



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

***CAMPUS* ERECHIM**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**EMANUEL LUIS FAVRETTO**

**INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ EM  
FEIJOEIRO**

**ERECHIM – RS**

**2022**

**EMANUEL LUIS FAVRETTO**

**INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ EM  
FEIJOEIRO**

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

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM – RS

2022

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

Favretto, Emanuel Luis  
INTERFERÊNCIA E DETERMINAR NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE  
PLANTAS DANINHAS INFESTANTES DO FEIJÃO / Emanuel Luis  
Favretto. -- 2022.  
27 f.

Orientador: Dr. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, , 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  
UFFScom os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**EMANUEL LUIS FAVRETTO**

**INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ EM  
FEIJOEIRO**

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

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:  
\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Prof. Dr. Alfredo Castamann – UFFS  
UFFS – Erechim

---

Me. Rodrigo Tonin – UFFS -

Erechim/RS, Junho de 2022.

## INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ EM FEIJOEIRO

RESUMO - A identificação da habilidade competitiva de cultivares de feijoeiro e do nível de dano econômico (NDE) ocasionado pelo papuã (*Urochloa plantaginea*) torna-se importante para a adoção do manejo integrado da planta daninha. Diante disso, objetivou-se com o trabalho estimar a interferência e determinar o nível de dano econômico de papuã infestante de cultivares de feijoeiro. Os tratamentos foram compostos pelas cultivares de feijão IAC Imperador, IPR Curió, ANFC9, IAC Milênio, IPR Tangará, IPR Sabiá e BRS Pérola e 12 densidades de plantas de papuã, para cada cultivar, sendo de 0 até 560 plantas m<sup>-2</sup>. Para descrever a relação entre a perda de produtividade de grãos de feijão e as variáveis explicativas, densidade de plantas (DP), cobertura do solo (CS), área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS), usou-se o modelo da hipérbole retangular. A determinação do NDE foi efetuada usando-se a produtividade de grãos, custo de controle, preço do feijão e eficiência do herbicida. As perdas de produtividade dos grãos de feijão devido à interferência do papuã podem ser estimadas de forma satisfatória pelo modelo de hipérbole retangular. Os valores de nível de dano econômico variam de 1,1 a 15,7 plantas de papuã m<sup>-2</sup>. As cultivares de feijoeiro ANFC9, IAC Milênio e IPR Tangará apresentam maior habilidade competitiva com o papuã do que as cultivares IAC Imperador, IPR Curió, IPR Sábica e BRS Pérola.

**Palavras chave:** *Phaseolus vulgaris*, *Urochloa plantaginea*, Interação competitiva.

## INTERFERENCE AND ECONOMIC DAMAGE LEVEL OF PAPUS IN FEIJOEIRO

**ABSTRACT** - The identification of bean's cultivars competitive ability and the level of economic damage (NDE) caused by the alexander grass (*Urochloa plantaginea*) becomes important for adoption of integrated management of this weed. Therefore, the purpose of this study was identify mathematical models to estimate the interference and determine the level of economic damage from weed infestations of beans. The treatments were composed of bean cultivars; IAC Imperador, IPR Curió, ANFC9, IAC Milênio, IPR Tangará, IPR Sabiá and BRS Pérola and 12 densities of alexander grass plants for each cultivar that varied from 0 to 560 plants m<sup>-2</sup>. To describe the relationship between the loss of productivity of bean grains and the explanatory variables, plant density, soil cover, leaf area and dry matter of aerial part, were used the rectangular hyperbola model. To estimate the NDE, grain yield, control cost, bean price and herbicide efficiency were used. Productivity's losses of bean grains due to the interference of alexander grass can be estimated satisfactorily by rectangular hyperbola model. The economic damage level values vary from 1.1 to 15.7 plants m<sup>-2</sup> of alexander grass. Bean's cultivars ANFC9, IAC Milênio and IPR Tangará have greater competitive ability with alexander grass than the cultivars IAC Imperador, IPR Curió, IPR Sábía and BRS Pérola.

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

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS .....	26

## INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura considerada agronomicamente como de ciclo curto, sendo essa, uma vantagem aos produtores que realizam a semeadura com a intenção de produzir outras cultura no mesmo ano ou safra agrícola. Desse modo o Brasil realiza a semeadura da cultura do feijoeiro em três épocas distintas, possibilitando assim uma oferta constante do grão durante o ano. O brasileiro possui em sua cultura o hábito do consumo deste grão e que, quase a totalidade da produção é destinada ao consumo interno (CONAB, 2022). A cultura do feijoeiro na safra 2021/2022 apresentou no Brasil produtividade média de 990 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que, inúmeros são os fatores que podem ocasionar esta baixa produtividade média de grãos (CONAB, 2022).

Para que a cultura do feijoeiro expresse seu máximo potencial produtivo, é necessário controlar os fatores limitantes, dentre os quais, destaca-se a competição por plantas daninhas (MARTINELLI et al., 2019). As plantas daninhas podem mobilizar grande quantidade de nutrientes e água do solo, além de outros recursos do meio, e reduzir, portanto, o que já é insuficiente para as plantas cultivadas (PARREIRA et al., 2014, VIECELLI et al., 2021). Além disso, a comunidade infestante pode liberar compostos alelopáticos no ambiente onde estão inseridas e serem responsáveis por danos indiretos como hospedeiras de doenças e insetos (GALON et al., 2018). A demais, plantas daninhas no final do ciclo do feijoeiro podem também depreciar os grãos colhidos e dificultar a colheita da cultura, seja mecânica ou manual (VIECELLI et al., 2021).

Por ser cultivado durante o ano todo, o feijoeiro sofre interferência de uma ampla variedade de plantas daninhas (OLIVEIRA, 2016). Dentre estas, destaca-se o papuã (*Urochloa plantaginea*), uma das principais plantas infestantes das lavouras na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil e que ocasiona elevados graus de prejuízo (KALSING e VIDAL, 2013). O papuã é uma gramínea pertencente à família Poaceae de metabolismo C4 e por isso, é uma espécie muito agressiva em relação a competição com a cultura pois apresenta rápido crescimento, infestando grandes áreas facilmente e, conseqüentemente apresentando capacidade de sombreamento (GALON et al., 2010; FRANCESCHETTI et al., 2019).

Dentre as tecnologias disponíveis para o controle de plantas daninhas na cultura do feijoeiro, o controle químico, através de herbicidas, é a alternativa utilizada na maioria das vezes pelos agricultores, devido à alta eficiência, eficácia, menor custo e maior rendimento operacional ao se, compar com outros métodos de manejo (CURY et al., 2011; GALON et al., 2017). Quando não se adota métodos de controle adequados e no período crítico de competição,

que vai dos 24 aos 50 dias após a emergência no Alto Uruguai do Rio Grande do Sul (FRANCESCHETTI et al. 2019) as plantas daninhas podem reduzir a produtividade do feijoeiro em mais de 70%, dependendo das características das espécies da cultivar semeada, das condições ambientais, da época e duração do período de convivência e competição entre as plantas (SOLTANI et al., 2018).

A cultura do feijoeiro tem limitada capacidade competitiva com a comunidade infestante, sendo que o grau de interferência depende da interação entre as plantas daninhas e a cultura, fatores ambientais e período de convivência (CASTRO et al, 2019). O conhecimento da capacidade competitiva das cultivares de feijão em relação às plantas daninhas é um meio para desenvolver estratégias de manejo mais sustentáveis, pois há variação na capacidade competitiva de cada cultivar, em razão de suas características morfológicas e fisiológicas específicas (VIDAL et al., 2010; KALSING e VIDAL 2013; AGOSTINETTO et al., 2013; PARREIRA et al., 2014; GALON et al., 2018).

Existem diversas formas para verificar a competição que existe entre plantas em uma comunidade. Uma destas é a equação não linear da hipérbole retangular, a qual relaciona as perdas de produtividade da cultura utilizando as variáveis densidade, massa seca, cobertura do solo e área foliar das plantas daninhas ao infestarem as culturas (AGOSTINETTO et al., 2010 ; KALSING e VIDAL, 2013; GALON et al., 2016).

Selecionar cultivares que apresentam maior capacidade competitiva frente às plantas daninhas pode ser uma estratégia de manejo para que a cultura tenha vantagens competitiva maior que as plantas daninhas na disputa pelos recursos do meio (CURY et al., 2013; GALON et al., 2017). O hábito de crescimento do feijoeiro pode interferir na sua capacidade competitiva, sendo que cultivares mais ramificadas apresentam uma melhor cobertura do solo, causando menor infestação da comunidade infestante em razão do sombreamento (TEIXEIRA et al., 2009; GALON et al., 2017). 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).

