

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DENISE ROBERTA RADER

**PERDAS POR INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO DE SOJA VOLUNTÁRIA
SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO**

PATO BRANCO

2021

DENISE ROBERTA RADER

**PERDAS POR INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO DE SOJA VOLUNTÁRIA
SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO**

Interference losses and voluntary soy damage e level on the bean crop

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Michelangelo Muzell Trezzi

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DENISE ROBERTA RADER

**INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO DE SOJA VOLUNTÁRIA SOBRE A
CULTURA DO FEIJÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia do Curso de Agronomia
do *Campus* Pato Branco da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22/novembro/2021

Michelangelo Muzzel Trezzi
Doutorado em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paulo Henrique de Oliveira
Doutorado em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daiani Brendler
Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental
Programa de Pós-Graduação em Agronomia PPGAG-PB UTFPR - Doutoranda

PATO BRANCO

2021

Dedico este trabalho à minha família,
pelos momentos de suporte e pelo
incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por sempre incentivarem ao estudo e a formação, mesmo não possuindo condições financeiras privilegiadas, sempre fizeram o possível para que nunca nos faltasse nada e priorizam a educação e os bons costumes para a formação de um bom cidadão. Conhecimento engrandece a alma.

À minha irmã por incentivar a leitura e o estudo desde a infância e que, ocupando o posto de irmã mais velha, ajudou em minha criação.

Agradeço também a minha avó Laura e meu avô Albino (em memória) pelas boas recordações de infância. Um agradecimento especial ao meu tio Wanderlei que sempre manteve contato próximo e que, na ânsia de colaborar de alguma forma, juntava moedas em uma garrafa e me entregava todo mês.

Não poderia jamais deixar de agradecer a três pessoas especiais que fizeram parte destes anos e que foram meu suporte em momentos de necessidade. Alan, Joni e Elizane, serei eternamente grata a vocês. Por ironia do destino estamos afastados mais do que imaginávamos, mas sempre estarão em meus corações.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Michelangelo Muzell Trezzi, pela sabedoria que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de curso, em especial Fabiana, Rafaela, Eduarda, Thainá, Eduardo, Matheus, Vinicius, Guilherme, Felipe e Pedro, sem vocês meus dias não teriam a mesma leveza.

A UTFPR e a todo o time de professores que participaram da minha formação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Gente que não tem dúvida só é capaz de repetir.
Mario Sérgio Cortella (2021).

RESUMO

Objetivou-se no presente experimento avaliar as perdas geradas pela interferência e o nível crítico de dano de plantas voluntárias de soja semeadas no dia e 7 dias após a semeadura de duas cultivares de feijão. O experimento foi conduzido na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, no período de janeiro a maio de 2019, em DBC, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocadas as cultivares de feijão IAC Imperador e IAC Milênio, nas subparcelas, duas épocas de semeadura da soja (no momento da semeadura do feijão e sete dias após a semeadura do feijão) e nas subsubparcelas foram alocadas cinco densidades de plantas de soja (0, 5, 10, 20 e 40 plantas m²). A semeadura da soja foi feita de forma manual. Foram determinadas: (a) nos estádios V4 e R5 – altura de planta, área foliar e massa seca da parte aérea, em amostras de cinco plantas da área útil, definidas aleatoriamente no momento da coleta; (b) na maturação fisiológica – altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e os componentes do rendimento, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos, em 10 plantas da área útil. O rendimento da cultura e o estande foi determinado pela colheita das plantas de feijão em uma área útil de 6,75 m² em cada unidade experimental. Os dados foram submetidos a análise de variância ($p \leq 0.05$) utilizando a linguagem R. Quando significativos, dados qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$), enquanto que dados quantitativos através dos modelos polinomial linear, logístico de três parâmetros e da hipérbole retangular. Concluiu-se que a área foliar das cultivares de feijão IAC Milênio e IAC Imperador, decresceu conforme aumentou-se a densidade da soja voluntária, enquanto que a altura de inserção da primeira vagem aumentou. O rendimento de grãos de feijão das cultivares IAC Milênio e IAC Imperador foi 21% menor, quando o estabelecimento da soja voluntária deu-se no mesmo dia que a cultura principal, se comparado ao estabelecimento de plantas de soja posteriormente ao feijão. A presença de uma planta de soja por m² reduziu cerca de 4% do rendimento de grãos das cultivares de feijão IAC Milênio e IAC Imperador.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; *Glycine max*; plantas daninhas; produtividade; mato competição.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the losses generated by interference and the critical level of damage of voluntary soybean plants sown on the day and 7 days after sowing of two common bean cultivars. The experiment was carried out in the Experimental Area of the Federal Technological University of Paraná, Campus Pato Branco, from January to May 2019, in DBC, with subdivided plots and four replications. The bean cultivars IAC Imperador and IAC Milênio were allocated in the main plots, in the subplots, two soybean sowing times (at the time of bean sowing and seven days after bean sowing) and in the subsubplots were allocated five plant densities of soybean (0, 5, 10, 20 and 40 plants m²). Soybean sowing was done manually. The following were determined: (a) at stages V4 and R5 – plant height, leaf area and shoot dry mass, in samples of five plants from the useful area, randomly defined at the time of collection; (b) in physiological maturation – plant height, height of insertion of the first pod and the components of the yield number of pods per plant, number of grains per pod and mass of one thousand grains, in 10 plants of the useful area. Crop yield and stand was determined by harvesting bean plants in a useful area of 6,75 m² in each experimental unit. Data were subjected to analysis of variance ($p \leq 0,05$) using the R language. When significant, qualitative data were compared by Tukey's test ($p \leq 0.05$), while quantitative data using linear polynomial, three-parameter logistic and of rectangular hyperbola. It was concluded that the leaf area of the bean cultivars IAC Milênio and IAC Imperador decreased as the density of voluntary soybean increased, while the height of insertion of the first pod increased. The bean grain yield of the cultivars IAC Milênio and IAC Imperador was 21% lower when the voluntary soybean establishment took place on the same day as the main crop, when compared to the establishment of soybean plants after the bean. The presence of one soybean plant per m² reduced about 4% of the grain yield of bean cultivars IAC Milênio and IAC Imperador.

Keywords: *Phaseolous vulgaris*; *Glycine max*; weeds; productivity; weed competition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Figura 1 – Impacto da densidade de plantas de soja (duas épocas de estabelecimento, 0 e 7 dias após o plantio de feijão e duas cultivares de feijão, IAC Milênio e IAC Imperador), sobre: A) Área foliar (cm^2) e B) Massa de parte aérea seca (g pl^{-1}) no estágio R5, durante o estágio de desenvolvimento R5 de plantas de feijão. Cada ponto representa a média de três repetições e as barras representam o erro padrão da média.....28

Figura 2 – Impacto da densidade de plantas de soja (duas épocas de estabelecimento, 0 e 7 dias após o plantio de duas cultivares de feijão, IAC Milênio e IAC Imperador), sobre: A) altura de inserção de primeira vagem (cm), B) Vagens por planta (n°), C) Perda de rendimento de grãos (kg ha^{-1}) e D) Perda de rendimento de grãos (%) de plantas de feijão. Cada ponto representa a média de três repetições e as barras representam o erro padrão da média. Os parâmetros são apresentados nas tabelas 7 e 8. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estádios fenológicos do feijão. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	18
Tabela 2 – Características das cultivares de feijão IAC Imperador e IAC Milênio. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.....	24
Tabela 3 – Estatura de plantas na maturação (cm) (EST_M) e Área foliar durante o estágio V_4 (cm^2) de plantas de feijão cultivar IAC Imperador e IAC Milênio. Os dados representam as médias de todas as densidades e épocas de semeadura da soja. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	27
Tabela 4 – Parâmetros da equação para determinar o impacto de densidades de plantas de soja sobre a Massa de parte aérea seca ($MPAS_{R5}$) e Área foliar (AF_{R5}) durante o estágio de desenvolvimento R_5 de plantas de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	29
Tabela 5 – Altura de inserção de primeira vagem (cm) (AIPV), Vagens por planta (n) (VAG) grãos por vagem (n) (GVG) e Massa de mil grãos (g) (MMG) de plantas de feijão cultivar IAC Imperador e IAC Milênio. Os dados representam as médias de todas as densidades e das épocas de semeadura da soja. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	30
Tabela 6 – Vagens por planta (n) (VAG) e Rendimento de grãos ($kg\ ha^{-1}$) (REND) de feijão em duas épocas de estabelecimento da cultura da soja. Os dados representam as médias de todas as densidades e das cultivares de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	32
Tabela 7 – Parâmetros para determinar o impacto de densidades de plantas de soja sobre a altura de inserção da primeira vagem (AIPV) (cm), Número de vagens por planta (VAG) e Rendimento de grãos (REND) ($kg\ ha^{-1}$) em plantas de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	33
Tabela 8 – Parâmetros da equação para determinar o impacto de densidades de plantas de soja sobre a perda de rendimento de grãos (REND) de plantas de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Geral.....	14
2.2	Específicos.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1	Importância da cultura do feijão.....	15
3.2	Períodos e efeitos da interferência de plantas daninhas no feijão.....	16
3.3	Nível crítico de dano.....	20
3.3.1	Nível de dano econômico.....	21
3.3.2	Fatores que influenciam o cálculo de nível de dano econômico.....	22
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
5.1	Variáveis morfológicas.....	27
5.2	Componentes de rendimento.....	30
6	CONCLUSÕES.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um importante constituinte da alimentação da população brasileira, especialmente por ser boa fonte de proteína e carboidratos e por apresentar outros nutrientes que são essenciais ao ser humano.

