

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CAMPUS FREDERICO
WESTPHALEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
AGRICULTURA E AMBIENTE

Marina Luiza Cuchi

**DESFOLHA INICIAL DO FEIJÃO E SEU IMPACTO NA
HABILIDADE COMPETITIVA COM PLANTAS DANINHAS**

Frederico Westphalen, RS
2022

Marina Luiza Cuchi

**DESFOLHA INICIAL DO FEIJÃO E SEU IMPACTO NA
HABILIDADE COMPETITIVA COM PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Diecson Ruy Orsolin da Silva

Frederico Westphalen, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Cuchi, Marina Luiza
Desfolha inicial do feijão e seu impacto na habilidade competitiva com plantas daninhas/ Marina Luiza Cuchi.- 2022.
73 p.; 30 cm

Orientador: Diecson Ruy Orsolin Da Silva
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2022

1. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO SUBMETIDO A DESFOLHA INICIAL E PERÍODOS DE CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS 2. PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO FEIJÃO SOB NÍVEIS DE DESFOLHA INICIAL I. Da Silva, Diecson Ruy Orsolin II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, MARINA LUIZA CUCHI, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Marina Luiza Cuchi

**DESFOLHA INICIAL DO FEIJÃO E SEU IMPACTO NA
HABILIDADE COMPETITIVA COM PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 17 de fevereiro de 2022:

Diecson Ruy Orsolin da Silva, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)

Leandro Galon, D. Sc. (UFFS)

Frederico Westphalen, RS
2022

DEDICATÓRIA

*A minha família, meus pais Valcir Cuchi e Rejani, meu irmão Bruno Cuchi,
por toda apoio, suporte e inspiração, dedico-lhes esse trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me proporcionar saúde e força.

Aos meus pais Valcir Cuchi e Rejani Leseux, e meu irmão Bruno Cuchi por todo apoio, compreensão e suporte durante essa caminhada. Pelos ensinamentos, carinho e principalmente por me incentivarem a sempre continuar, mesmo diante de tantas dificuldades.

Ao meu orientador Diecson Ruy Orsolin da Silva, que mesmo diante de uma pandemia se fez presente, me auxiliando em todas as minhas dúvidas. Obrigado pelos conselhos, ensinamentos e pela amizade.

A minha professora Gizelli Moiano de Paula, por me ajudar com o desenvolvimento do trabalho. Obrigada por me acompanhar e por disponibilizar seu tempo para me ensinar.

À UFSM e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, pela possibilidade da realização desse trabalho.

Aos professores Claudir José Basso e Leandro Galon pela disponibilidade em participar da banca de defesa.

Aos meus amigos Aline Primon e Claiton Nardini por me ajudarem desde o início desse projeto, vocês foram fundamentais para que esse trabalho fosse realizado. Obrigada por essa amizade e cuidado.

Aos demais amigos Nicole Schrenk, Luciana Signori, Vinícius Wolmuth, que participaram nas avaliações do feijão. Obrigada por disponibilizarem seu tempo e carinho!

Aos colaboradores do Laboratório de Agricultura e do Laboratório de Plantas Daninhas e Laboratório de Extrativos Aromáticos por contribuírem com o desenvolvimento desse trabalho.

E a todas as pessoas que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização deste sonho.