O manejo das plantas daninhas a partir da utilização do controle químico, através do uso de herbicidas quando for, embasado no conceito de nível de dano econômico (NDE) pode ocasionar menor uso desses produtos, menor contaminação ambiental e maior retorno econômico ao produtor. Ao se levar em conta o NDE para aplicação do herbicida tem-se a utilização da medida de controle somente quando o dano causado pelas plantas daninhas for superior ao custo do controle (AGOSTINETTO et al., 2010), a partir do conhecimento de grau de interferência das plantas daninhas sobre a cultura (ALVINO et al., 2011).

O nível de dano econômico depende de variáveis biológicas como o rendimento dos grãos da cultura, o percentual da perda de rendimento da cultura por unidade de planta daninha e a eficiência do herbicida, além de variáveis econômicas como o custo de controle das plantas daninhas e o preço do produto colhido (LINDQUIST e KROPFF, 1996; MACHADO et al., 2015). Para estimar o NDE utilizam-se geralmente equações de regressão ou funções de dano, devido a estas relacionarem perdas de produtividade das culturas com prováveis medidas de infestação de plantas daninhas na época do controle em pós-emergência (WEAVER, 1991; GALON et al., 2016).

Deste modo, conhecer a capacidade competitiva das cultivares de feijoeiro e a capacidade das plantas daninhas de interferir na colheita é de extrema importância para decidir qual método de manejo adotar, conhecendo o custo de controle, preço dos produtos escolhidos de acordo com o rendimento estimado da colheita, é possível determinar o NDE, ou seja, a densidade de plantas daninhas cuja interferência na colheita excederá o custo de controle e desta forma manter um sistema produtivo mais sustentável e eficiente.

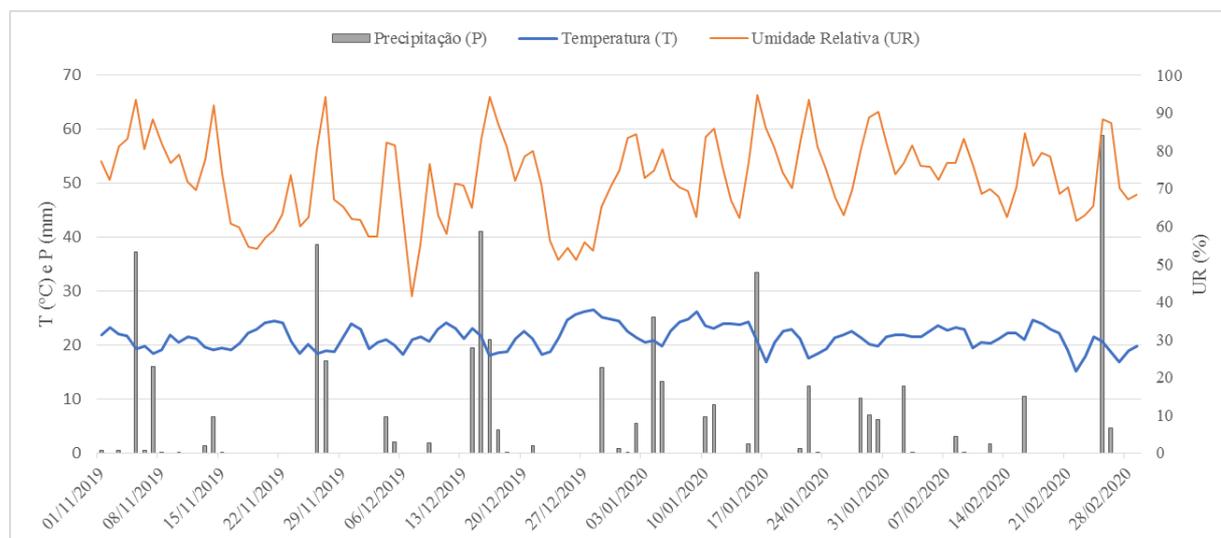
A hipótese da pesquisa é de que há diferença entre as cultivares de feijoeiro na presença do papuã e que isso altera o nível de dano econômico da cultura. Diante disso, objetivou-se com o trabalho estimar a interferência e determinar o nível de dano econômico de papuã infestante de cultivares de feijoeiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, no ano agrícola 2019/20, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (Santos et al., 2018). A adubação de manutenção foi realizada conforme análises físico-químicas e seguindo-se as recomendações para a cultura do feijoeiro (CQFS - RS, 2016). As características físico-químicas da área, observadas na análise de solo foram: pH em água de 4,7; MO = 3,04%; P = 10,05 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,66 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 5,8 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 4,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTCefetiva = 9,9 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTCpH7 = 16,77 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al = 6,21 cmolc dm<sup>-3</sup>; Saturação de bases = 62,97% e Argila = 64%.

De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é classificado como tipo fundamental C, sobtipo fa, caracterizado como subtropical úmido, sem estação seca definida, como a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, temperatura média anual de 18,2°C e precipitação média anual de 1869 mm (CEMETRS, 2012). O local está situado na região fisiográfica do Alto Uruguai, do Rio Grande do Sul, Brasil, a altitude de 760 m. As condições

de clima como temperatura, precipitação e umidade relativa do ar estão representadas na Figura 1.



**Figura 1.** Temperatura média (°C), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) durante o período de condução do experimento de novembro de 2019 a fevereiro de 2020. UFFS/Erechim/RS, 2019/20. Fonte: INMET (2022).

O método de cultivo adotado foi o sistema de plantio direto na palha formada por aveia-preta + ervilhaca ( $4\text{-}6\text{ t ha}^{-1}$ ), dessecando-se a área com glyphosate ( $1080\text{ g ha}^{-1}$  de equivalente ácido) antes da semeadura. O delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado, sem repetição. Nesta pesquisa, as diferentes densidades de papuã funcionaram como repetições, proporcionando a variância necessária para as análises estatísticas pelo modelo não-linear proposto por Cousens (1985). Cada unidade experimental (parcela) foi composta por área de  $15,0\text{ m}^2$  ( $3,0 \times 5,0\text{ m}$ ), sendo a semeadura realizada em 6 linhas, com 5 m de comprimento e espaçadas a 0,50 m em 11/11/2019. A densidade de semeadura das cultivares de feijoeiro foi de 1 semente por  $\text{m}^2$  ou aproximadamente  $280.000$  sementes por  $\text{ha}^{-1}$ .

Os tratamentos foram constituídos pelas sete cultivares de feijoeiro do tipo carioca (IAC, Imperador, IPR Curió, ANFC9, IAC Milênio, IPR Tangará, IPR Sabiá e BRS Pérola) e 12 densidades de papuã (0, 56, 56, 80, 96, 108, 292, 292, 300, 380, 480 e 560; 0, 28, 40, 60, 60, 68, 68, 68, 80, 160, 180 e 200; 0, 60, 68, 116, 160, 160, 200, 280, 300, 340, 368 e 480; 0, 28, 32, 44, 48, 88, 128, 140, 148, 180, 184 e 232; 0, 20, 52, 60, 64, 68, 100, 108, 116, 148, 160 e 240; 0, 40, 60, 68, 80, 92, 104, 112, 128, 148, 280 e 340; 0, 28, 40, 56, 68, 80, 84, 128, 160, 168, 180 e 184 plantas  $\text{m}^{-2}$ ) para cada cultivar testada, respectivamente. Em razão do papuã ser proveniente do banco de sementes do solo, o estabelecimento das densidades foi variado, pois fatores como infestação, vigor, umidade, entre outros, impedem que se estabeleça exatamente o mesmo número de plantas por área (unidade experimental).

As densidades da planta daninha foram estabelecidas a partir do banco de sementes do solo, pela aplicação do herbicida fluazifop-p-butyl ( $187,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), quando a cultura se encontrava com 3 trifólios e a planta daninha, no estágio de 4 folhas a 1 perfilho. A época foi escolhida em razão de ser a mais adequada para a aplicação de herbicidas em pós-emergência. As plantas de papuã foram protegidas com copos plásticos, para que não sofressem injúrias do herbicida. As demais plantas daninhas remanescentes nas unidades experimentais não objeto de estudo foram controladas por monda.

Quando o feijoeiro estava no estágio V3 efetuou-se aplicação nitrogenada em cobertura, na forma de ureia de acordo com a análise química do solo e com a expectativa de rendimento da cultura do feijoeiro era de  $2.400 \text{ kg/ha}$ . Todas as demais práticas de manejo utilizadas foram àquelas recomendadas pela pesquisa para a cultura do feijoeiro do tipo carioca (CTSBF, 2012).