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de feijão, com uma produção total de 3,0228 milhões de toneladas e uma área plantada de 2,9094 milhões hectares para a safra de 2019/2020. Dentre os estados brasileiros, o Paraná é líder em produção, totalizando 653 mil toneladas, seguido por Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás com 536,2, 336,6 e 319,9 mil toneladas, respectivamente (CONAB, 2020).

Assim como em outras regiões agrícolas, a cultura do feijão também apresenta grande importância econômica para a região Sudoeste do Paraná, ocorrendo o cultivo na safra das águas e na safra da seca, onde a cultura apresenta boa adaptação às condições edafoclimáticas locais.

Através da pesquisa, novas cultivares cada vez mais adaptadas às condições climáticas vem sendo desenvolvidas, permitindo ampliar o potencial produtivo da cultura. Por meio do melhoramento genético estão sendo desenvolvidas cultivares de porte mais ereto para facilitar a colheita mecânica, diminuindo os riscos de adversidades climáticas na época de colheita. Caracteres fisiológicos como melhoria da eficiência fotossintética, índice de colheita e crescimento vegetativo favorável também estão sendo aprimorados, fatores estes que contribuem para o manejo de plantas infestantes.

Com os avanços científicos e tecnológicos, o feijão alcançou patamares nunca vistos, especialmente em estados como o Paraná, que mostra-se como um dos principais produtores de feijão do país. Entretanto, sabe-se que apesar dos elevados tetos produtivos já obtidos pela cultura, na maioria das áreas cultivadas estes valores são ainda muito baixos, devido a uma série de fatores que exigem que o cultivo deste grão, passe por melhorias de manejo com o objetivo de obter produtividades mais elevadas.

Entre as culturas anuais cultivadas no Brasil o feijão provavelmente é a que tem maior perda percentual por interferência de plantas daninhas. O feijão é cultivado em pequenas propriedades, em que o controle de plantas daninhas muitas vezes é realizado manualmente, através da capina ou arranquio. Nas áreas com

controle químico, há falhas de manejo, pela escolha inadequada ou pela inadequabilidade dos herbicidas disponíveis. Tanto no controle manual quanto no químico ocorrem prejuízos pela execução das práticas no momento inadequado, quando perdas significativas no rendimento de grãos já podem ter ocorrido. As perdas de rendimento de grãos por plantas daninhas na cultura no Brasil são estimadas em 25%, equivalendo a aproximadamente R\$ 1 bilhão de reais anualmente (VIDAL; PORTUGAL; SKORA NETO, 2010).

As cultivares de feijão são sensíveis a mato-interferência, reduzindo o rendimento de 20 a 80% caso haja interferência de plantas daninhas em todo o ciclo (KOZLOWSKI *et al.*, 2002; SALGADO *et al.*, 2007). Se comparado a outras culturas, o feijoeiro apresenta baixa capacidade competitiva e está entre as culturas que menos sombreiam o solo, o que favorece o crescimento de plantas daninhas e expõe a cultura a intensa interferência (MACHADO *et al.*, 2015).

Com o aumento do cultivo de feijão em sucessão à soja é comum a existência de plantas voluntárias de soja que atuarão como plantas daninhas após a emergência do feijão. Essas plantas de soja são originárias em sua maioria de grãos que foram debulhadas antes da colheita da cultura (BOND, WALKER, 2009) ou oriundos de perdas durante a colheita (TOLEDO *et al.*, 2008).

Levando tais fatores em consideração, as plantas infestantes de soja ainda apresentam um agravante, pois as cultivares, em sua grande maioria, são dotadas da tecnologia Roundup Ready (RR®) ou resistência a outro tipo de herbicida, dificultando o manejo químico de plantas voluntárias.

Há carência de trabalhos relacionados à cultura do feijão, especialmente quanto à interferência de plantas voluntárias, comparativamente a outras culturas, como soja, arroz e milho. Existe a necessidade de estudos sobre o potencial de dano gerado pela presença de plantas voluntárias na cultura do feijão e resultados de parâmetros de tomada de decisão de controle que possam ser utilizados pelos agricultores.

A perda de rendimento decorrente da interferência com plantas daninhas pode ser prevista através do número de indivíduos por área ou do uso de outras variáveis, como a cobertura de plantas daninhas sobre o solo. Os modelos utilizados podem auxiliar na explicação de como determinadas práticas de manejo afetam o processo competitivo entre plantas daninhas e plantas cultivadas, explicando também as variáveis econômicas envolvidas no processo. Dessa forma é possível

verificar se é vantajoso ou não realizar o controle sob diferentes situações de manejo.

Devido a problemática que é o controle da soja voluntária em meio à cultura do feijão, busca-se mensurar os danos competitivos das plantas de soja voluntária na cultura do feijão que auxiliarão na tomada de decisão de controle pelo agricultor.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar as perdas geradas pela interferência e o nível crítico de dano de plantas voluntárias de soja semeadas no dia e 7 dias após a semeadura de duas cultivares de feijão.

2.2 Específicos

Determinar a redução no desenvolvimento e perdas de rendimento em duas cultivares de feijão sob diferentes densidades de soja voluntária.

Avaliar a perda de rendimento em duas cultivares de feijão em função da variação do intervalo de tempo entre a semeadura da soja voluntária e do feijão.

Determinar qual o nível crítico de dano de plantas de soja voluntária ao feijão, considerando intervalos distintos entre semeadura da soja voluntária e do feijão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da cultura do feijão

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um importante constituinte da dieta da população brasileira. É considerável fonte de proteína e possui bom conteúdo de carboidratos e ferro, que apresenta grande importância em nosso país e no mundo pela alta prevalência de deficiência de ferro e anemia ferropriva na população (VIEIRA; JÚNIOR; BORÉM, 2008). Além disso o feijão apresenta grande importância socioeconômica no Brasil, principalmente por ser uma fonte de proteína com baixo custo para o consumo (MACHADO; FERRUZZI; NIELSEN, 2008).

O feijão destaca-se por possuir uma grande fonte de compostos fenólicos, que são substâncias antioxidantes ligadas a um menor risco no desenvolvimento de alguns tipos de câncer e a uma menor incidência de doenças degenerativas (MACHADO; FERRUZZI; NIELSEN, 2008). Seu consumo também está associado a diminuição de riscos a outras doenças como diabetes, doenças cardiovasculares e neoplasias.

Acredita-se que o efeito benéfico do consumo do feijão se dá pela presença de metabólitos secundários na planta, fitoquímicos, compostos fenólicos e flavonóides. Dentre as fibras dietéticas existem as fibras solúveis e insolúveis em água, sendo o feijão rico em fibras dietéticas solúveis, que são comprovadamente responsáveis por reduzir níveis de colesterol e açúcares no sangue em seres humanos, auxiliando também na prevenção de câncer de cólon. Além dos carboidratos que compõem a fibra e dos carboidratos digeríveis (sacarose e amido), o feijão possui oligossacarídeos, principais responsáveis pela produção de gases e flatulência em pessoas (BASSINELLO, 2010).