RESUMO

DESFOLHA INICIAL DO FEIJÃO E SEU IMPACTO NA HABILIDADE COMPETITIVA COM PLANTAS DANINHAS

AUTORA: Marina Luiza Cuchi
ORIENTADOR: Diecson Ruy Orsolin da Silva

Dentre os fatores que podem causar prejuízos ao feijão (*Phaseolus vulgaris*) destacam-se o ataque de insetos desfolhadores e a interferências das plantas daninhas nos estádios iniciais. A desfolha ocasionada por insetos no início do ciclo da cultura pode alterar a habilidade competitiva do feijão e resultar na antecipação das medidas de controle das plantas daninhas. Diante disso, o trabalho tem como objetivos (1) avaliar o efeito de diferentes níveis de desfolha nos estádios iniciais do feijão e períodos crescente de convivência com as plantas daninhas no crescimento e desenvolvimento do feijão; (2) avaliar o impacto da desfolha inicial do feijão no período anterior à interferência das plantas daninhas. A pesquisa foi desenvolvida nos anos 2020/2021 em campo experimental da Universidade Federal de Santa Maria-*campus* Frederico Westphalen. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Foram testados os fatores: sete períodos de convivência com as plantas daninhas (0, 7, 14, 21, 28, 35 e todo ciclo) alocados nas parcelas principais, e diferentes níveis de desfolha inicial no feijão (em média 0, 47 e 82%) alocados nas subparcelas, após cada período a cultura foi mantida livre da infestação de plantas daninhas até o final do ciclo. No ano 2019/20 os níveis de desfolha inicial foram estimados em 0, 45 e 78%, enquanto que na safra 2020/21 foram de 0,50 e 88%. No artigo I, foram avaliados a densidade de plantas daninhas, índice de área foliar, cobertura do solo, radiação fotossinteticamente ativa interceptada, massa seca de plantas daninhas, massa seca total do feijão e plastocrono. No artigo II foram avaliados o número de legumes, peso de legumes, produtividade do feijão e determinação do período anterior a interferência das plantas daninhas. Observou-se que a desfolha reduziu significativamente o índice de área foliar e a massa seca total de feijão e aumentou a massa seca de plantas daninhas e o plastocrono. Desfolhas de 78% e 88% sob convivência com plantas daninhas durante todo o ciclo reduz em até 79% a massa seca total do feijão. A desfolha de 88% aumentou o plastocrono em 15°C dia nó⁻¹ e 30°C dia nó⁻¹ sob convívio com plantas daninhas. Níveis elevados de desfolha nos estádios iniciais do feijão reduzem o período anterior a interferência, ocorrendo aos 13 dias após a emergência para o maior custo de controle e reduz os componentes de rendimento ocasionando perdas de até 44% na produtividade final mesmo sob condição livre da convivência com as plantas daninhas. Os resultados indicam a necessidade de integrar o manejo de insetos e plantas daninhas no sistema a fim de evitar perdas na produtividade.

Palavras chaves: Período anterior a interferência. Desfolha simulada. Insetos desfolhadores. *Phaseolus vulgaris*. Plastocrono. Eficiência do uso da radiação.

ABSTRACT
EARLY DEFOLIATION OF BEAN AND ITS IMPACT ON COMPETITIVE ABILITY
WITH WEEDS

AUTHOR: Marina Luiza Cuchi
ADVISOR: Diecson Ruy Orsolin da Silva

Among the factors that can cause damage to beans (*Phaseolus vulgaris*) are the attack of defoliating insects and the interference of weeds in the initial growth stages. Defoliation caused by insects at early crop cycle can alter the bean's competitive ability and result in the anticipation of weed control measures. Therefore, the objective of this work is (1) to evaluate the effect of different levels of defoliation in the early growth stages of common bean and increasing periods of coexistence with weeds on the growth and development of crop; (2) to evaluate the impact of early defoliation of bean in the period prior to weed interference. The research was carried out in the years 2020/2021 and 2021/2022 in an experimental field at the Federal University of Santa Maria-campus Frederico Westphalen. A randomized block design with four replications, in split plots, was used. The factors were tested: seven periods of coexistence with the weeds (0, 7, 14, 21, 28, 35 and all cycle) allocated in the main plots, and different levels of initial defoliation in the common bean (on average 0, 47 and 82 %) allocated in the subplots, after each period the culture was kept free from weed infestation until the end of the cycle. In article I, weed density, leaf area index, soil cover, intercepted photosynthetically active radiation, weed dry mass, total dry mass of beans and plastochron were evaluated. In article II, the number of legumes, weight of legumes, bean yield and determination of the period prior to weed interference were evaluated. It was observed that defoliation significantly reduced the leaf area index and the total dry mass of beans and increased the weed dry mass and plastochron. Defoliation of 78% and 88% under weed coexistence throughout the cycle reduces the total dry mass of beans by up to 79%. Defoliation of 88% increased plastochron at 15°C day node⁻¹ and 30°C day node⁻¹ in weedy conditions. High levels of defoliation in the early growth stages of bean reduce the period before interference, occurring at 13 days after emergence for the highest control cost and reduces yield components causing losses of up to 44% in final yield even under weed free conditions and with the weeds. The results indicate the need to integrate the management of insects and weeds in the system in order to avoid yield losses.