A quantificação da densidade das plantas (DP), área foliar (AF), cobertura do solo (CS) ou massa seca da parte aérea (MS) de papuã foram realizadas aos 35 dias após a emergência (DAE) da cultura. Para determinação da variável DP, foram realizadas contagens das plantas presentes em duas áreas de  $0,25 \text{ m}^2$  ( $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ ) por unidade experimental. A CS por plantas de papuã foi avaliada visualmente, de modo individual por dois avaliadores, utilizando-se escala percentual, na qual a nota zero corresponde à ausência de CS e a nota 100 representa cobertura total do solo. A quantificação da AF da planta competidora foi efetuada com um integrador eletrônico de AF portátil, modelo CI-203 CID Bio-Science, mensurando-se todas as plantas em uma área de  $0,25 \text{ m}^2$  por parcela. Após a determinação da AF as plantas foram dispostas em sacos de papel *kraft* e levadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de  $60 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  até se atingir massa constante para a determinação da MS das plantas de papuã ( $\text{g m}^{-2}$ ).

A quantificação da produtividade de grãos de feijão foi obtida pela colheita das plantas em área útil de  $6,0 \text{ m}^2$  de cada unidade experimental, quando o teor de umidade dos grãos atingiu aproximadamente 18%. Após pesagem dos grãos, foi determinada sua umidade e, posteriormente, as massas foram uniformizadas para 12% de umidade. Com os dados da produtividade de grãos, foram calculadas as perdas percentuais em relação às parcelas mantidas sem infestação (testemunhas), de acordo com a Equação 1:

$$\text{Perda (\%)} = \left( \frac{Ra - Rb}{Ra} \right) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde: *Ra* e *Rb*: produtividade da cultura sem ou com presença da planta competidora, papuã, respectivamente.

Anteriormente à análise dos dados, os valores de CS (%), AF (cm<sup>2</sup>) ou MS (g m<sup>-2</sup>) foram multiplicados por 100, dispensando-se assim o uso do fator de correção no modelo (AGOSTINETTO et al., 2010).

As relações entre perdas percentuais de produtividade do feijoeiro em função das variáveis explicativas foram calculadas separadamente para cada cultivar, utilizando-se o modelo de regressão não linear derivada da hipérbole retangular, proposta por Cousens em 1985, conforme a Equação 2:

$$P_p = \frac{(i * X)}{(1 + (\frac{i}{a}) * X)} \quad \text{Equação 2}$$

Onde: P<sub>p</sub> = perda de produtividade (%); X = densidade de plantas, cobertura do solo, área foliar ou massa seca da parte aérea das plantas de papuã; i e a = perdas de produtividade (%) por unidade de plantas de papuã quando o valor da variável se aproxima de zero e quando tende ao infinito, respectivamente. Para o procedimento de cálculos, foi utilizado o método de Gauss-Newton, o qual, por sucessivas iterações, estima os valores dos parâmetros, nos quais a soma dos quadrados dos desvios das observações, em relação aos valores ajustados, seja mínima (RATKOWSKY, 1983). O valor da estatística F (p≤0,05) foi utilizado como critério de análise dos dados ao modelo. O critério de aceitação do ajuste dos dados ao modelo baseou-se no maior valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e no menor valor do quadrado médio do resíduo (QMR).

Para o cálculo do nível de dano econômico (NDE) foi utilizado as estimativas do parâmetro *i* obtidas a partir da Equação 2 (COUSENS, 1985), e a Equação adaptada de Lindquist & Kropff (1996) – Equação 3:

$$NDE = \frac{(Cc)}{(R * P * (\frac{i}{100}) * (\frac{H}{100}))} \quad \text{Equação 3}$$

onde: NDE = nível de dano econômico (plantas m<sup>-2</sup>); Cc = custo do controle (herbicida e aplicação terrestre tratorizada, em dólares ha<sup>-1</sup>); R = produtividade de grãos de feijão carioca (kg ha<sup>-1</sup>); P = preço do feijão carioca (dólares kg<sup>-1</sup> de grãos); i = perda (%) de produtividade do feijão carioca por unidade de planta competidora quando a densidade de plantas se aproxima de zero e H = nível de eficiência do herbicida (%).

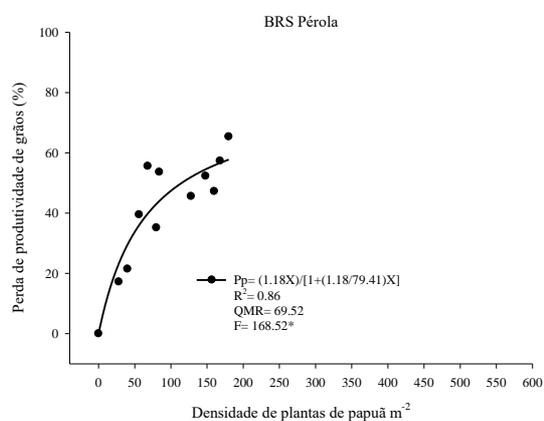
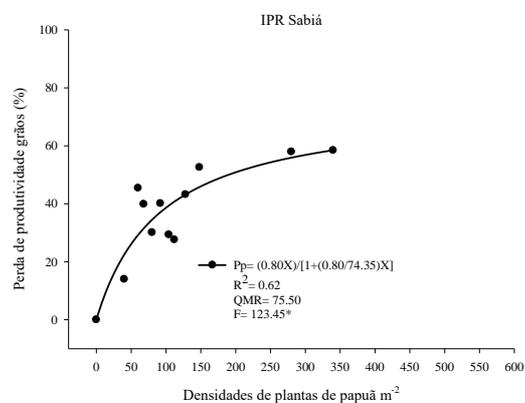
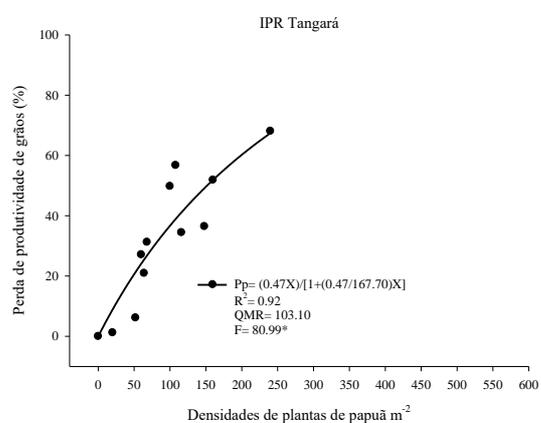
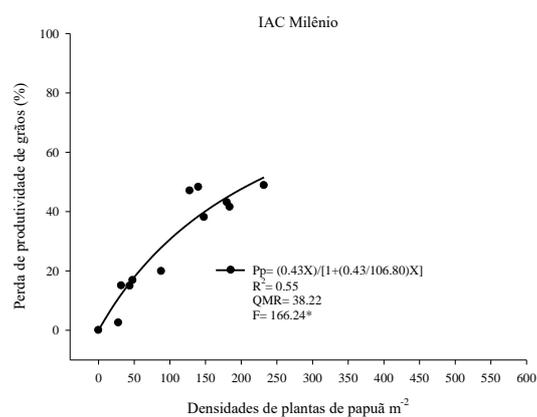
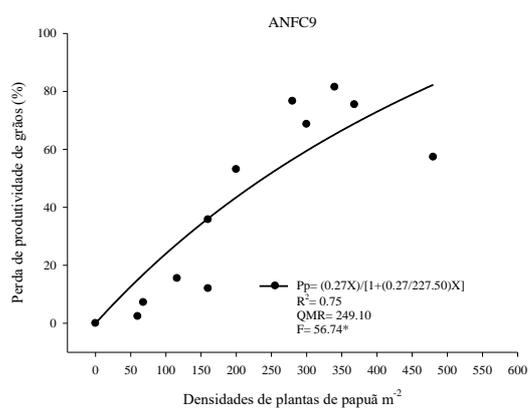
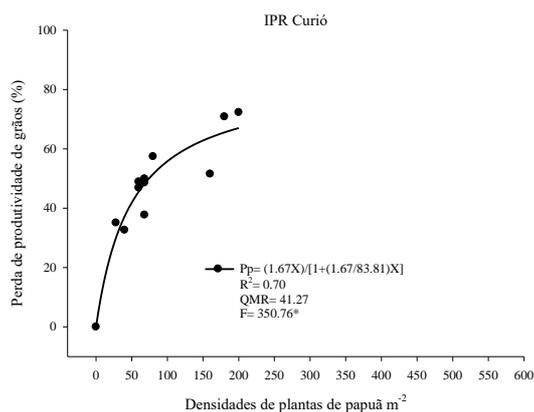
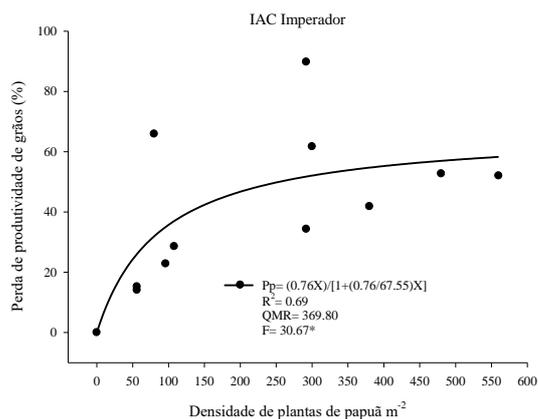
Para as variáveis Cc, R, P e H (Equação 3) foram estimados três valores ocorrentes nos últimos 10 anos. Assim, para o custo de controle (Cc), considerou-se o preço médio, sendo o custo máximo e mínimo alterados em 25%, em relação ao custo médio. A produtividade de grãos de feijão (R) foi baseada na menor, média e maiores obtidas no Brasil nos últimos 10