Estudos genéticos estão sendo conduzidos para elucidar uma melhora na qualidade do feijão, especialmente quanto a quantidade e qualidade de proteína e teores de ferro e zinco. Existe ainda variabilidade genética para compostos antinutricionais como os taninos e fitatos, ainda que estes últimos não possam ser totalmente eliminados das plantas, visto que são necessários como fonte de fósforo para a germinação da semente (BASSINELLO, 2010).

A cultura do feijão possui uma ampla adaptação edafoclimática, permitindo o cultivo durante todo o ano em quase todos os estados brasileiros, gerando uma grande oferta do produto no mercado. É possível ainda, graças as características dessa leguminosa, cultivá-la dentro de variados ecossistemas, seja em monocultivo ou consorciado com outras culturas, o que favorece uma diversificação na produção, mas limita uma maior integração em sua cadeia produtiva (BONATTO, 2008).

As Américas são os maiores consumidores de feijão no planeta representando 43,2 % do consumo mundial, seguidas da Ásia (34,5%), África (18,5%), Europa (3,7%) e Oceania (0,1%). Os países em desenvolvimento são responsáveis por 86,7% do consumo mundial. Os maiores produtores mundiais de feijão são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, produzindo 15,3 milhões de toneladas, 56,99% do total produzido no mundo (FAOSTAT, 2019).

A produtividade média nacional para a cultura do feijão na segunda safra em 2018/2019 foi de 917 kg ha⁻¹. As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste representam cerca de 76% da produção nacional de feijão segunda safra com rendimentos na ordem de 1430 kg ha⁻¹. As regiões Norte e Nordeste tem produtividades da ordem de 855 e 410 kg ha⁻¹, respectivamente, reduzindo consideravelmente a média nacional. No entanto, a produtividade do estado do Paraná, na segunda safra de 2018/2019 foi de 1570 kg ha⁻¹, estando acima da média nacional e da média dos estados mais produtores nessa época, mostrando o potencial produtivo do estado nesta cultura e porque é o estado mais produtor de feijão do país (CONAB, 2020).

3.2 Períodos e efeitos da interferência de plantas daninhas no feijão

A interferência é entendida como o conjunto de ações sofridas por determinada cultura através da convivência com plantas daninhas no mesmo ambiente. Ela pode ser classificada como direta quando a competição se dá por recursos (água, luz, nutrientes) interferindo no crescimento e tratos culturais, ou na colheita, ou também como indireta, onde as plantas daninhas atuam como hospedeiras para pragas, nematoides e doenças (RAMOS; PITELLI, 1994).

As baixas produtividades da cultura do feijão podem muitas vezes estar ligadas a competição com plantas daninhas capazes de reduzir o rendimento da cultura. Uma estimativa mundial aponta que mais de 38% do potencial produtivo das lavouras seria perdido devido aos efeitos negativos das plantas daninhas caso

não fossem adotadas medidas de gestão em relação as mesmas (OERKE, 2005). A redução de rendimento dos grãos na cultura do feijão pode variar de 35% a 80%, mediante convívio com plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura (KOXLOWSKI *et al.*, 2002; BOECHARTT *et al.*, 2011).

Existem inúmeros fatores que afetam o grau de interferência entre as culturas agrícolas e as comunidades infestantes, fatores estes ligados à comunidade infestante (densidade, distribuição e composição específica), à cultura (espécie ou cultivar, gênero, densidade de semeadura, espaçamento entre sulcos) e também do período e época de convivência (PITELLI *et al.*, 2002). Além destes, podem ser afetados também por condições climáticas, edáficas e por tratos culturais (PITELLI, 1987).

Em relação a fatores ligados a cultura, existe grande variação na capacidade de suportar a competição imposta pelas plantas daninhas. Diferentes espécies cultivadas ou cultivares podem levar vantagem quando comparas a outras, especialmente as que possuem rápido crescimento e rápida capacidade em recrutar recursos do meio, como interceptação de luz solar, dificultando o acesso e uso deste pela comunidade infestante (PITELLI, 1987).

Outro fator de fundamental importância para determinação do grau de interferência é a composição específica da comunidade infestante, pois as espécies variam em relação ao hábito de crescimento e exigência de recursos do meio. Em geral, quanto mais próximas morfológica e fisiologicamente forem as espécies, mais semelhante serão suas exigências de crescimento e mais acentuada será a competição pelos fatores limitantes do ambiente em comum (PITELLI, 1987; VIDAL; LAMEGO, 2010).

Normalmente as comunidades infestantes são bem diversificadas, garantindo maior estabilidade na ocupação do local e também nos efeitos competitivos sobre a cultura. Assim, em altas densidades, o potencial de cada indivíduo como elemento competitivo fica diminuído e o crescimento potencial da comunidade é controlado pelo recurso que, de acordo com a exigência geral da comunidade, manifesta-se em menor quantidade no ambiente (PITELLI, 1987).

Seja a comunidade infestante constituída por indivíduos e espécies diferentes, a resposta de cada um às mudanças climáticas e edáficas de cada região define mudanças no equilíbrio da comunidade, afetando o balanço competitivo. O

mesmo funciona em relação às práticas culturais utilizadas (PITELLI, 1987; TEIXEIRA *et al.*, 2009).

O feijão é cultivado em diferentes épocas do ano, em diversificados sistemas de cultivo (solteiro ou consorciado) e com inúmeras condições edafoclimáticas, podendo sofrer interferência de diversas plantas daninhas (COBUCCI; STEFANO; KLUTHCOUSKI, 1999). Além de que o feijão é uma planta de ciclo vegetativo curto, o que o torna bastante vulnerável a competição, especialmente nos estádios iniciais do desenvolvimento vegetativo. Quando as plantas daninhas não são contidas de forma adequada, há competição por fatores primordiais como água, luz e nutrientes, dificultando a colheita e depreciando a qualidade do produto, funcionando também como hospedeiras de insetos e agentes causadores de moléstias (COBUCCI; STEFANO; KLUTHCOUSKI, 1999).

Para o estudo da competição de plantas infestantes com o feijão, faz-se necessária uma revisão sobre os estádios fenológicos da planta de feijão, descritos em Oliveira *et al.* (2018) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estádios fenológicos do feijão. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021

Estádio fenológico	Descrição
V0	Germinação.
V1	Emergência
V2	Desdobramento das folhas primárias
V3	Emissão da primeira folha composta (trifoliolada).
V4	Emissão da terceira folha trifoliolada.
R5	Pré floração (ocorre o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários e o surgimento dos primeiros botões florais).
R6	Floração (inicia quando 50% da planta apresenta flores abertas).
R7	Formação de vagens
R8	Enchimento de vagens (ao final dessa fase as sementes perdem a cor verde e começam a mostrar as características da cultivar. As folhas começam a cair. No final deste estágio é o momento mais propício para a dessecação).
R9	Maturação (as vagens perdem a cor e começam a secar).

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2018)

A partir do estágio V4 há um aumento pronunciado do índice de área foliar. Este estágio de crescimento é considerado um dos mais importantes pois determina o arranque da planta de feijão. Qualquer estresse (hídrico, nutricional, competição

com plantas daninhas, fitotoxicidade de produtos químicos) que ocorra neste estágio poderá prejudicar o desenvolvimento da planta.

Trabalhos realizados por Kozłowski *et al.* (1999) concluíram que o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) do feijão está entre os estádios V4 e R6. Depois do estágio fenológico V4 a planta de feijão apresenta um crescimento mais acelerado e qualquer competição que ocorra nesta fase afeta severamente o índice de área foliar, alterando a produtividade final da cultura. Porém a competição após o estágio R6 não afeta negativamente a cultura do feijão.

A cultura do feijão precisa ficar livre da interferência de plantas infestantes em um tempo médio de 16 a 44 dias após a emergência, podendo este período aumentar ou diminuir de acordo com as características das plantas infestantes, da cultivar utilizada, de fatores climáticos, da densidade e da época de emergência (PITELLI, 1985).

Segundo Victoria Filho (1994) o período mais crítico de competição de plantas infestantes sobre o feijão ocorre entre 20 e 30 dias após a emergência da cultura, podendo ser influenciada pelos mais diversos fatores como variedade utilizada, adubação, espaçamento entre linhas, densidade, tipo de planta infestante, período de interferência da planta infestante e densidade destas. Dentre estes fatores deve-se dar maior importância à espécie infestante, à sua densidade e à época em que há o período de competição (VICTORIA FILHO, 1994).