Keywords: Period prior to interference. Simulated defoliation. Defoliating insects. *Phaseolus vulgaris*. Plastochron. Efficiencies use radiation.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

- TABELA 1- Características físico-químicas (0-20cm) dos solos nos locais de condução dose experimentos.....22
- TABELA 2- Espécies e densidade das plantas daninhas de maior incidência presente nos experimentos em 2020/2021 e 2019/2020.....27
- TABELA 3- Níveis de desfolha média para os anos 2020/2021 e 2019/2020.....28
- TABELA 4.- Índice de área foliar (IAF)¹ e radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{inter})¹ no estágio R6 e plastocrono em função dos diferentes níveis de desfolha.....29
- TABELA 5- Correlação Pearson entre produtividade para as variáveis, Índice de área foliar (IAF), Radiação Fotossinteticamente interceptada (RFA_{inter} MJ m⁻²), Massa seca de plantas daninhas (MSPD g m⁻²), Massa seca total do feijão (MSTF g m⁻²) e Plastocrono (°C dia⁻¹).....37

ARTIGO II

- TABELA 1- Características físico-químicas dos solos na camada de 0-20 cm nos locais de condução dos experimentos.....49
- TABELA 2- Espécies e densidade das plantas daninhas de maior incidência presente nos experimentos em 2020/2021 e 2019/2020.....54
- TABELA 3- Níveis de desfolha simulada para cada ano e a média de ambos anos de 2020/2021 e 2019/2020.....55
- TABELA 4- Número de legumes¹ e peso de legumes¹ influenciados pelos níveis de desfolha em 2020/2021 e 2019/2020.....57
- TABELA 5- Período anterior a interferência com base no número de dias após a emergência do feijão (DAE), número de nós na haste principal (NN), e de graus dias acumulados (°C dia⁻¹) em função da porcentagem de desfolha inicial e custo de controle (CC%) nas safras 2020/2021 e 2019/2020.....60

TABELA 6- Perdas na produtividade ocasionada pelos níveis de desfolha em sob condição livre do convívio com plantas daninhas.....	61
---	----

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

- FIGURA 1- Precipitação acumulada (mm), temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$) e graus dias acumulados durante a condução dos experimentos nas safras 202019/20 e 2020/2021.....23
- FIGURA 2- Índice de área foliar do feijão (IAF) no estágio R6 em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial da cultura nos anos 202019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....30
- FIGURA 3- Porcentagem da cobertura do solo pelo dossel do feijão ao longo do ciclo da cultura nas condições de presença e ausência das plantas daninhas durante todo o ciclo e dos níveis de desfolha inicial do feijão: 0% (A), 50% (B) e 88% (C) em 2020/2021. ● sem interferência (SI) ○ com interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....31
- FIGURA 4- Radiação fotossinteticamente ativa interceptada ($\text{RFA}_{\text{inter}} \text{ MJ m}^{-2}$) pela planta de feijão no estágio R6 em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas nos anos 202019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....32
- FIGURA 5- Massa seca de plantas daninhas (MSPD g m^{-2}) em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial do feijão nos anos 202019/2020 (A), e 2020/2021 (B).GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....33
- FIGURA 6- Massa seca total do feijão em R6 em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial do feijão nos anos 202019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....34
- FIGURA 7- Plastocrono do feijão ($^{\circ}\text{C dia nó}^{-1}$) em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial do feijão nos anos 202019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....36

ARTIGO II

- FIGURA 1- Precipitação acumulada (mm), temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$) e graus dias acumulados durante a condução dos experimentos nos anos 2019/20 (A) e 2020/2021 (B).....50
- FIGURA 2- Número de legumes e peso de legumes do feijão em função da duração da interferência das plantas daninhas nos anos 2019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....56
- FIGURA 3- Produtividade do feijão em função da porcentagem de desfolha inicial e duração da convivência das plantas daninhas nas safras 2019/2020 (A) e 2020/2021 (B). Porcentagem de desfolha ($\bullet=0$; $\circ=45\%$ e $\blacktriangledown=78\%$) para o ano 2019/2020; (\bullet =média das porcentagens de desfolha) para o ano 2020/2021. GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).....58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1 HIPÓTESES	15
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 ARTIGO I - CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO SUBMETIDO A DESFOLHA E PERÍODOS DE CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS	17
2.1 INTRODUÇÃO	20
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
2.4 CONCLUSÃO.....	38
2.5 REFERÊNCIAS	39
3 ARTIGO II - PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO FEIJÃO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE DESFOLHA INICIAL	44
3.1 INTRODUÇÃO	47
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.4 CONCLUSÃO.....	63
3.5 REFERÊNCIAS	64
4 CONCLUSÃO GERAL	67
5 REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE A- CAPITULO I	71
APÊNDICE B- CAPITULO II	72
APÊNDICE C- CAPITULO II	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) juntamente com o arroz, compõe um dos principais pratos consumidos pelos brasileiros, com importância social e econômica (Souza et al. 2013). O feijão é fonte de proteínas, fibras, carboidratos complexos, vitaminas e micronutrientes (DERAL, 2018). Atualmente, o Brasil é considerado o terceiro maior produtor com 11% do total mundial, englobando o cultivo dos feijões preto, cores e caupi (DERAL, 2020).