anos. O preço do produto (P) foi estimado a partir do menor, médio e maior preço do feijão carioca pagos por saca de 60 kg, nos últimos 10 anos. Os valores para a eficiência do herbicida (H) foram estabelecidos na ordem de 80, 90 e 100% de controle, sendo 80% o controle mínimo considerado eficaz da planta daninha. Para as simulações de NDE foram utilizados os valores intermediários para as variáveis que não estavam sendo objeto de cálculo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis explicativas DP, AF, CS e MS do papuã avaliadas para a perda de produtividade nas cultivares de feijoeiro do tipo carioca (IAC, Imperador, IPR Curió, ANFC9, IAC Milênio, IPR Tangará, IPR Sabiá e BRS Pérola) apresentaram valores da estatística F significativos (Figuras 2, 3, 4 e 5). Para todas as cultivares de feijoeiro estudadas o modelo da hipérbole retangular ajustou-se adequadamente aos dados, apresentando valor médio do  $R^2$  para a DP, CS, AF e MS superior a 0,55 e baixo QMR, o que caracteriza bom ajuste dos dados ao modelo. De acordo com Cargnelutti Filho; Storck (2007), ao trabalharem com variação genética, efeito de cultivares e a herdabilidade de híbridos de milho, consideraram como moderados a bom os valores de  $R^2$  entre 0,57 a 0,66; o que corrobora, em parte com os resultados encontrados no presente estudo.

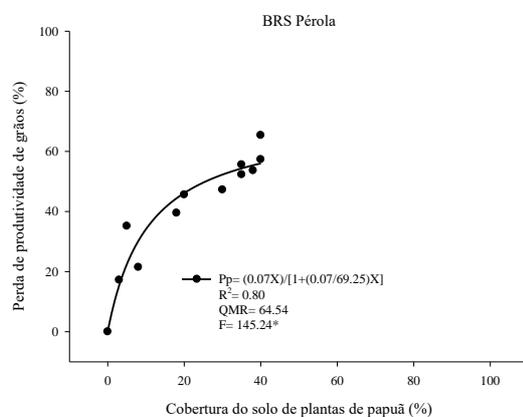
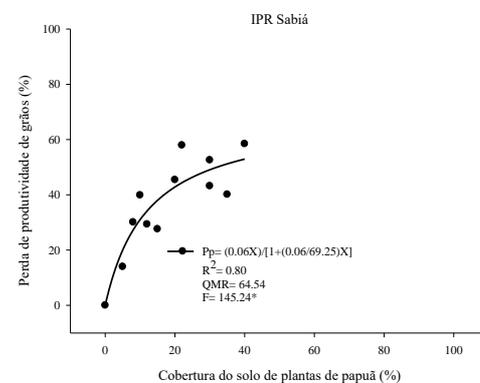
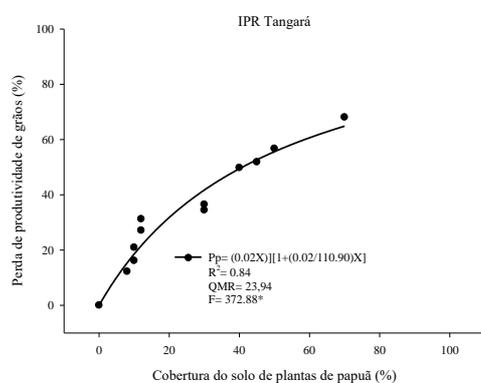
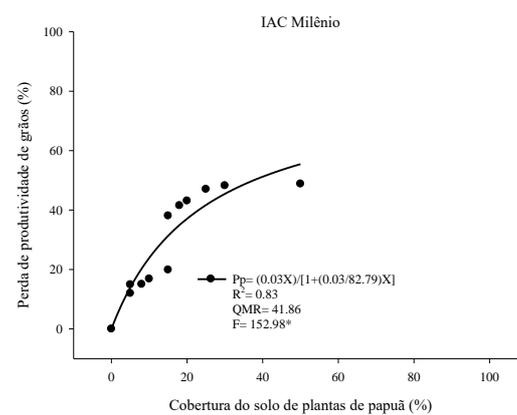
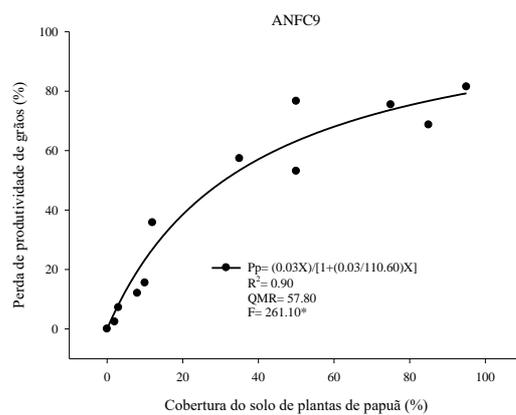
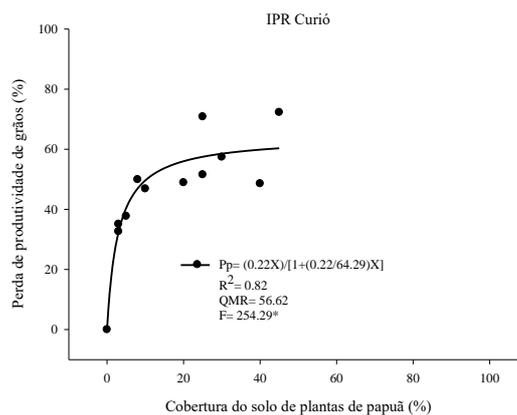
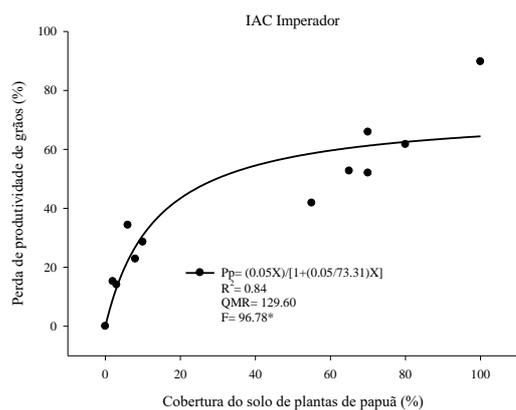
O papuã causou interferência nas cultivares de feijoeiro estudadas (Figuras 2, 3, 4 e 5). Observou-se que a perda de produtividade das cultivares de feijoeiro em função da DP de papuã, foi maior para as cultivares IAC Imperador, IPR Curió, IPR Sábida e BRS Pérola, onde 100 plantas  $m^{-2}$  do competidor e causou perdas superiores a 40% (Figura 2). Essa diferença observada entre as cultivares se deve as características genéticas diferenciadas que as mesmas apresentam que altera a capacidade de competição quando na presença do papuã, como índice de área foliar, arquitetura de plantas, volume radicular, estatura, biomassa, dentre outro. Galon et al. (2016) também encontraram diferenças ao estudarem cultivares de feijão do tipo preto em competição como o picão-preto (*Bidens pilosa*), sendo a BRS Supremo a mais afetada negativamente na presença da planta daninha ao ser comparada com as demais (IPR Uirapuru, BRS Campeiro, Fepagro 26, BRS Esplendor e IPR Tuiuiú).



**Figura 2.** Perda de produtividade (PP) de cultivares de feijoeiro em função da densidade de papuã aos 35 dias após a emergência.  $R^2$ = Coeficiente de determinação; QMR: quadrado médio do resíduo; \* Significativo a  $p \leq 0,05$ . UFFS, Campus Erechim.