Existem diversos trabalhos científicos no Brasil a respeito do período crítico de prevenção da interferência das plantas infestantes na cultura do feijão, demonstrando que esse período é variável. Salgado *et al.* (2007) em área composta, em sua maioria, pelas espécies *Alternanthera tenella*, *Blaenvillea rhomboidea* e *Cenchrus echinatus* concluíram que o período anterior à interferência (PAI) ocorreu até os 17 dias após a emergência da cultura e que o período total de prevenção a interferência (PTPI) ocorreu até os 25 dias após a emergência da cultura. Quando submetidas a interferência durante todo o ciclo do feijão houve redução de 67% na produtividade.

Experimentos desenvolvidos por Parreira (2009) com a interferência de *Acanthospermum hispidum*, *Cenchrus echinatus*, *Raphanus raphanistrum* e *Cyperus rotundus* na cultura do feijão em densidade de 10 plantas por metro linear com espaçamento de 0,45 m, obteve redução de produtividade de 16%, com PAI de 28

dias. Quando no mesmo experimento houve aumento do espaçamento do feijão para 0,60 m houve perda de rendimento de 36% e PAI de 14 dias.

Em avaliação de comunidade infestante mista com *Zea mays* e *Digitaria horizontalis* o PCPI iniciou aos seis dias após a emergência e se estendeu até os 26 dias após a emergência (BORCHARTT *et al.*, 2008). Porém em outro trabalho o PCPI com plantas de *Zea mays* e *Digitaria horizontalis* ocorreu dos quatro aos 18 dias após emergência da cultura do feijão (BORCHARTT *et al.*, 2011).

Outro experimento com densidades de 13 e 148 plantas m² de *Cyperus rotundus*, *Urochloa plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomea grandifolia* e diferentes períodos de convivência destas com a cultura do feijão (0 a 15, 0 a 30, 0 a 45 e 0 a 60) foi feito por Skora Neto, Campos e Horszyn (2010). Os autores concluíram que a densidade populacional interfere no rendimento de feijão de modo que, em condições de alta infestação, o controle de plantas daninhas deve ser feito antes dos 15 dias após a emergência da cultura, mas em área com baixa infestação o controle pode ser adiado até os 30 dias após a emergência da cultura sem que ocorra perdas no rendimento.

Caso nas áreas a campo houvesse predomínio de baixas infestações de plantas daninhas ocorreria uma diminuição no nível de competição, aumentaria o período de tempo para efetuar o controle, evitando perdas de rendimento na cultura. Para o controle mecânico ou manual este tempo é de extrema importância, já que estes métodos requerem maior tempo. No caso de controle químico o maior tempo para realizar o controle também é importante, pois o mesmo poderá ser feito em condições climáticas mais adequadas para a aplicação do herbicida.

3.3 Nível crítico de dano

O nível de dano competitivo descreve as plantas infestantes em culturas onde ocorre, inicialmente, um impacto negativo sobre a cultura (RADOSEVICH; HOLT, GHERSA, 2007) ou também o nível de infestação a partir do qual é possível calcular, através de testes de interferência, o efeito prejudicial das infestantes sobre o rendimento da cultura (CUSSANS, COUSENS, WILSON, 1986). Mas a densidade das plantas infestantes não se mantém constante durante todo o ciclo da cultura, existindo para isso um período crítico no qual a presença de plantas infestante é

mais competitiva a cultura levando a maiores perdas de rendimento (VIDAL E PORTUGAL, 2010).

O nível crítico de dano (NCD) indica o impacto de cada planta daninha sobre o rendimento da cultura. Ele inclui o conceito de densidade crítica e o período crítico, representado pelo período no qual a presença de plantas infestantes é mais crítica para a cultura (VIDAL; PORTUGAL, 2010). Para calcular o NCD é preciso obter a função dano, que é uma equação que relaciona a densidade de infestação com a queda de rendimento da cultura, podendo esta ser calculada para infestações mistas ou de apenas uma espécie (VIDAL; PORTUGAL, 2010).

3.3.1 Nível de dano econômico

O nível de dano econômico é dito como a densidade populacional na qual devem ser tomadas medidas de controle para evitar que haja dano econômico à cultura (GLASS, 1975; COBLE; MORTENSEN, 1991), ou também a densidade de planta infestante na qual o custo para o controle é igual ou menor que o valor da perda econômica de rendimento caso não seja tomada nenhuma medida de controle (BAUER; MORTENSEN, 1992).

Portugal e Vidal (2009) encontraram diversas nomenclaturas utilizadas na literatura para definir nível de dano econômico (NDE), conhecida em alguns países por nível econômico de ataque (NEA), ou na literatura inglesa, economic threshold.

Utilizam-se vários modelos bioeconômicos para simular estratégias de controle de plantas infestantes pós-emergência, no intuito de determinar qual a melhor época para realizar o controle destas, gerando economia ao produtor rural (LYBECKER; SCHWEIZER; KING, 1991). Esses modelos são de extrema importância na cultura do feijão, reduzindo os custos de produção e alocando estes gastos em outros gargalos da cultura, uma vez que a maioria dos produtores de feijão são classificados como “pequenos produtores” e apresentam baixa renda na propriedade agrícola.

Por meio de variáveis como preço de venda do produto colhido, rendimento esperado, custo médio de controle de plantas daninhas, consegue-se determinar o NDE (RADOSEVICH; HOLT; GHERSA, 2007). Portanto uma variação nestes fatores é capaz de reduzir ou aumentar o NDE. Quando ocorrem variações positivas no custo médio de controle, haverá um aumento do NDE. Em caso de variação positiva

para rendimento da cultura, preço de venda do produto colhido ocorrerá redução do NDE. Desta forma, em lavouras onde o potencial de produtividade é alto uma pequena população de plantas infestantes justificaria economicamente a adoção de medidas de controle (GALON *et al.*, 2007).

3.3.2 Fatores que influenciam o cálculo de nível de dano econômico

A época de emergência das plantas infestantes em relação à cultura é um importante fator que interfere de maneira direta no NDE. Rizzardi, Fleck e Agostinetto (2003) constataram que à medida que houve atraso da semeadura da soja em relação à dessecação da cobertura vegetal, os valores de NDE diminuía. Os mesmos autores constataram também que a variação dos valores estimados de NDE foi afetada pela seguinte ordem decrescente dos fatores envolvidos: época de semeadura da soja após a dessecação da cobertura > ambiente de estudo > potencial de rendimento da soja > eficiência do herbicida > preço do produto. Percebe-se que a época de semeadura da soja foi o fator mais importante para estimar o NDE. Vidal *et al.* (2004) encontraram resultados similares na cultura do milho, pois o NDE de *Urochloa plantaginea* aumentou a medida que diminuía o preço da cultura e aumentava o custo de controle. O aumento do preço do milho reduziu o impacto no custo de controle de *Urochloa plantaginea* para o retorno econômico da cultura.

O uso do NDE para o auxílio na iniciativa de controle não deve ser feito de forma isolada, mas sim integrada com demais práticas alternativas de controle, como rotação de culturas, arranjo adequado das plantas, utilização de variedades com maior adaptação para competição, uso de doses adequadas dos herbicidas, tornando assim cada vez mais racional o uso do manejo químico e minimizando o efeito negativo das plantas infestantes (RIZZARDI; FLECK; AGOSTINETTO, 2003). Segundo Oerke (2005), utilizando o NDE para decisão de tomada de controle a produção vegetal torna-se cada dia mais correta e ecologicamente sustentável.

É preciso ter completo discernimento quanto aos efeitos quantitativos sobre o rendimento da cultura, sobre as interferências das plantas infestantes-cultura e sobre os fatores que afetam essa relação para então decidir controlar ou não as plantas infestantes.

Dentre os fatores limitantes no uso de NDE estão as dificuldades encontradas para elaborar metodologias simples mas capazes de quantificar os efeitos causados pela competição de plantas infestantes sobre as culturas, a ocorrência de grande quantidade de espécies infestantes sobre a mesma cultura e o impacto dos diversos fatores ambientais que afetam as culturas e as plantas infestantes nos diferentes locais e anos (GALON *et al.*, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, no período de janeiro a maio de 2019. A Área Experimental está localizada a uma latitude de 26°10'31.6"S, longitude de 52°42'28.01"W e altitude de aproximadamente 741,5 metros.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa, relevo ondulado (BHERING *et al.*, 2008).