O feijão-comum pode ser cultivado no Brasil em três safras durante o ano agrícola devido ao ciclo curto. A primeira é denominada “safra das águas” com cultivo nos meses de agosto a novembro. A segunda é a “safra da seca”, na qual o cultivo ocorre em um único período em consórcio com milho, nos meses de dezembro a abril, na região Norte. A terceira é “safra de outono/inverno” que ocorre nos meses de abril a julho, na região centro-sul do país (Silva et al. 2016). A área destinada a se cultivar feijão foi de 2.923,3 mil hectares, com produção de 2.856,1 mil toneladas (CONAB, 2021). A produtividade em áreas de cultivo tecnificado ultrapassa as 3t ha⁻¹, no entanto a maior concentração de cultivo é efetuada pela agricultura familiar, onde se tem escassa tecnologia e baixos investimentos na adubação, sementes de qualidade, controle de pragas, dentre outras reduzindo os índices médios produtivos da cultura (Bini e Canever, 2015).

A infestação de plantas daninhas no feijão também contribuí para se ter baixos índices produtivos, uma vez que, a supressão das espécies infestantes depende diretamente das taxas de crescimento inicial da cultura, responsável por suprimir o seu desenvolvimento inicial. No entanto, o feijão apresenta baixa capacidade de competição, por apresentar crescimento lento e limitação de sombrear o solo (Manebe et al. 2015; Teixeira et al. 2009).

A capacidade competitiva das culturas contra as plantas daninhas é influenciada por fatores fisiológicos e morfológicos, atributos que permitem a captação e exploração dos recursos disponíveis do meio. Esses, em um dossel vegetativo misto entre cultura e plantas daninhas, dependem da eficiência do uso da radiação em função da interceptação de radiação solar, que é determinado pelo índice de área foliar, altura de planta e características intrínsecas das folhas na captação de luz (ângulo de orientação, espessura e distribuição vertical da área foliar) (Swanton et al. 2015).

A convivência do feijão com plantas daninhas sem ocorrer redução significativa na produtividade é caracterizada como período anterior a interferência (PAI), apresentando variações

em função do cultivar, espécies e densidade populacional de planta daninha presente na área de cultivo (Oliveira et al. 2010; Machado et al. 2015; Fransceschetti et al. 2019). Trabalhos realizados por Fransceschetti et al. (2019) encontraram um PAI de 24 dias após a emergência (DAE) sob convívio com a espécie *Urochloa plantaginea*, para o feijão comum. Ao avaliar os períodos de interferência do feijão Borchatt et al. (2011) encontraram o PAI aos 4 DAE e o período total de prevenção a interferência até os 18 dias após a emergência. Parreira et al. (2014), utilizando diferentes cultivares, no estado de São Paulo, obtiveram PAI de 20 DAE para a BRS Pontal, 22 DAE para a cultivar Pérola e 7 DAE para a cultivar IPR Juriti.

A desfolha no feijão é outro fator que ocasiona reduções significativas, podendo chegar a perdas de 84,1% para níveis de desfolha de 100% aos 44 DAE (Schmidt et al. 2019). Os principais insetos pragas encontradas na cultura são coleópteros (*Diabrotica Speciosa*, *Cerotoma arcuata*) e lepidópteros (*Omiodes indicata*, *Urbanus proteus* e *Chrysodeixis includens*) (Quintela eBarbosa, 2015).

Qualquer fator que reduza a capacidade competitiva da cultura apresenta potencial para aumentar o desenvolvimento das plantas daninhas no sistema. Dessa forma, para uma estratégia de manejo eficiente é necessário levar em consideração o desfolhamento das culturas nos estádios iniciais de desenvolvimento associados a interferência das plantas daninhas, pois essas injúrias ocasionadas por pragas podem antecipar o período crítico de controle (Gustafson et al. 2006).

