,85 ($\pm 0,07$)*	0,03 ($\pm 0,004$)*	0,42 ($\pm 0,02$)*
IAC Milênio x papuã	5,19 ($\pm 2,04$)	1,29 ($\pm 0,44$)	0,28 ($\pm 0,14$)	0,32 ($\pm 0,10$)*
IPR Tangará x papuã	3,05 ($\pm 1,16$)	0,46 ($\pm 0,13$)	0,23 ($\pm 0,13$)	0,14 ($\pm 0,09$)
SCS 205 Riqueza x papuã	8,49 ($\pm 5,48$)	0,40 ($\pm 0,16$)	0,14 ($\pm 0,07$)	0,14 ($\pm 0,10$)
Massa seca da parte aérea				
BRS FC 104 x papuã	4,94 ($\pm 0,54$)*	0,72 ($\pm 0,11$)*	0,10 ($\pm 0,02$)*	0,33 ($\pm 0,03$)*
BRS FC 402 x papuã	3,87 ($\pm 0,21$)*	0,83 ($\pm 0,07$)*	0,13 ($\pm 0,01$)*	0,33 ($\pm 0,02$)*
IAC Imperador x papuã	7,39 ($\pm 1,29$)*	0,75 ($\pm 0,07$)*	0,07 ($\pm 0,01$)*	0,36 ($\pm 0,02$)*
IAC Milênio x papuã	6,20 ($\pm 1,11$)*	0,80 ($\pm 0,07$)*	0,08 ($\pm 0,01$)*	0,36 ($\pm 0,03$)*
IPR Tangará x papuã	3,20 ($\pm 0,33$)*	0,56 ($\pm 0,10$)*	0,12 ($\pm 0,02$)*	0,24 ($\pm 0,04$)*
SCS 205 Riqueza x papuã	1,69 ($\pm 0,35$)	0,58 ($\pm 0,09$)	0,39 ($\pm 0,15$)	0,11 ($\pm 0,07$)

*Diferença significativa pelo teste “t” ($p \leq 0,05$). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média. K_x e K_y são os coeficientes de agrupamentos relativos dos genótipos de arroz e do competidor, respectivamente.

As cultivares de feijão avaliadas promoveram incremento no CO_2 interno (C_i) conforme houve variação na proporção da densidade das plantas (Tabela 4). O C_i é considerado uma variável fisiológica que é influenciada por fatores ambientais, como disponibilidade hídrica, luz, energia, entre outros (FERREIRA et al., 2015). O incremento no C_i observado na cultura, quando em competição com o papuã, pode indicar que a cultura tentou arranjar uma tentativa de escapar do estresse gerado pela competição pelos recursos do ambiente.

A atividade fotossintética bem como a condutância estomática sofreram decréscimos e acréscimos conforme a cultivar de feijão (Tabela 4). Nascimento et al. (2011) relatam que como uma forma de evitar o estresse hídrico a alteração na qualidade da luz, provocados pela interferência das plantas daninhas, a planta tende a fechar os estômatos, acarretando redução das trocas gasosas e, conseqüentemente, da taxa fotossintética.

Naves-Barbiero et al. (2000) relatam que a taxa fotossintética está diretamente relacionada com a radiação fotossinteticamente ativa (composição da luz), bem como aos fatores de disponibilidade hídrica e às trocas, e é altamente dependente da abertura estomática, podendo desta maneira ser uma boa indicadora da resposta fisiológica da cultura à competição com plantas daninhas.

A taxa de transpiração (E) e a eficiência de carboxilação apresentaram variações conforme a cultivar e a proporção de plantas. Wang et al. (2006) afirmam que o fechamento dos estômatos causa uma queda na transpiração, e as variações na abertura estomática ocasionam alterações no potencial hídrico, por atuarem sobre a taxa de transpiração. Kobayashi

et al. (2008) relatam que a transpiração é determinante primária do balanço de energia e *status hídrico* da planta, sendo determinada principalmente pela G_s , pela radiação e pelo déficit de saturação atmosférica, onde todas essas variáveis juntas determinam a capacidade fotossintética das plantas.

A eficiência no uso da água também apresentou valores diferenciados conforme a cultivar, isso se deve devido à capacidade que cada uma possui em competir com determinada densidade de planta daninha (Tabela 4). Já a massa seca apresentou redução considerável para todas as cultivares de feijão, sendo que esses valores estão relacionados com as demais variáveis fisiológicas, pois todas as variáveis estão intimamente ligadas.

Segundo Ferreira et al. (2015) a competição de soja com *Urochloa brizantha* e *Bidens pilosa* causou redução na taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática, eficiência no uso da água e na massa seca da parte aérea da cultura da soja, sendo que *U. brizantha* foi mais prejudicial para a cultura. Aspiazú et al. (2010) quando trabalharam com a atividade fotossintética de plantas de mandioca submetidas a competição com plantas daninhas, identificaram que *Commelina benghalensis* afetou a composição da luz incidente sobre a cultura.