O delineamento experimento utilizado foi de blocos ao acaso, em parcelas subsubdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocadas duas cultivares de feijão do grupo carioca com características morfofisiológicas distintas (Tabela 2).

Tabela 2 – Características das cultivares de feijão IAC Imperador e IAC Milênio. UTFPR, Pato Branco - PR, 2021

Cultivar	Hábito de crescimento	Porte	Potencial produtivo	Ciclo
IAC Imperador	Determinado	Ereto	4600 kg ha ⁻¹	75 dias
IAC Milênio	Indeterminado	Semiereto	4625 kg ha ⁻¹	95 dias

Fonte: Adaptado de IAC, 2020

As subparcelas continham duas épocas de semeadura da soja (no momento da semeadura do feijão e sete dias após a semeadura do feijão) e nas subsubparcelas foram alocadas cinco densidades de plantas de soja (0, 5, 10, 20 e 40 plantas m²).

Cada unidade experimental mediu 11,25 m² espaçada de outras por 1 m e foi composta por cinco linhas com cinco metros de comprimento. A semeadura do feijão foi feita com semeadora adubadora a 4 cm de profundidade, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade aproximada de 280.000 plantas ha⁻¹. O tratamento de sementes foi feito com fipronil+piraclostrobina+tiofanato-metílico na dosagem de 100 g i.a. para cada 100 kg de sementes.

Foi realizada adubação, utilizando 269 kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16 perfazendo as quantidades de 23 kg de N, 57 kg de P₂O₅ e 43 kg de K₂O. Quando as plantas estavam no estágio V4 e nas condições ideais de umidade do solo foram

aplicados de forma manual 60 kg ha⁻¹ de ureia, totalizando 27 kg de N para adubação de cobertura.

A semeadura da soja foi feita de forma manual, objetivando uma distribuição mais uniforme nas subsubparcelas. Após a emergência das plantas de soja foi efetuado o desbaste de plantas excedentes, objetivando uniformizar as densidades estabelecidas pelos tratamentos.

O controle de insetos foi efetuado com tiametoxan+lambdaciotaltrina (14,1 + 10,6 g i.a. ha⁻¹), acefato+silicato de alumínio (750 + 225,5 g i.a. ha⁻¹) e betaciflutrina+imidacloprido (84,38 + 112,5 g i.a. ha⁻¹), respectivamente) quando necessário. Para o controle de plantas voluntários utilizou-se fluazifope-p-butílico+fomesafem (250 + 250 g i.a. ha⁻¹). Para o controle de doenças foram utilizados o hidróxido de fentina (250 g i.a. ha⁻¹), protioconazol+trifloxistrobina (75 + 87,5 g i.a. ha⁻¹) a dose de 162,5 g i.a. ha⁻¹ e mancozebe na dose de 2250 g i.a. ha⁻¹.

Foram determinadas: (a) nos estádios V4 e R5 – altura de planta, área foliar e massa da parte aérea seca, em amostras de cinco plantas da área útil, definidas aleatoriamente no momento da coleta; (b) na maturação fisiológica – altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e os componentes do rendimento número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de mil grãos, em 10 plantas da área útil. O rendimento da cultura e o estande foi determinado pela colheita das plantas de feijão em uma área útil de 6,75 m² em cada unidade experimental.

Os dados foram submetidos a análise de variância ($p \leq 0.05$) utilizando a linguagem R (R CORE TEAM, 2013). Quando significativos, dados qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$), enquanto que dados quantitativos através dos modelos polinomial linear (Equação 1), logístico de três parâmetros (Equação 2) e da hipérbole retangular (Equação 3).

$$Y = A * B + X \quad (1)$$

$$Y = A / [1 + (X / D_{50}) ^ B] \quad (2)$$

$$YL = (A * X) / (D_{50} + X) \quad (3)$$

Aonde: **Y** é a variável dependente; **X** é a densidade de soja; **A** é o valor de **Y** quando o valor de **X** tende a 0; **B** é a inclinação da curva e **D₅₀** é a densidade de

plantas de soja necessária para reduzir 50% da variável dependente; **YL** é a perda de rendimento de grãos (%).

Para o modelo hipérbole retangular, a relação entre os parâmetros **A** e **D₅₀** na equação 3 resulta no parâmetro **i**, que representa a perda de rendimento quando a densidade de soja é de 1 planta m² (COUSENS, 1985).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Variáveis morfológicas

A estatura de planta foi determinada nos estádios V4, R5 e na colheita (maturação), havendo significância do efeito simples de cultivar somente da determinação efetuada na colheita (Tabela 3). A cultivar IAC Imperador apresentou menor estatura de planta (46%) em relação a cultivas IAC Milênio. Essa diferença pode ser atribuída a características genéticas das próprias cultivares, influenciadas pelo ambiente.

A área foliar do feijão foi determinada nos estádios V4 e R5. No estágio V4 houve efeito simples de cultivar (Tabela 3), podendo este efeito ser explicado pelas características próprias de cada cultivar, caso já relatado por outros autores que estudaram competição de diferentes cultivares de feijão com plantas daninhas. Parreira *et al.* (2014) e Barroso *et al.* (2010) atribuem essas diferenças a características como ciclo de desenvolvimento da cultura, número de ramos e hábito de crescimento, fatores estes que afetam a capacidade competitiva da cultura e diferenciam as cultivares em relação a capacidade de competição.

Tabela 3 – Estatura de plantas na maturação (cm) (EST_M) e Área foliar durante o estágio V₄ (cm²) de plantas de feijão cultivar IAC Imperador e IAC Milênio. Os dados representam as médias de todas as densidades e épocas de semeadura da soja. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021

Cultivar	EST_M	AF_{V_4}
IAC Imperador	67,99 b ^{1/}	308,26 a
IAC Milênio	125,36 a	265,48 b

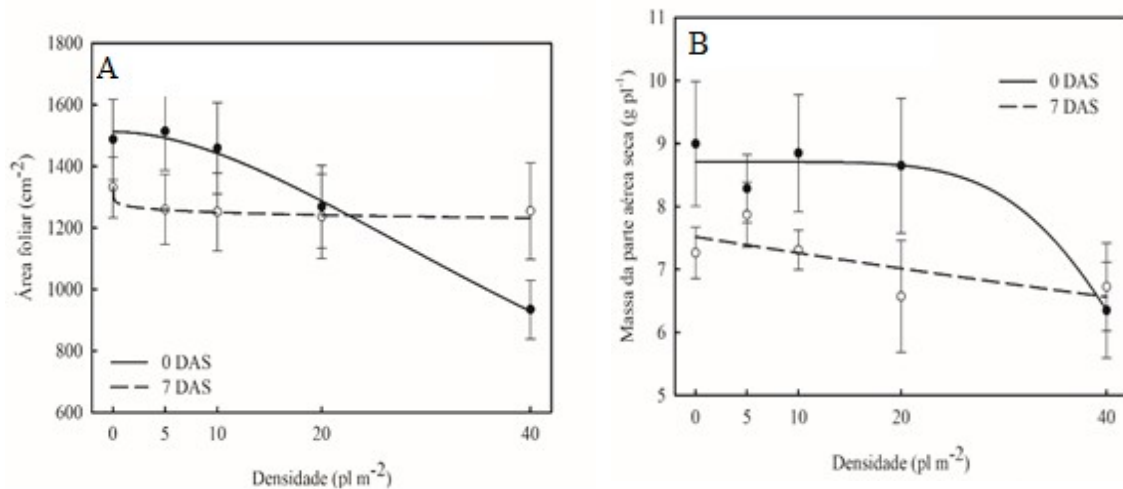
^{1/} Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não se diferem pelo teste de Tukey a 5%

Fonte: Autoria própria (2021)

No estágio R5 houve efeito significativo de interação entre densidade e época para a variável área foliar (Figura 1A). Quando plantas de feijão e soja foram semeadas simultaneamente (0 DAS), ocorreu um decréscimo da área foliar do feijão de acordo com o incremento na densidade de plantas de soja, que seguiu um modelo logístico de três parâmetros (Tabela 4). A redução foi de aproximadamente 38% na densidade mais elevada, em relação à testemunha sem interferência.