1.1 HIPÓTESES

A desfolha nos estádios iniciais de desenvolvimento do feijão reduz o período anterior a interferência das plantas daninhas.

O efeito de altos níveis de desfolha em estádios iniciais do feijão associado a períodos crescentes de convivência com plantas daninhas, promove redução significativa na produtividade pela redução da área fotossintética e atraso nos estádios fenológicos da cultura.

1.2 OBJETIVO GERAL

O estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de desfolha inicial no feijão e o efeito na habilidade competitiva com as plantas daninhas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o impacto de diferentes níveis de desfolha ocorridos nos estádios V2 a V3 do feijão e o efeito na determinação do período anterior a interferência.

Aferir as reduções na produtividade ocasionadas por elevadas desfolhas nos estádios iniciais da cultura do feijão associada a competição com períodos crescentes de convivência com plantas daninhas.

Estudar os efeitos da competição com plantas daninhas e diferentes níveis de desfolha nos componentes de produtividade, interceptação de radiação solar, índice de área foliar, massa seca do feijão e plastocrono.

2 ARTIGO I- CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO SUBMETIDO A DESFOLHA INICIAL E PERÍODOS DE CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS¹

¹ Capítulo será submetido à Revista Bragantia

RESUMO

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO SUBMETIDO A DESFOLHA E PERÍODOS DE CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS

AUTORA: Marina Luiza Cuchi

ORIENTADOR: Diecson Ruy Orsolin da Silva

A desfolha do feijão nos estádios iniciais podem reduzir a habilidade de competitiva com as plantas daninhas e atrasar o desenvolvimento da cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de desfolha nos estádios iniciais do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no seu crescimento desenvolvimento em função de períodos crescente de convivência com as plantas daninhas. Foram instalados dois experimentos a campo nos anos de 2019/2020 e 2020/2021. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Foram testados os fatores: sete períodos de convivência com as plantas daninhas (0, 7, 14, 21, 28, 35 e todo ciclo) alocados nas parcelas principais, e diferentes níveis de desfolha inicial no feijão (em média 0, 47 e 82%) alocados nas subparcelas, após cada período a cultura foi mantida livre da infestação de plantas daninhas até o final do ciclo. Avaliou-se a densidade e massa seca de plantas daninhas, índice de área foliar, cobertura do solo, radiação fotossinteticamente ativa interceptada, massa seca de plantas daninhas, massa seca total do feijão e plastocrono. Observou-se que a desfolha reduziu significativamente o índice de área foliar e a massa seca total de feijão e aumentou a massa seca de plantas daninhas e o plastocrono. Desfolhas de 78 e 88% sob convivência com plantas daninhas durante todo o ciclo reduz em até 79% a massa seca total do feijão. A desfolha simulada reduziu a cobertura de 50% do solo, sob competição com as plantas daninhas durante todo ciclo essa porcentagem de cobertura não foi atingida. A desfolha de 88% aumentou o plastocrono em 15°C dia m^{-1} e 30°C dia m^{-1} sob convívio com plantas daninhas. A redução no índice de área foliar compromete o crescimento e o desenvolvimento do feijão pela redução no acúmulo de fotoassimilados e conseqüentemente reduz sombreamento do solo, favorecendo o desenvolvimento e a captação de recursos disponíveis pelas plantas daninhas.

Palavras-chaves: Competição. Desfolha simulada. Radiação interceptada. Plastocrono.