O feijoeiro está enquadrado no grupo de culturas agrícolas que menos sombreiam o solo, apresentando assim baixa capacidade competitiva, e intensa interferência de plantas daninhas (CASPER e JACKSON, 1997). Parreira et al. (2014) afirmam que as plantas cultivadas têm menor capacidade competitiva, devido ao processo de melhoramento pelo qual passaram, e como consequência, apresentam menor tolerância aos efeitos da competição, como é o caso do feijoeiro, onde o papuã é mais competitivo que a cultura.

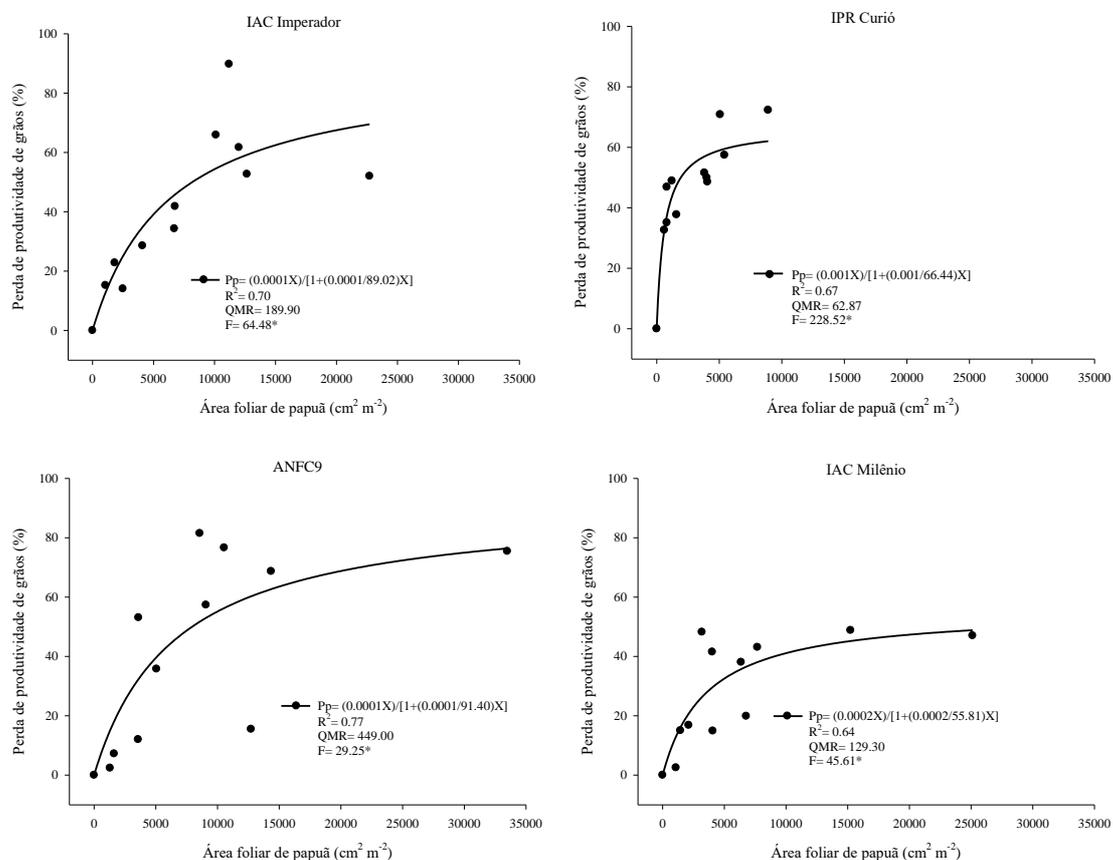
Na Figura 3 a cobertura de 20% do solo pelas plantas de papuã causaram perda de produtividade superior a 20% nas cultivares de feijoeiro. No entanto, para as cultivares IPR Curió e BRS Pérola essa mesma porcentagem de cobertura causou perdas de produtividades em 50%. Esses fatos demonstram a elevada capacidade de crescimento e desenvolvimento que as plantas daninhas apresentam e assim apresentam maior competição na presença das culturas. Santos et al. (2006) e Teixeira et al. (2009) afirmam que a competição entre a planta daninha e a cultura afeta ambas, porém a espécie daninha quase sempre supera as plantas cultivadas pela maior agressividade dessas, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo. Cury et al. (2011) relatam que a *Brachiaria plantaginea* e *Amaranthus spinosus* apresentam um grande potencial agressivo, quando em competição com plantas de feijoeiro, fazendo com que sejam afetados negativamente o acúmulo e a distribuição de massa seca em todos os componentes vegetativos da cultura.

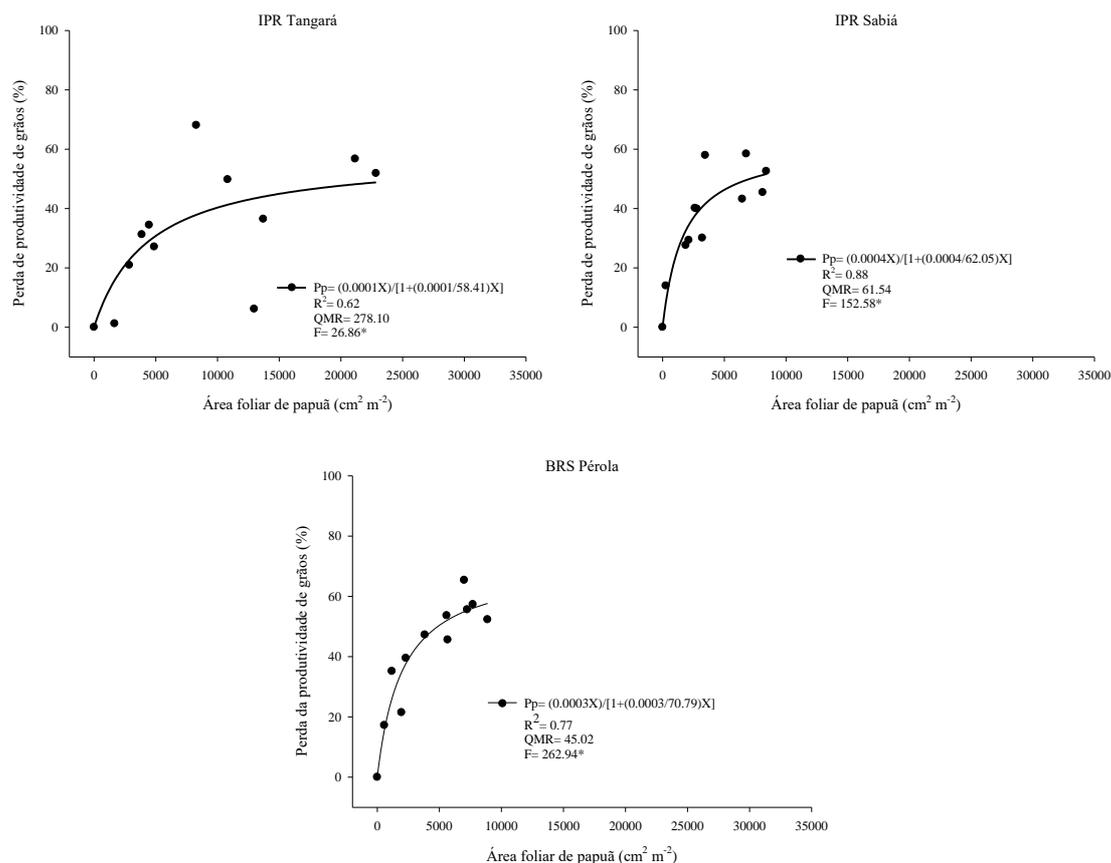


**Figura 3.** Perda de produtividade (PP) de cultivares de feijoeiro em função da cobertura do solo de papuã aos 35 dias após a emergência.  $R^2$ = Coeficiente de determinação; QMR: quadrado médio do resíduo; \* Significativo a  $p \leq 0,05$ .

Manabe et al. (2015) também afirmam que as plantas daninhas interferem de modo negativo no desenvolvimento da cultura do feijoeiro, sendo que a *U. plantaginea* tem metabolismo C4 e apresenta com maior capacidade de aproveitamento dos recursos disponíveis, desde modo se mostram mais competitivas. (Wang et al., 2018).