Resultados semelhantes foram encontrados por Aguiar (2018) em estudos de competição de duas cultivares de feijão com milho voluntário, sendo a área foliar do feijão reduzida de acordo com o aumento da proporção de plantas de milho.

Figura 1 – Impacto da densidade de plantas de soja (duas épocas de estabelecimento, 0 e 7 dias após o plantio de feijão e duas cultivares de feijão, IAC Milênio e IAC Imperador), sobre: A) Área foliar (cm^2) e B) Massa de parte aérea seca (g pl^{-1}) no estágio R5, durante o estágio de desenvolvimento R5 de plantas de feijão. Cada ponto representa a média de três repetições e as barras representam o erro padrão da média



Fonte: Autoria própria (2019)

Na época de estabelecimento 7 DAS a redução máxima foi de aproximadamente 4%, com poucas diferenças entre as densidades da espécie competidora (Figura 1A). A densidade de planta de soja para reduzir 50% da área foliar do feijão (D50) em R5, quando em semeadura simultânea, foi estimada em 51,4 plantas m^{-2} , enquanto a D50 para a semeadura 7 DAS foi estimada em valor superior a 100 (Tabela 4). Esse parâmetro reforça a maior capacidade competitiva das plantas de soja que emergirem simultaneamente às plantas de feijão, em relação às plantas de soja que emergem posteriormente.

Santos *et al.* (2003) observaram que o feijão apresentou valor de índice de área foliar até três vezes menor em relação a soja, na fase vegetativa, explicando o alto sombreamento exercido pelas plantas de soja e redução na capacidade fotossintética do feijão e na capacidade de produzir novas e maiores folhas quando submetidas a interferência por todo o ciclo. Em época de estabelecimento das plantas competidoras aos 7 DAS, as plantas de feijão levam vantagem competitiva

inicial sobre as plantas de soja, visto pela pouca redução na área foliar mesmo em altas densidades de soja.

Tabela 4 – Parâmetros da equação para determinar o impacto de densidades de plantas de soja sobre a Massa de parte aérea seca (MPAS_{R5}) e Área foliar (AF_{R5}) durante o estágio de desenvolvimento R₅ de plantas de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021

Variável	Tratamentos	Parâmetros			R ²	QME	p
		a	b	D ₅₀			
MPAS _{R5} ^{1/}	0 DAS ^{2/}	8,71 (0,22)**	5,85 (11,38) ^{NS}	47,37 (15,37)*	0,94	0,14	0,06
	7 DAS	7,51 (0,48)**	1,02 (1,51) ^{NS}	264,91 (742,23)*	0,51	0,26	0,48
AF _{R5} ^{1/}	0 DAS	1512,87 (23,24)**	1,84 (0,26)*	51,44 (3,19)**	0,98	877,17	0,007
	7 DAS	1332,09 (5,64)**	0,15 (0,04) ^{NS}	>100 ^{NS}	0,98	31,98	0,01

* e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente

^{1/} Modelo logístico de 3 parâmetros

^{2/} DAS = Dias após a semeadura do feijão

Fonte: Autoria própria (2021)

É importante que a cultura apresente bom crescimento inicial para que possa fazer frente a competição com as plantas infestantes, pois assim ocupará o espaço de forma mais rápida e será mais eficiente na competição por radiação solar (LAMEGO *et al.*, 2005). Em geral, quando duas espécies estão ocupando o mesmo nicho competitivo, a espécie que se estabelece antes tende a levar vantagem competitiva em relação à espécie estabelecida posteriormente, efeito observado no presente trabalho. Ou seja, a interferência entre plantas deve ser analisada tanto na dimensão espacial quanto temporal.

A análise de variância não detectou significância para a massa de parte aérea seca do feijão, determinada no estágio V4, mas houve significância da interação entre densidade e época no estágio R5 (Tabela 4). Em R5 a semeadura simultânea de feijão e soja (0 DAS) diminuiu drasticamente a massa de parte aérea seca, mas esse efeito curiosamente ocorreu apenas a partir da densidade de 20 plantas m⁻² de soja, enquanto que na época 7 DAS a massa de parte aérea seca do feijão diminuiu com baixa magnitude, mas de forma linear conforme o incremento da densidade de soja (Figura 1A).

5.2 Componentes de rendimento

A altura de inserção da primeira vagem (AIPV) foi avaliada na colheita das plantas de feijão e a análise estatística mostrou efeito simples para o fator cultivar, apresentando a cultivar IAC Imperador menor altura de inserção de legumes (61%) em relação ao IAC Milênio (Tabela 5). Este fator está associado a características próprias de cada cultivar. A cultivar IAC Milênio, por ser de porte semi ereto e semi prostrado, apresenta ramificações mais longas e conseqüentemente, maior altura de inserção de primeira vagem, em comparação com IAC Imperador, cujo porte é mais ereto (IAC, 2020). Analisando sob o aspecto da colheita mecanizada, é importante considerar que a cultivar IAC Milênio pode ser favorecida por uma maior AIPV, porém possui hábito de crescimento menos favorável que a cultivar IAC Imperador.

Foi observado aumento da AIPV de acordo com o incremento de plantas de soja, sendo 20% maior em relação à testemunha sem plantas voluntárias quando a densidade foi de 40 plantas m⁻² (Figura 2A), comportamento semelhante ao encontrado por Machado (2012), estudando interferência de *Euphorbia heterophylla* em feijão.

Machado (2012) e Kappes *et al.* (2008) ressaltam que o incremento da altura de inserção da primeira vagem pode ser benéfico para a colheita mecanizada, uma vez que a inserção de vagens abaixo da altura de corte da colhedora serão perdidas. Porém não é possível analisar uma variável de forma isolada e ignorar os problemas resultantes da competição entre plantas sob os componentes de rendimento e rendimento da cultura. Um aumento da altura de inserção de primeira vagem normalmente está associado a uma redução do número de vagens por planta, fator também observado neste trabalho.

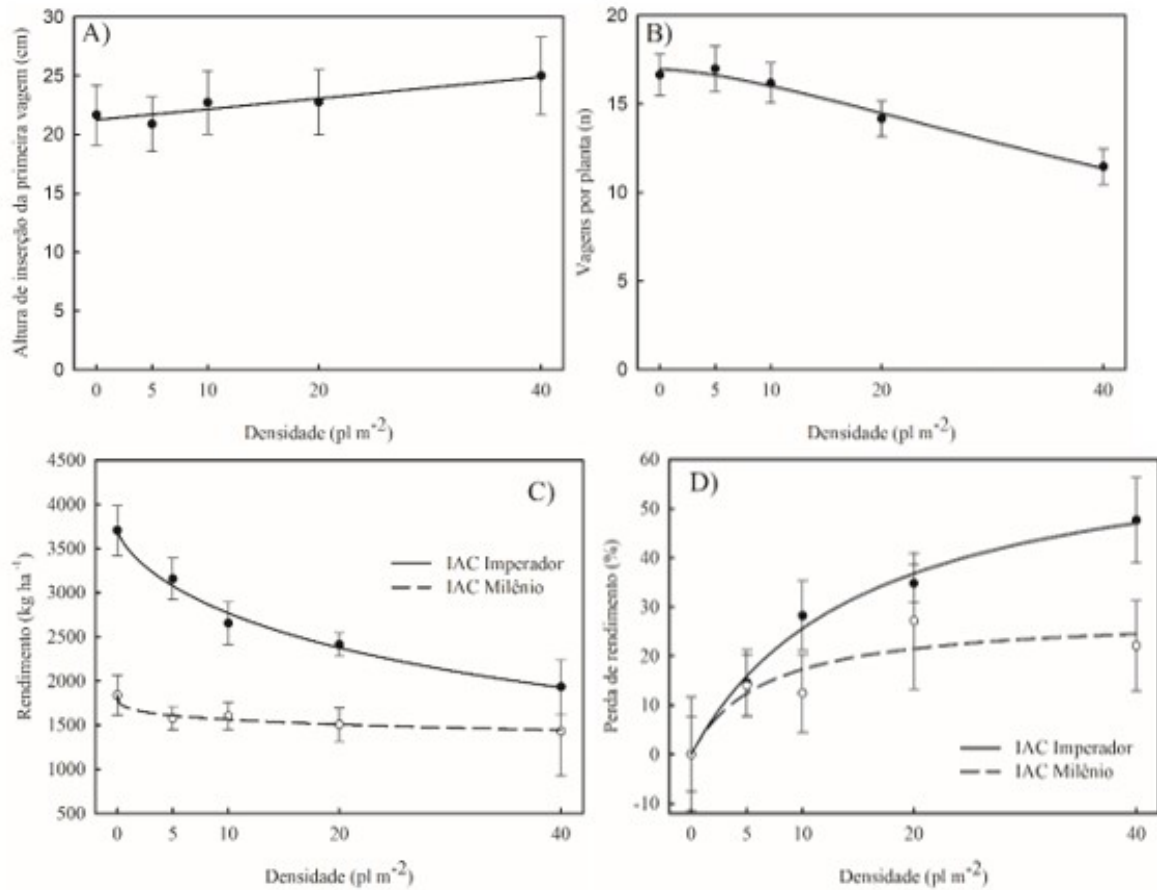
Tabela 5 – Altura de inserção de primeira vagem (cm) (AIPV), Vagens por planta (n) (VAG) grãos por vagem (n) (GVG) e Massa de mil grãos (g) (MMG) de plantas de feijão cultivar IAC Imperador e IAC Milênio. Os dados representam as médias de todas as densidades e das épocas de semeadura da soja. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021.