ABSTRACT

GROWTH AND DEVELOPMENT OF BEANS SUBMITTED TO DEFOLIATION AND PERIODS OF COEXISTENCE WITH WEEDS

AUTHOR: Marina Luiza Cuchi

ADVISOR: Diecson Ruy Orsolin da Silva

Bean defoliation in the early stages can reduce the ability to compete with weeds and delay crop development. The objective of this work was to evaluate the effect of different levels of defoliation in the initial stages of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on its growth and development as a function of increasing periods of coexistence with weeds. Two field experiments were installed in the years 2019/2020 and 2020/2021. A randomized block design with four replications, in split plots, was used. The factors were tested: seven periods of coexistence with the weeds (0, 7, 14, 21, 28, 35 and all cycle) allocated in the main plots, and different levels of initial defoliation in the common bean (on average 0, 47 and 82 %) allocated in the subplots, after each period the culture was kept free from weed infestation until the end of the cycle. We evaluated weed density and dry mass, leaf area index, soil cover, intercepted photosynthetically active radiation, weed dry mass, total dry mass of beans and plastochron. It was observed that defoliation significantly reduced the leaf area index and the total dry mass of beans and increased the weed dry mass and plastochron. Defoliation of 78 and 88% under weed coexistence throughout the cycle reduces the total dry mass of beans by up to 79%. The simulated defoliation reduced the cover of 50% of the soil, under competition with the weeds during the whole cycle this percentage of cover was not reached. Defoliation of 88% increased plastochron at 15°C day node⁻¹ and 30°C day node⁻¹ under weed contact. The reduction in the leaf area index compromises the growth and development of beans by reducing the accumulation of photoassimilates and consequently reduces soil shading, favoring the development and uptake of available resources by weeds.

Keywords: Competition. Simulated defoliation. Intercepted radiation. Plastochron.

2.1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por alimentos nos últimos anos tem impulsionado o consumo de alimentos ricos em micronutrientes e fontes de proteínas, como o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (Coelho e Ximenes, 2020). O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão, com produção média anual no ano agrícola 2021/2022 de 27,1 mil toneladas, cultivadas em 10,3 mil hectares apresentando acréscimo de 4% na área ocupada pela leguminosa em relação à safra anterior, as produtividades alcançaram em média 2.630 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Considerando a importância do feijão no país, é de suma importância o investimento em tecnologia, visando a redução dos custos produtivos, aumentar a renda líquida aos produtores, e a o produto final de maior qualidade.

Prejuízos expressivos na produtividade podem ser ocasionados por pragas desfolhadoras. Uma lagarta de *Helicoverpa armigera* por planta durante três dias é capaz de consumir cerca de 25% da área foliar de uma plântula de feijão (Vinha et al. 2019). A *diabrotica speciosa* também pode ocasionar danos significativos na área foliar do feijão, segundo Silva et al. (2003) ao avaliarem o potencial de dano causado por essa espécie durante 24 horas, determinaram que uma desfolha de 25% aos 24 DAE ocasiona uma redução de até 21,7% na produtividade do feijão.

A cultura do feijão apresenta susceptibilidade a desfolha em todos os estádios de desenvolvimento, entretanto, os maiores níveis de danos são observados sob desfolhas elevadas no período da emergência a floração (Batista et al. 1992). Isso ocorre em função da redução da área foliar, inferindo diretamente na capacidade da interceptação da radiação solar e no acúmulo de biomassa (Caron et al., 2014). Assim, o acúmulo de biomassa depende da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) que é absorvida pelas folhas, revelando a eficiência de conversão da radiação em fotoassimilados pelo processo fotossintético (Teixeira et al. 2015).

Diversos trabalhos relatam os efeitos negativos da desfolha simulada sobre a produtividade do feijoeiro. Schmildt et al. (2019) menciona redução de 84% na produtividade sob desfolha de 100% aos 44 DAE. Camello et al. (2021) aponta que a produtividade do feijão comum foi prejudicada com níveis de desfolha acima dos 50%, nos estádios R5 e R6. A capacidade do feijão de se recuperar das desfolha está atrelada a época e a intensidade de desfolha ocorrida (Schmildt et al., 2010).

Nesse contexto, modificações nos parâmetros fotossintéticos da cultura permite maior mitigação no desenvolvimento do dossel vegetativo, podendo indicar maior dano competitivo das plantas daninhas (Gustafson et al. 2006). Segundo Procópio et al. (2004) as plantas daninhas são mais eficientes na utilização de luz e água por unidade de área foliar em relação a cultura do feijão, pois apresentam maior massa seca e maior enfolhamento. Os principais danos à produtividade devido a interferência nos estádios iniciais de desenvolvimento, período que apresenta grande competição pelos recursos disponíveis: água, luz e nutrientes (Wandscheer et al. 2013). As perdas ocasionadas pelo convívio com plantas daninhas durante todo ciclo chegam a 90% da produtividade de grãos (Oliveira et al. 2010).