Tabela 4. Diferenças entre plantas associadas ou não de cultivares de feijão do tipo carioca BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza para as variáveis relacionadas a fisiologia das plantas, concentração de CO_2 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 - $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e a massa seca (g vaso^{-1}), aos 30 dias após a emergência. UFFS, Campus Erechim-RS, 2019/2020

Proporções de plantas	C_i	A	G_s	E	EC	EUA	Massa seca (g vaso^{-1})
Feijão: competidor	Cultivar BRS FC 104						
100:0 (T)	279,00	14,79	0,29	3,37	0,05	4,39	42,87
75:25	265,50	13,03	0,25	3,12	0,06	4,77	40,92
50:50	287,00	16,67	0,26	3,46	0,05	4,15	35,45
25:75	258,75	18,25	0,32	3,59	0,07	5,10	37,15
CV (%)	9,60	19,31	34,97	14,47	34,54	18,98	13,27
Feijão: competidor	Cultivar BRS FC 402						
100:0 (T)	266,00	13,64	0,20	2,63	0,05	5,24	45,67
75:25	272,50	12,81	0,19	2,60	0,05	4,93	43,55
50:50	284,25	13,84	0,24	2,92	0,05	4,74	41,22
25:75	264,50	13,94	0,20	2,67	0,05	5,20	38,88
CV (%)	7,20	13,30	14,19	7,94	20,30	13,54	17,63
Feijão: competidor	IAC Imperador						
100:0 (T)	279,75	16,70	0,35	3,68	0,05	3,93	49,83
75:25	287,00	13,88	0,28	3,63	0,05	3,82	42,29
50:50	263,00	18,15	0,32	3,93	0,07	4,64	42,51
25:75	274,50	16,79	0,33	3,96	0,06	4,24	34,39
CV (%)	6,19	11,90	11,78	14,76	22,60	12,80	21,95
Feijão: competidor	IAC Milênio						

100:0 (T)	276,50	14,68	0,20	2,69	0,05	4,75	41,67
75:25	303,0*	11,93	0,24	2,98	0,04	4,01	44,03
50:50	280,25	9,21*	0,17	2,40	0,04	4,48	36,75
25:75	281,75	7,26*	0,13	2,01	0,03	4,32	15,91*
CV (%)	3,25	23,99	39,61	28,31	36,33	8,90	18,14
Feijão: competidor		IPR Tangará					
100:0 (T)	275,00	17,16	0,25	2,78	0,05	5,21	50,93
75:25	278,50	15,32	0,34	3,16	0,06	5,19	43,81
50:50	269,50	19,21	0,37	3,46	0,07	5,62	35,57*
25:75	268,00	16,98	0,30	3,08	0,06	5,59	32,86*
CV (%)	11,04	15,44	35,98	23,48	30,08	26,69	16,75
Feijão: competidor		SCS 205 Riqueza					
100:0 (T)	279,75	16,70	0,29	3,68	0,05	3,93	42,87
75:25	287,00	13,88*	0,28	3,63	0,05	3,82	40,92
50:50	263,00	19,35	0,32	3,93	0,07	4,64	35,45
25:75	274,50	16,79	0,33	3,96	0,06	4,24	37,15
CV (%)	6,19	8,65	22,53	14,76	22,60	12,80	13,27

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

CONCLUSÃO

Ocorre competição entre as cultivares de feijão (BRS FC 104, BRS FC 402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará e SCS 205 Riqueza) com papuã, ocorrendo diferenças significativas para as variáveis, diâmetro de planta, área foliar e massa seca da parte aérea nas proporções de plantas testadas. Há competição pelos mesmos recursos do meio entre a cultura do feijão e o papuã. As variáveis fisiológicas também foram afetadas pela competição da cultura com a planta daninha. Desta forma, recomenda-se o controle do papuã mesmo quando ainda estiver presente em baixas densidades, devido aos prejuízos que pode causar ao crescimento da cultura do feijão.

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.

ASPIAZÚ, I. et al. Photosynthetic activity of cassava plants under weed competition. **Planta Daninha**, v. 28, número especial, p. 963-968, 2010.

BASSO, F. J. M. et al. Manejo de plantas daninhas em milho RR[®] com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 2, p. 148-157, 2018.

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.

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

Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul; 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acessado em: 08/06/2022.

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, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, p. 347-352, 1993.

CURY, J. P. et al. Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 149-158, 2011.

DUSABUMUREMYI, P.; NIYIBIGIRA, C.; MASHINGAIDZE, A. B. 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Brasília, DF). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. 154 p.

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.