Cultivar	AIPV	VAG	GVG	MMG
IAC Imperador	12,74 b ^{1/}	17,99 a	4,16 a	207,85 a
IAC Milênio	32,67 a	12,21 b	3,81 b	173,13 b

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não se diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 2 – Impacto da densidade de plantas de soja (duas épocas de estabelecimento, 0 e 7 dias após o plantio de duas cultivares de feijão, IAC Milênio e IAC Imperador), sobre: A) altura de inserção de primeira vagem (cm), B) Vagens por planta (n°), C) Perda de rendimento de grãos (kg ha⁻¹) e D) Perda de rendimento de grãos (%) de plantas de feijão. Cada ponto representa a média de três repetições e as barras representam o erro padrão da média. Os parâmetros são apresentados nas tabelas 7 e 8. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021



Fonte: Autoria própria (2021).

A análise estatística para o número de vagens (VAG), grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (MMG) demonstrou efeito simples para cultivar (Tabela 5). A cultivar IAC Milênio apresentou 32, 8 e 17% menores VAG, GVG e MMG, respectivamente, em relação a cultivar IAC Imperador. Essas diferenças se devem a características intrínsecas do material. Houve efeito simples para densidade de plantas para a variável VAG, sendo que, de acordo com o incremento da densidade de plantas o VAG foi reduzido, atingindo decréscimo de 30% na densidade de 40 plantas m⁻² (Figura 2B).

Conforme demonstrado por Machado *et al.* (2015), o aumento da densidade de plantas daninhas impactou negativamente o VAG, provocado pela redução no número de ramos por planta. A competição entre plantas provoca uma maior competição por luz, fator que favorece o estiolamento dos ramos do terço superior

em detrimento dos ramos do terço inferior, resultando também em maior altura de inserção de primeira vagem.

Quando plantas de soja se estabeleceram simultaneamente foi observado menor VAG (14%) (Tabela 6). O potencial de interferência de plantas de soja tende a ser maior quando elas se estabelecem na área antes das plantas de feijão. Comprovadamente plantas que se estabelecem antes possuem maior capacidade de capturar recursos antecipadamente garantindo maior potencial produtivo.

O rendimento do feijão estabelecido no mesmo dia da soja também foi menor (21%) quando comparado ao estabelecimento de plantas de soja posteriormente ao feijão (Tabela 6). As diferenças observadas entre genótipos se devem a características próprias de cada cultivar. A cultivar IAC Milênio possui maior período vegetativo e potencial produtivo de 2700 kg ha⁻¹ enquanto que a cultivar IAC Imperador, apesar de possuir período vegetativo mais curto apresenta potencial produtivo de 4700 kg ha⁻¹ (IAC, 2020).

Tabela 6 – Vagens por planta (n) (VAG) e Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) (REND) de feijão em duas épocas de estabelecimento da cultura da soja. Os dados representam as médias de todas as densidades e das cultivares de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021

Época de estabelecimento	NVAG	REND
0 DAS ^{1/}	14,15 b ^{2/}	1999,58 b
7 DAS	16,10 a	2421,99 a

^{1/} Dias após a semeadura da soja

^{2/} Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não se diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autoria própria (2021)

Esta diferença de produtividade entre as cultivares foi encontrada no experimento, que teve rendimento de grãos distintos entre os genótipos (parâmetro “a” Tabela 7). A cultivar IAC Imperador atingiu produtividade máxima de 3716 kg ha⁻¹ e redução para 1926 kg ha⁻¹ (redução de 48%) quando em densidade de 40 plantas de soja m⁻². A cultivar IAC Milênio apresentou rendimento máximo de 1836 kg ha⁻¹. Esta diferença de produtividade entre as cultivares foi encontrada no experimento, que teve rendimento de grãos distintos entre os genótipos (parâmetro “a” Tabela 7). A cultivar IAC Imperador atingiu produtividade máxima de 3716 kg ha⁻¹ e redução para 1926 kg ha⁻¹ (redução de 48%) quando em densidade de 40 plantas de soja m⁻². A cultivar IAC Milênio apresentou rendimento máximo de 1836 kg ha⁻¹, inferior a cultivar IAC Imperador. Submetido a densidade de 40 plantas de soja m⁻² a

cultivar IAC Milênio reduziu produtividade em 1443 kg ha⁻¹ (22%), se comparado a cultivar IAC Imperador.

Ainda que a resposta da interferência de plantas de soja sobre as duas cultivares tenha sido distinta, o nível crítico de dano (NCD) foi semelhante em ambas as cultivares. Observou-se que uma planta de soja m⁻² foi capaz de reduzir cerca de 4% do rendimento de grãos em ambas as cultivares (Tabela 8). Isso acontece porque o valor de NCD (parâmetro *i*) corresponde à tangente do ângulo da hipérbole retangular na região da curva em que a densidade de infestante está próximo a zero (COUSENS, 1986). Dessa forma o parâmetro *i* não identifica o impacto negativo sobre o rendimento de grãos quando em densidades mais elevadas, superior na IAC Imperador do que na IAC Milênio, porém é um parâmetro muito útil para estimar perdas com densidades menores, normalmente próximas ao nível de dano econômico (NDE).

Tabela 7 – Parâmetros para determinar o impacto de densidades de plantas de soja sobre a altura de inserção da primeira vagem (AIPV) (cm), Número de vagens por planta (VAG) e Rendimento de grãos (REND) (kg ha⁻¹) em plantas de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021

Variável	Parâmetros			R ²	QME	p
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>D</i> ₅₀			
AIPV ^{1/}	-	21,24 (0,42)*	0,09 (0,02)**	-	0,82	0,41 0,02
VAG ^{2/}	-	16,96 (0,36)**	1,52 (0,32)*	63,57 (8,32)*	0,96	0,18 0,01
REND ^{2/}	IAC Imperador	3716,55 (100,91)**	0,72 (0,10)*	44,28 (6,97)*	0,99	10316,42 0,01
	IAC Milênio	1835,98 (36,95)**	0,31 (0,10)	2566,86 (3994,22)	0,97	1367,11 0,03

* e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente

^{1/} Polinomial linear

^{2/} Modelo logístico de 3 parâmetros

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 8 – Parâmetros da equação para determinar o impacto de densidades de plantas de soja sobre a perda de rendimento de grãos (REND) de plantas de feijão. UTFPR, Pato Branco – PR, 2021

Variável	Parâmetros			R ²	p
	<i>a</i>	<i>D</i> ₅₀	<i>i</i>		
IAC Imperador	65,22 (5,96)**	15,46 (3,31)*	4,22	0,99	0,0004
IAC Milênio	28,49 (7,35)*	6,48 (5,61) ^{NS}	4,40	0,85	0,02

* e ** significativo a 5 e a 1% de probabilidade;

^{1/} Hipérbole retangular.