Existem várias abordagens sobre a interferência das plantas daninhas e desfolhas simuladas no feijão avaliados de forma isoladas, entretanto não há estudos sobre a interação desses fatores na cultura do feijão. Nesse sentido, a hipótese do trabalho foi de que a desfolha simulada nos estádios iniciais do feijão reduz a interceptação de radiação solar da cultura e conseqüentemente o acúmulo de massa seca e o número de nós da cultura, favorecendo o aumento da habilidade competitiva das plantas daninhas. Portanto, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de desfolha simulada nos estádios iniciais do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no seu crescimento e desenvolvimento em função de períodos crescente de convivência com as plantas daninhas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos a campo no ano de 2020/2021 e 2021/2022 na Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen, RS. Os experimentos foram conduzidos em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2018) e suas características físico-químicas são apresentadas na Tabela 1. Os dados de precipitação, temperatura, e graus dias acumulados durante a condução dos experimentos estão apresentadas na Figura 1.

Tabela 1- Características físico-químicas (0-20cm) dos solos nos locais de condução dos experimentos.

Ano	pH	M.O.	Argila	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	STB ¹
		%		mg.dm ⁻³			Cmol.dm ⁻³		%	
2019/20	5,9	4,0	67	4,50	332	7,44	3,51	0,0	11,8	82,4
2020/21	5,2	2,5	67	2,80	139	4,20	3,30	0,1	14,1	55,9

¹Saturação de Bases.