- FLECK, N. G. et al. Relative competitiveness among flooded rice cultivars and a red rice biotype. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.101-111, 2008.
- FORTE, C. T. et al. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 2, p. 185-193, 2017.
- 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, 2019.
- FRANDOLOSO, F. et al. Competition of maize hybrids with alexandergrass (*Urochloa plantaginea*). **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 9, p. 1447, 2019.
- GALON, L. et al. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 414-421, 2010.
- GALON, L. et al. Competitive interaction between common black bean cultivars and *Euphorbia heterophylla*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 254-260, 2018.
- GALON, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 771-781, 2011.
- GALON, L.; AGOSTINETTO, D. Comparison of empirical models for predicting yield loss of irrigated rice (*Oryza sativa*) mixed with *Echinochloa* spp. **Crop Protection**, v. 28, n. 10, p. 825-830, 2009.
- GIOVANELLI, B. F. **Seletividade de herbicidas sobre milho EnList**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2019. 84p.
- 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.
- KALSING, A.; VIDAL, R. A. Nível crítico de dano de papuã em feijão-comum. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 843-850, 2013.
- KOBAYASHI, E. S. et al. Variação sazonal do potencial da água nas folhas de cafeeiro em Mococa, SP. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 421-428, 2008.
- NASCIMENTO, S. P. et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 853-860, 2011.
- NAVES-BARBIERO, C. C. et al. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerradão. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 2, p. 119-134, 2000.
- PASSINI, T.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DOURADO NETO, D. Modelos empíricos de predição de perdas de rendimento da cultura de feijão em convivência com *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 181-187, 2002.

ROUSH, M. L. et al. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. **Weed Science**, v. 37, n. 2, p. 268-275, 1989.

RUBIN, R. S. et al. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr+ imazapic. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 2, p. 173-179, 2014.

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

VIDAL, R.; KALSING, A.; GHEREKHLOO, J. Interferência e nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* e *Ipomoea nil* na cultura do feijão comum. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1675-1681, 2010.

VIDAL, R. A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.

VILÀ, M.; WILLIAMSON, M.; LONSDALE, M. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact. **Biological Invasions**, v. 6, n. 1, p. 59-69, 2004.

VINCENSI, M. M. et al. Manejo do solo e adubação nitrogenada na supressão de plantas daninhas na cultura do feijão de inverno e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 758-764, 2011.

WANG, L.; ZHANG, T.; DING, S. Effect of drought and rewatering on photosynthetic physioecological characteristics of soybean. **Acta Ecologica Sinica**, v.26, n.7, p. 2073-2078, 2006.

WOLDEAMLAK, A.; BASTIAANS, L.; STRUIK, P. C. Competition and niche differentiation in barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*) mixtures under rainfed conditions in the Central Highlands of Eritrea. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 49, n. 1, p. 95-112, 2001.

Competitive ability of bean cultivars with *Urochloa plantaginea*

Capacidad competitiva de cultivares de frijol con *Urochloa plantaginea*

Leandro Galon ^{1*}, Leonardo do Amarante ¹, Emanuel Luis Favretto ¹,
Daniel Cristian Cavaletti ¹, Otilo Daniel Henz Neto ¹, Daiani Brandler ²,
Victor Miguel Senhori ¹, Germani Concenço ³, Thais Stradioto Melo ⁴, Ignacio Aspiazú ⁵,
Michelangelo Muzzel Trezzi ²

Originales: Recepción: 07/06/2021 - Aceptación: 21/02/2022

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the competitive ability of carioca bean cultivars BRS FC104, BRS FC402, IAC Imperador, IAC Milênio, IPR Tangará, and SCS Riqueza in the presence of Alexandergrass (*Urochloa plantaginea*) in different proportions of plants in association. The experiments were carried out in a greenhouse in a completely randomized design with four replications. The treatments were arranged according to the proportions of beans and Alexandergrass plants: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100 or 40:00, 30:10, 20:20, 10:30, and 0:40 plants per pot. The competitiveness of the species was analyzed using diagrams applied to replacement experiments and also through relative competitiveness indices. At 30 days after crop emergence, leaf area (LA), height (HP), diameter (DP), and shoot dry mass (SM) of the plant shoots were measured, as well as variables related to the physiology of the species. There was competition among carioca bean cultivars in the presence of Alexandergrass regardless of the proportion of plants, causing decreases in DP, LA and SM. Basically, there is competition for the same environmental resources between beans and Alexandergrass.

Keywords

Phaseolus vulgaris • weed ecophysiology • competitive interaction • replacement series

1 Federal University of Fronteira Sul. Campus Erechim. Laboratory of Sustainable Management of Agricultural Systems. 99700-970. Erechim. Rio Grande do Sul. Brazil. *leandro.galon@uffs.edu.br

2 Federal University of Technology Paraná. Campus Pato Branco. Laboratory of Weed Science Research Centre. 85503-390. Pato Branco. Paraná. Brazil.

3 Embrapa Clima Temperado. Department of Sustainable Cropping Systems. 96010-971. Pelotas. Rio Grande do Sul. Brazil.

4 Federal University of Pelotas, Campus Capão do Leão. Department of Plant Physiology. 96050-970. Capão do Leão. Rio Grande do Sul. Brazil.

5 State University of Montes Claros. Department of Agricultural Sciences. 39440-000. Janaúba. Minas Gerais. Brazil.