Fonte: Autoria própria (2021)

O NCD da interferência de plantas de soja sobre o feijão foi semelhante ao causado por *Euphorbia heterophilla* (2,4 a 5,5) (MACHADO *et al.*, 2015), superior ao

encontrado quando em interferência com *Brachiaria plantaginea* (0,4 a 0,7) (KALSING *et al.*, 2013) e inferior ao de plantas de milho sobre o feijão (27 a 35) (AGUIAR, 2018). Isso dá ênfase no dano provocado por plantas de soja em meio a cultura do feijão. De acordo com Radosevich *et al.* (2007), quanto maior for a semelhança morfológica entre as culturas, maior é a competição. Como exemplo a cultura da soja, o NCD pode variar de 0,97 a 36,42 a depender da época de estabelecimento e da espécie de planta daninha (RIZZARDI *et al.*, 2013; FLECK *et al.*, 2004; TREZZI *et al.*, 2015; PAGNONCELLI *et al.*, 2017).

6 CONCLUSÕES

A área foliar das cultivares de feijão IAC Milênio e IAC Imperador, decresceram conforme aumentou-se a densidade de plantas de soja voluntária;

As plantas de feijão das cultivares IAC Milênio e IAC Imperador apresentaram incremento na altura de inserção da primeira vagem, conforme aumentou-se a densidade de plantas de soja voluntária;

O rendimento de grãos de feijão das cultivares IAC Milênio e IAC Imperador foi 21% menor, quando o estabelecimento da soja voluntária deu-se no mesmo dia que a cultura principal, se comparado ao estabelecimento de planta de soja posteriormente ao feijão;

A presença de cada planta de soja por metro quadrado reduziu cerca de 4% do rendimento de grãos das cultivares de feijão IAC Milênio e IAC Imperador;

Constatou-se diferenças de rendimento e de mato competição em relação as cultivares de feijão IAC Milênio e IAC Imperador.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C. M. de. **Interferência e nível de dano econômico de milho voluntário em feijão**. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2018.
- BARROSO, A. A. M.; YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. da C. A. 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.
- BASSINELLO, P. Z. **Grãos**. Embrapa Arroz e Feijão, 2007. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/CONTAG01_2_28102004161635.html. Acesso em: 15 abr. 2019.
- BAUER, T. A.; MORTENSEN, D. A. A comparison of economic and economic optimum thresholds for two annual weeds in soybeans. **Weed Technology**, n. 1, v. 6, p. 228-235, 1992.
- BHERING, S. B. *et al.* Mapa de solos do Estado do Paraná, legenda atualizada. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2008. **Anais [...]**. Colombo: EMBRAPA/ IAPAR, 2008.
- BONATTO, C. **Produção de feijão e sorgo safrinha em área de sequeiro na região do PAD-DF**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia) – Faculdades Integradas, União Pioneira de Integração Social, Planaltina, 2008.
- BOND, J. A.; WALKER, T. Control of volunteer Glyphosate-Resistant Soybean in rice. **Weed Technology**, v. 23, n. 2, p. 225-230, 2009.
- BORCHARTT, L. *et al.* Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS / CONGRESSO DE LA ASOCISÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 26., 2008. **Anais [...]**. Ouro-Preto: SBCPD, 2008.
- BORCHARTT, L. *et al.* Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 725-734, 2011.
- COBLE, H. D.; MORTENSEN, D.A. The treshold concept and its application to weed science. **Weed Technology**, v. 6, n. 1, p. 191-195, 1991.
- COBUCCI, T.; DI STEFANO, J. G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56p.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/item/download/30348_aa345b3df6694e420f12eedc8ffb970d. Acesso em: 20 jan. 2020.
- CORTELIA, M. S. Com reflexões, Cortella encerra o Congresso Internacional ABF. Disponível em: <https://www.abf.com.br/com-reflexoes-cortella-encerra-o-congresso-internacional-abf/>. Acesso em: 30 de jul. 2021.

COUSENS, R. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and statistical comparison with other models. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, n. 105, p. 513-521, 1985.

CUSSANS, G. W.; COUSENS, R. D.; WILSON, B. J. Thresholds for weed control - The concepts and their interpretation. In: EWRS SYMPOSIUM WEED CONTROL, 1., 1986. **Anais [...]**. Brighton:..., 1986. p.253-260.

FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Commodities by country**, 2019. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country. Acesso em: 15 abr. 2019.

FLECK, N. G. *et al.* Interferência de picão-preto e guaxuma com a soja: efeitos da densidade de plantas e época relativa de emergência. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 41-48, 2004.

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.

GLASS, E. H. **Integrated pest management: rationale, potential, needs and implementation**. College Park: Entomological Society of America, 1975. 102p.

IAC, Instituto Agronômico de Campinas. **Centro de Grão e Fibras: Cultivares de Feijoeiro IAC**, 2014; Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/feijao.php> . Acesso em: 15 mai. 2019.

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

KAPPES, C. *et al.* Feijão comum: características morfo-agronômicas de cultivares. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Ciência e tecnologia na cadeia produtiva do feijão**, Campinas: Instituto Agronômico, 2008.

KOZLOWSKI, L. A. *et al.* Interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Anais [...]**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999, p.499-502.

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.

LAMEGO, F. P. *et al.* Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja: I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 405-414, 2005.

LYBECKER, D. W.; SCHWEIZER, E. E.; KING, R. P. Weed management decisions in corn based on bioeconomic modeling. **Weed Science**, v. 39, n. 1, p. 124-129, 1991.

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.

MACHADO, A. B. **Impacto agrônômico e dano econômico da interferência entre leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em intervalos distintos de semeadura**. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

MACHADO, C. M. *et al.* Impact of the hard-to-cook phenomenon on phenolic Antioxidants in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 9, p. 3102-3110, 2008.

OERKE, E.C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 1, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, M. G. C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília: Embrapa, 2018. 62p.

PAGNONCELLI, Fortunato de Bortoli *et al.* Morning glory species interference on the development and yield of soybeans. *Bragantia*, v. 76, n. 4, p.470-479, 2017.

PARREIRA, M. C. **Influência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro em função do espaçamento e da densidade de plantas**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

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.

PITELLI, R. A. *et al.* Efeito de período de controle de plantas daninhas na cultura de amendoim. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 389-397, 2002.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informativo Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

PORTUGAL, J.M.; VIDAL, R.A. Níveis econômicos de prejuízos de plantas infestantes nas culturas agrícolas: conceitos, definições e formas de cálculo. **Revista Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 869-877, 2009.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Ecology of weeds and invasive plants**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 457p.

RAMOS, L. R. M.; PITELLI, R. A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 1523-1531, 1994.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2013. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 mai. 2019.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D. Nível de dano econômico como critério para controle de picão-preto em soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 273-282, 2003.

SALGADO, T. P. *et al.* Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 443-448, 2007.

SANTOS, J. B. *et al.* Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 147-153, 2003.

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Feijão - Análise da conjuntura agropecuária**. DERAL, Departamento de Economia Rural, dez. 2018. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/feijao_2019_v1.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A; HORSZYN, D. Interação entre densidade e período de convivência de plantas daninhas no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS, 27., 2010. **Anais [...]**. Ribeirão Preto: SBCPD, p. 775-779, 2010.

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.

TREZZI, M. M. *et al.* Impact of *Conyza bonariensis* density and establishment period on soyabean grain yield, yield components and economic treshold. **Weed Research**, v. 55, n.1, p. 34-41, 2015.

TOLEDO, A. *et al.* Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 1, p. 710-719, 2008.

VICTORIA FILHO, R.. Manejo integrado de plantas daninhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., **Anais [...]**, Piracicaba:..., 1994. p. 100-111.

VIDAL, R. A.; LAMEGO, F. P. Introdução a competição entre plantas daninhas e cultivadas. In: VIDAL, R. A.; LAMEGO, F. P. **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição**. Porto Alegre: Evangral, 2010. 132p.

VIDAL, R. A.; PORTUGAL, J. M. Definições e terminologias sobre nível crítico de dano (NCD) na Herbologia. In: SKORA NETO, F.; PORTUGAL, J.; VIDAL, R. A. (Ed.). **Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais**. Porto Alegre: Evangraf, 2010.

VIDAL, R. A. *et al.* Nível crítico de dano (NDC) de infestantes na cultura do feijão. In: SKORA NETO, F.; PORTUGAL, J.; VIDAL, R. A. (Ed.). **Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 32-38.

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.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. P.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.