As perdas de produtividade na cultivares de feijoeiro em função da área foliar AF do papuã foram maiores nas cultivares IAC Imperador, IPR Curió, ANFC9, IPR Sabiá e BRS Pérola, onde estas chegaram á 70, 60, 70, 50 e 55% respectivamente (Figura 4). Apesar da cultura do feijoeiro apresentar um rápido crescimento e fechamento do dossel, o papuã apresenta grande capacidade de perfilhamento bem como de competição, fazendo com que o mesmo se sobressaia em relação a cultura. As plantas daninhas apresentam maior capacidade competitiva do que as culturas, quando estas estão em grandes densidades e não de forma individual (AGOSTINETTO et al., 2013; GALON et al., 2015).



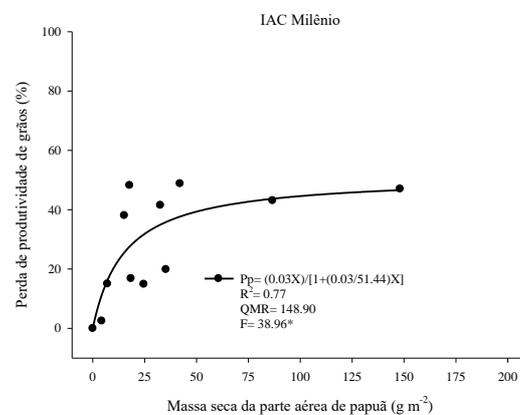
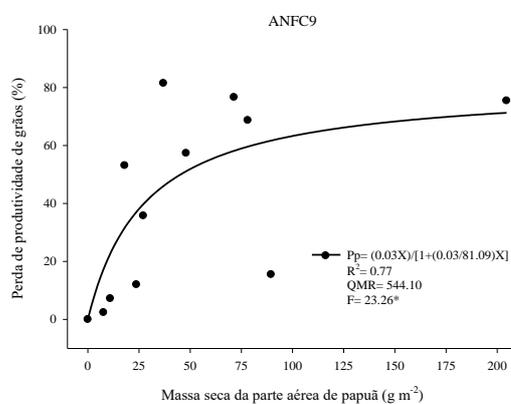
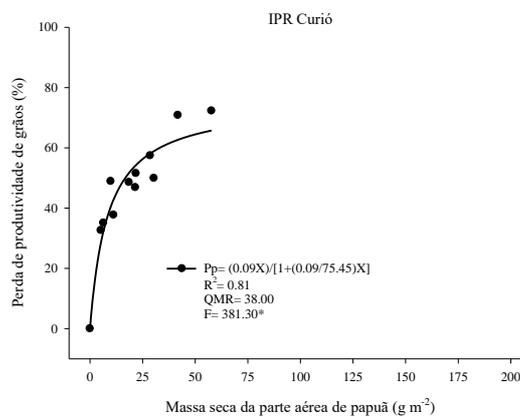
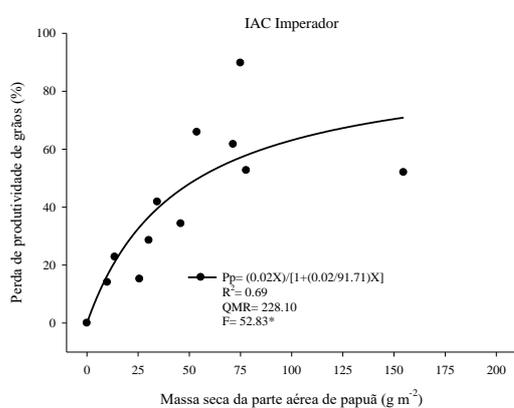


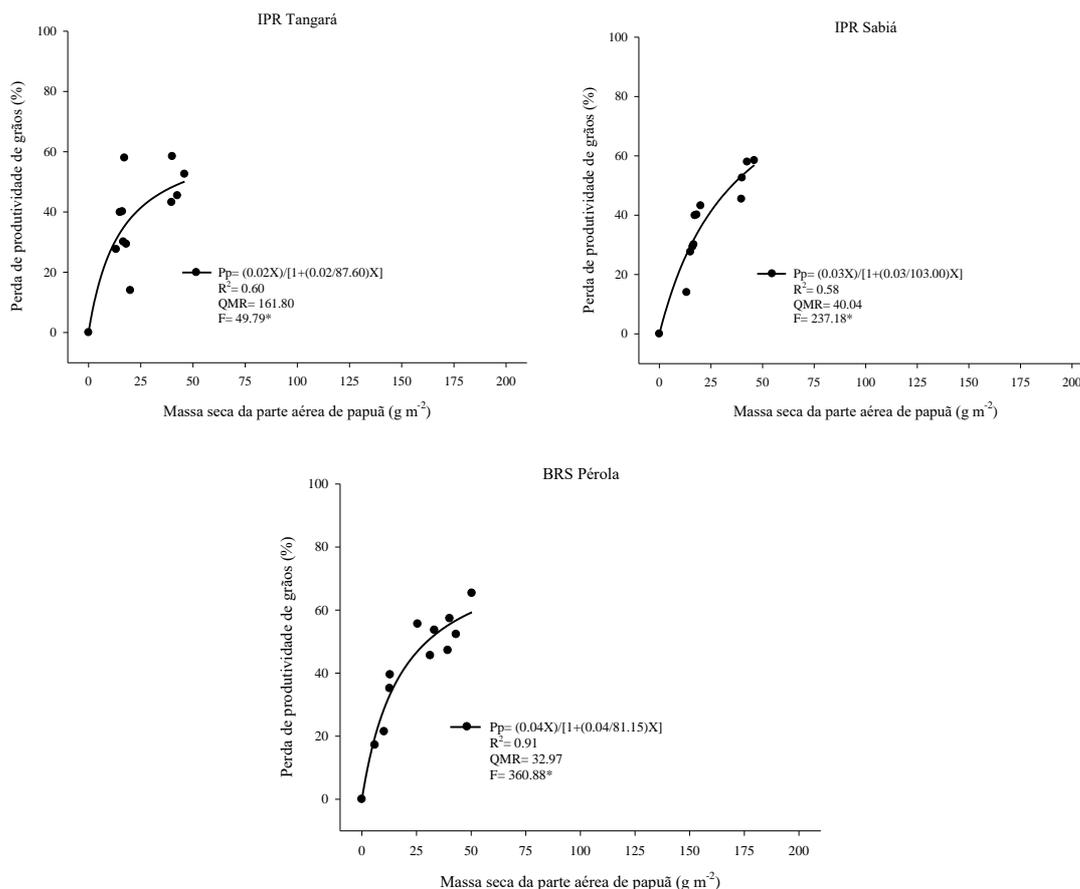
**Figura 4.** Perda de produtividade (PP) de cultivares de feijoeiro em função da área foliar de papuã aos 35 dias após a emergência.  $R^2$  = Coeficiente de determinação; QMR: quadrado médio do resíduo; \* Significativo a  $p \leq 0,05$ .

Na Figura 5 observou-se que todas as cultivares sofreram perda de produtividade em função do acúmulo da MS da parte aérea do papuã, com maiores perdas para a IAC Imperador, IPR Curió e ANFC9, sendo essas superiores a 60%. Lage et al. (2017) observaram que as plantas de picão-preto e papuã quando em convivência com plantas de feijoeiro-afetaram o crescimento e desenvolvimento da cultura, o que se assemelha ao verificado no presente estudo.

Scholten et al. (2011) também relatam que conforme a comunidade de papuã -aumenta em acúmulo de massa seca ocorre redução da massa seca da cultura, resultados estes que corroboram com o presente estudo. Kalsing e Vidal (2013) constataram que cultivares de feijoeiro ao competirem com o papuã apresentaram comportamento diferenciado e que isso pode estar relacionado com as características intrínsecas de cada cultivar. A supressão precoce das plantas daninhas na cultura do feijoeiro evita perdas de rendimento de grãos da cultura (STAGNARI e PISANTE, 2011). Bianchessi. (2018) também observaram que o papuã é mais

competitivo que o feijoeiro e que ele causa prejuízos a cultura, sendo recomendado o controle mesmo quando aparecer em baixas densidades de plantas.





**Figura 5.** Perda de produtividade (PP) de cultivares de feijoeiro em função da massa seca da parte aérea de papua aos 35 dias após a emergência.  $R^2$  = Coeficiente de determinação; QMR: quadrado médio do resíduo; \* Significativo a  $p \leq 0,05$ .

Para comparar a competitividade relativa entre espécies, DIELEMAN et al., (1995) utilizaram o parâmetro  $i$ , desse modo observou-se valores diferenciados para a cultivar ANFC9, onde essa demonstrou menor valor do parâmetro. As estimativas do parâmetro  $a$  foram superestimadas pelo modelo, com perdas de produtividades superiores a 100% para as cultivares ANFC9, IAC Milênio e IPR Tangará, esses resultados podem ser decorrentes das maiores densidades de papua terem sido insuficientes para estimar adequadamente a perda máxima de produtividade. Galon et al. (2016) também encontraram resultados semelhantes aos observados nesse estudo ao testarem o efeito de cultivares de feijoeiro do tipo preto em competição com picão-preto.

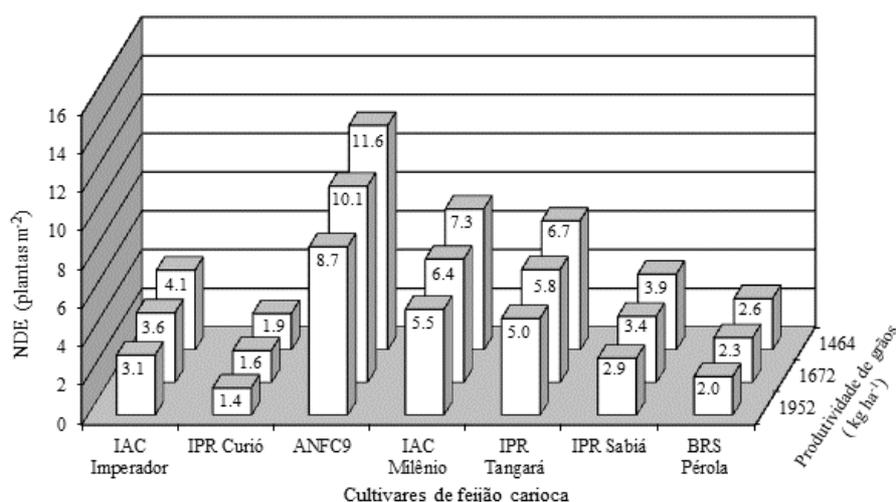
A existência de diferenciação entre cultivares em sua capacidade competitiva nas lavouras quando há presença de plantas daninhas foi relatada por muitos pesquisadores, onde esses fatos podem ser atribuídos ao conjunto de características morfofisiológicas que são inerentes as culturas (BARROSO et al., 2010; PARREIRA et al., 2014; GALON et al., 2016).

Considerando a produtividade média do feijão carioca que gira em torno de  $1672 \text{ kg ha}^{-1}$ , o preço médio da saca de 60 kg com valor de 26,6 dólares e o custo de controle de 21,9 dólares  $\text{ha}^{-1}$ , pode-se inferir que o custo de controle representa em média 2,95% da produtividade de grãos (Figuras 6, 7, 8 e 9). Levando-se em conta uma planta de papuã  $\text{m}^{-2}$  não se justifica o controle, pois o custo é maior do que o retorno econômico que proporcionará à cultura, isso se dá para todas as cultivares de feijoeiro do tipo carioca avaliadas.

A simulação dos valores de nível de dano econômico – NDE foi realizada utilizando-se a variável explicativa DP do papuã, devido a esta apresentar melhor ajuste ao modelo da hipérbole retangular, conforme proposto também por Galon et al. (2007).

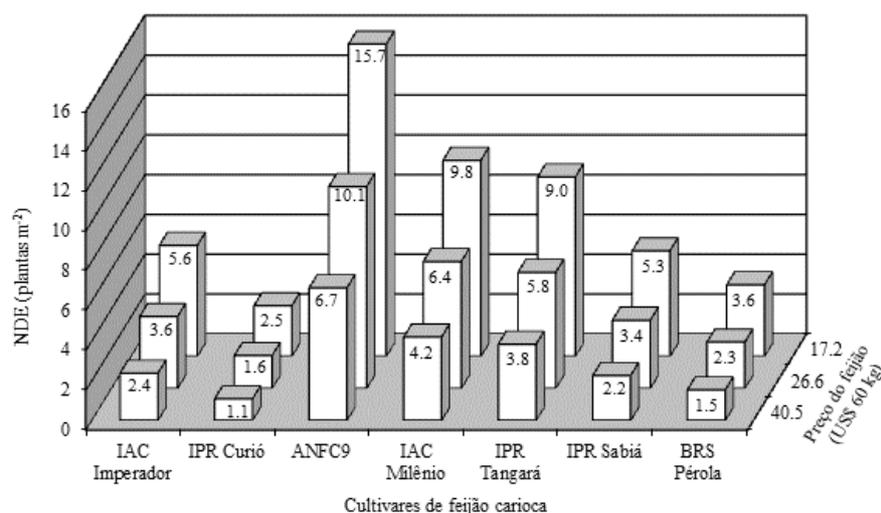
O aumento do potencial de produtividade da cultura do feijoeiro e do preço a ser recebido pelo produto colhido resulta em redução nos valores de NDE. Os menores valores de NDE obtidos para a produtividade de grãos foi da cultivar IPR Curió e da BRS Pérola, isso se deve pelo fato dessas cultivares apresentarem ciclo mais curto, menor índice de área foliar e estatura de plantas, permitindo uma maior entrada de luz e consequentemente maior desenvolvimento do papuã.

Na média de todas as cultivares e comparando-se a menor com a maior produtividade de grãos, observou-se diferença no NDE na ordem de 25% (Figura 6). Desse modo quanto mais elevado for o potencial produtivo das cultivares, menor será a densidade de plantas de papuã necessária para superar o NDE, sendo compensatória adoção de medidas de controle da planta daninha-(Figura 5). Esse fato também foi relatado por Galon et al. (2016) ao estimar o NDE de cultivares de feijoeiro do tipo preto na presença de picão-preto.



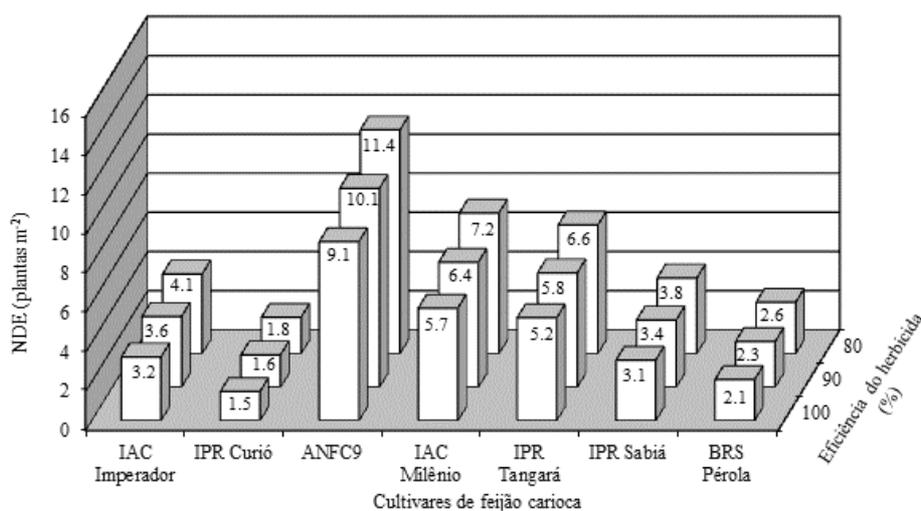
**Figura 6.** Nível de dano econômico (NDE) para feijoeiro em função da produtividade de grãos, densidade de papuã e cultivares de feijoeiro do tipo carioca.

Os resultados médios de todas as cultivares, do maior contra o menor preço pago por saca de feijão, verificou-se variação de 2,35 vezes maior no valor do NDE (Figura 7). Portanto, quanto menor o preço pago pela saca de feijão, maior será a DP de papuã necessária para ultrapassar o NDE e assim compensar o método de controle. Dados esses que são similares aos encontrados por Galon et al. (2016), onde para cultivares de feijoeiro do tipo preto (IPR Uirapuru, BRS Supremo, BRS Campeiro, Fepagro 26, BRS Esplendor e IPR Tuiuiú) competindo com picão-preto encontraram variação nos valores de NDE de 3,9 vezes.



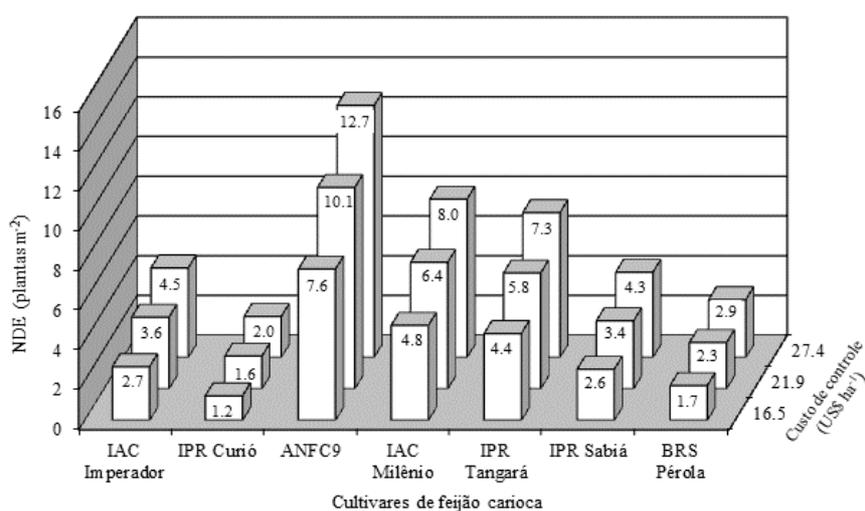
**Figura 7.** Nível de dano econômico (NDE) para feijoeiro em função do preço do feijão, densidade de papuã e cultivares de feijoeiro do tipo carioca.

Em relação a eficiência do método químico de controle com uso de herbicida, observou-se que a eficiência média (90%) ao se comparar com a menor (80%) ou a maior (100%) tem-se alterações do NDE de 11,40 e 6,25 %, respectivamente (Figura 8). Fato esse também relatado por Galon et al. (2016) ao trabalharem com diferentes cultivares de feijoeiro na presença de picão-preto.



**Figura 8.** Nível de dano econômico (NDE) para feijoeiro em função da eficiência do herbicida, densidade de papuã e cultivares de feijoeiro do tipo carioca.

Para o custo médio de controle de papuã em todas as cultivares, verificou-se que foi 39,78% menor o custo mínimo ao se comparar com o custo máximo (Figura 9). Desta maneira quanto maior for o custo do método de controle, maiores são os NDE e mais plantas de papuã m<sup>-2</sup> são necessárias para justificar as medidas de controle.



**Figura 9.** Nível de dano econômico (NDE) para feijoeiro em função do custo de controle, densidade de papuã e cultivares de feijão do tipo carioca.

Os valores de NDE para *Brachiaria brizantha* variam de acordo com os cultivares de cana-de-açúcar (TIRONI et al., 2016), dados esses que corroboram com os encontrados nesse estudo. Ressalta-se que cada vez mais são necessárias técnicas alternativas de manejo de plantas daninhas para se obter melhores produtividades, maiores lucratividades e a produção de um

alimento mais saudável com menor quantidade resíduo de herbicidas presente nos grãos (MATLOOB et al., 2020). O NDE pode representar uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisão no controle de plantas daninhas, visto que seu uso está ligado a outras práticas culturais, como fertilização adequada, rotação de culturas, densidade de plantas, arranjo adotado com as culturas, cultivares mais competitivas, dentre outras (TAVARES et al., 2019).

## **CONCLUSÃO**

As perdas de produtividade dos grãos de feijoeiro devido à interferência do papuã podem ser estimadas de forma satisfatória pelo modelo de hipérbole retangular para as variáveis densidade de plantas, cobertura do solo, área foliar e massa seca da parte aérea da planta daninha.

Os valores de nível de dano econômico variam de 1,1 a 15,7 plantas de papuã m<sup>-1</sup>.

As cultivares de feijão ANFC9, IAC Milênio e IPR Tangará apresentam maior habilidade competitiva com o papuã do que as cultivares IAC Imperador, IPR Curió, IPR Sábida e BRS Pérola.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), pelo auxílio financeiro à pesquisa (FINEP) e pelas concessões de bolsas .

## REFERÊNCIAS

- ALVINO, C.A. et al. Interferência e controle de plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Planta Daninha**. 2011.
- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha**, v. 28, número especial, p. 993-1003, 2010.
- 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.
- BARROSO, A. A. M. et al. Interferência entre espécies de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, n.3, p. 609-616, 2010.
- 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.
- CARGNELUTTI FILHO A.; STORCK L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.1, p.17-24, 2007.
- CASPER, B. B.; JACKSON, R. B. Plant competition underground. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 545-570, 1997.
- CASTRO, T. S.; ROCHA, P. R. R.; BARRETO, G. F.; MAIA, S. S.; ALBUQUERQUE, J. A.A.; ALVES, J. M. A. Weed Interference in Semi-Erect and Semi-Prostrate Cowpea Cultivars. **Planta Daninha**, v. 37, n. e019196146, p. 1-9, 2019.
- COBUCCI, T. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto. **Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 56p, 1999.
- 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.
- COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO - CTSBF. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. 2ª.ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. Acompanhamento safra brasileira de grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-66, maio 2020.
- COUSENS, R. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. **Journal of Agricultural Science**, v.105, n.3, p.513-521, 1985.
- 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.

CURY, J. P. et al. Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 31, n.1, p. 79-88, 2013.

DIELEMAN, A.; HAMILL, A.S.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Empirical models of pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v.43, n.4, p.612-618, 1995.

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.

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. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.709-718, 2007.

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. Competitividade relativa de cultivares de arroz irrigado com *Aeschynomene denticulata*. **Bragantia**, v. 74, n.1, p. 67-74, 2015.

GALON, L. et al. Interference and economic threshold level for control of beggartick on bean cultivars. **Planta Daninha**, v. 34, n.3, p. 411-422, 2016.

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 interaction between common black bean cultivars and *Euphorbia heterophylla*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 254-260, 2018a.

GALON, L. et al. Competitive interaction between sweet sorghum with weeds. **Planta Daninha**, v36:e018173689, 2018b.

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

KOZLOWSKI, L. A. et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.213-220, 2002.

LAGE, P. et al. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n.3, p. 61-68, 2017.

LINDQUIST, J.L.; KROPFF, M.J. Application of an ecophysiological model for irrigated rice (*Oryza sativa*) - *Echinochloa* competition. **Weed Science**, v.44, n.1, p.52-56, 1996.

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

MATLOOB, A. et al. Challenges and prospects for weed management in Pakistan: A review. **Crop Protection**, p. 104724, 2019.

OLIVEIRA, S. C. et al. Period of weed interference in bean with nitrogen fertilizer. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 381, 2019.

PARREIRA, M. C. et al. Comparação entre métodos para determinar o período anterior à interferência de plantas daninhas em feijoeiros com distintos tipos de hábitos de crescimento. **Planta Daninha**, v. 32, n.4, p. 727-738, 2014.

PROCÓPIO, S. O. et al. Tolerância de cultivares de feijão ao s-metolachlor em diferentes condições de aplicação. **Planta Daninha**, v. 19, n.2, p. 263-271, 2001.

RATKOWSKY, D.A. **Nonlinear regression modeling: a unified practical approach**. New York: Marcel Dekker, p.135-154, 1983.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.; BORÉM, A. (Eds). **Feijão**. 2. ed. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 41-65.

Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumbreiras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Araújo Filho, J.C.; Oliveira, J.B.; Cunha, T.J.F. **Brazilian soil classification system**. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p

SCHOLTEN, R. et al. Período anterior à interferência das plantas daninhas para a cultivar de feijoeiro'Rubi'em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n.2, p. 313-320, 2011.

SOLTANI, N et al. Potential Yield Loss in Dry Bean Crops Due to Weeds in the United States and Canada. **Weed Technolgy**. v. 32. n. 3. p. 342–346. 2018.

STAGNARI, F.; PISANTE, M. The critical period for weed competition in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in mediterranean areas. **Crop protection**, v. 30, n.2, p. 179-184, 2011.

TAVARES, L. C. et al. Critérios para tomada de decisão e nível de dano econômico de nabo na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 37, p. 019178898, 2019.

TEIXEIRA, I. R. et al. Competição entre feijoeiros e plantas daninhas em função do tipo de crescimento dos cultivares. **Planta Daninha**, v. 27, n.2, p. 235-240, 2009.

TIRONI, S. P. et al. Nível de dano econômico de braquiária sobre cultivares de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 34, n.4, p. 649-656, 2016.

TREZZI, M. M. et al. Bioensaios para identificação de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência múltipla a inibidores da ALS e da PROTOX. **Planta Daninha**, v. 24, n.3, p.563-571, 2006.

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.

VIECELLI, M. et al. Morph physiological characteristics of Brazilian bean genotypes related with sulfentrazone tolerance. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.56, n.8, p. 1-16, 2021.

WEAVER, S. E. Size-dependent economic thresholds for three broadleaf weed species in soybeans. **Weed Technology**, v.5, n.3, p. 674-679, 1991.

WANG C. et al. Systematic Comparison of C3 and C4 Plants Based on Metabolic 492 Network Analysis. **BMC Systems Biology** . 2018; 6:1-14.