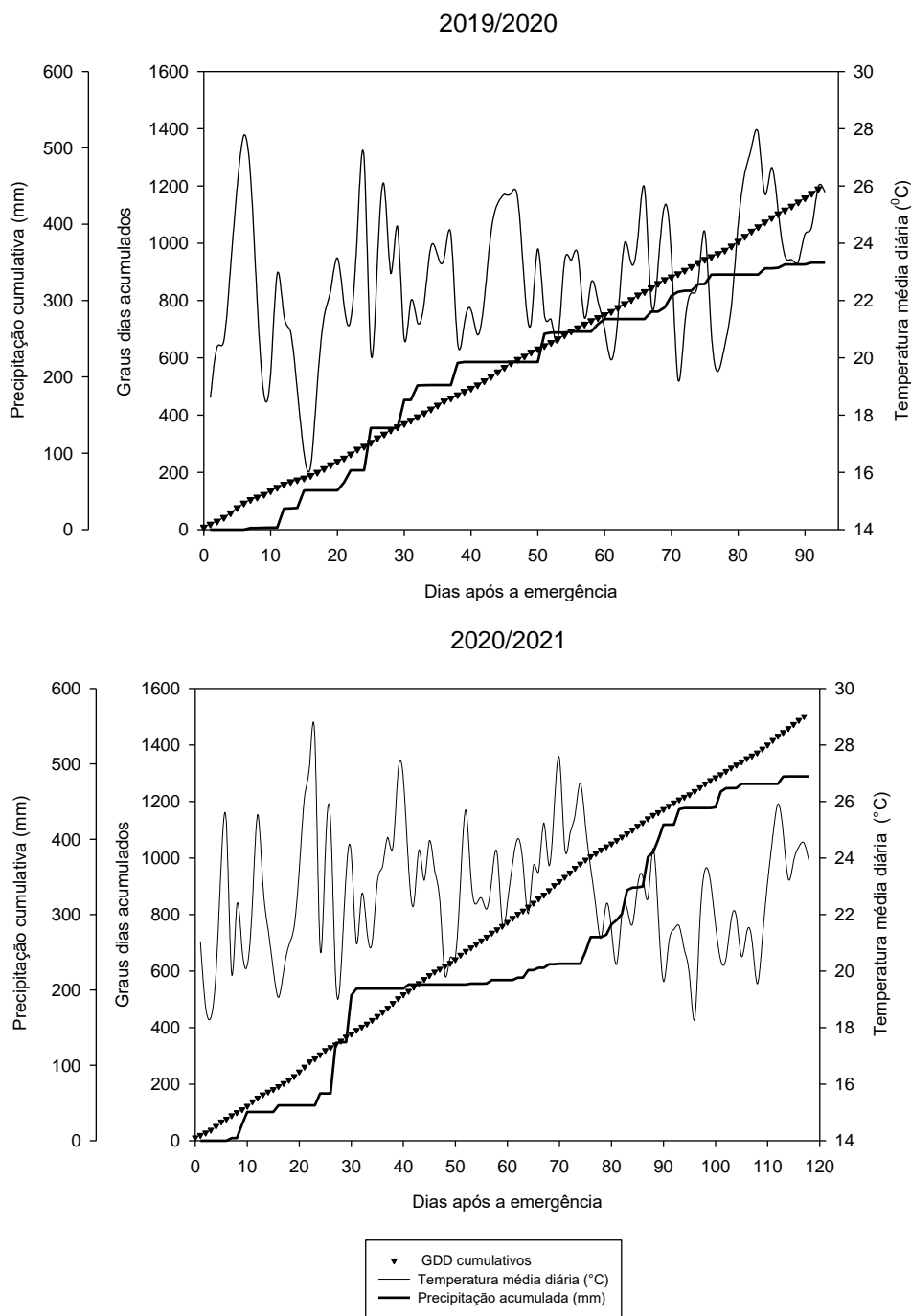


Figura 1- Precipitação acumulada (mm), temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$) e graus dias acumulados durante a condução dos experimentos nos anos de 2019/20 e 2020/2021.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Na parcela principal foram alocados os períodos crescente de convivência das

plantas daninhas com a cultura: 7, 14, 21, 28, 35 dias após a emergência do feijão, acrescidos de um tratamento sem a presença de plantas daninhas e outro com convivência das plantas daninhas durante todo o ciclo. Nas subparcelas foram alocados os níveis de desfolha inicial do feijão: sem desfolha, média e alta. As unidades experimentais constaram de 5 linhas espaçadas 0,45 m e 4 m de comprimento.

No ano 202019/2020, o feijão foi semeado após a cobertura de aveia preta, sendo a área experimental manejada com glyphosate + setoxydim ($540 + 276 \text{ g ha}^{-1}$) aos 20 dias antes da semeadura (DAS) e paraquat (400 g ha^{-1}) ao 0 DAS. Adubação de base utilizada foi de 300 kg ha^{-1} da formulação NPK 12-30-20, com 90 kg ha^{-1} de N parcelados nos estádios V2 e V4. No ano 202020/21, o feijão foi semeado sucessivamente a aveia + azevém, o manejo consistiu na utilização de glyphosate + cletodim ($540 + 240 \text{ g ha}^{-1}$) aos 50 DAS e uma roçada aos 45 DAS, e paraquat (400 g ha^{-1}) aplicado ao 1DAS. A adubação de base utilizada foi 250 kg ha^{-1} da formulação NPK 5-20-20, com 60 kg ha^{-1} de N parcelados nos estádios V2 e V4. Os manejos com inseticidas e fungicidas foram realizados com Lambda-cialotrina ($10 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e fungicida Fluxapirroxade + Piraclostrobina ($50,1 + 99,9 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), em ambos os anos. Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador costal, equipado com barra de quatro pontas XR11002 espaçados 0,5 m entre si, e volume de calda de 150 L ha^{-1} . A emergência das plantas no primeiro ano ocorreu dia 07 de outubro de 2019 e no segundo ano dia 03 de novembro de 2020.

Os períodos de convivência foram estabelecidos por capinas (ano 2019/20) e aplicação de cletodim+fomesafen ($240+250 \text{ g ia ha}^{-1}$) (ano 2020/21) e mantidas livres da presença das plantas daninhas até a colheita por capina ou arranquio sempre que necessário. Os níveis de desfolha foram estabelecidos destacando manualmente uma folha unifolioladas e um folíolo relativo ao primeiro trifólio para a desfolha em nível médio; e duas folhas unifolioladas e um folíolo do primeiro trifólio para desfolha em nível alto. Para simular o ataque de insetos desfolhadores, utilizou-se uma adaptação de Santos et al. (2018) as desfolhas foram realizadas a partir do estágio V2 até V3, de forma sequencial, sendo que a cada dois dias eram destacadas uma folha unifolioladas/trifólio em 33% das plantas de feijão nas parcelas em cada estágio. Após o final dos tratamentos de desfolha foram mensuradas a área foliar por planta em todos os tratamentos de desfolha e posteriormente calculada a porcentagem de desfolha com base no tratamento sem desfolha.

A fitossociologia de plantas daninhas foi tomada em um quadro amostral de $0,50 \times 0,50 \text{ m}$ alocados no centro das parcelas. Posteriormente, as plantas foram acondicionadas em sacos de

papel e mantidas em estufa a 60 °C até obter massa constante para determinação da massa seca das plantas daninhas (MSPD). No estágio R6, plantas de feijão foram coletadas em 0,5 m em uma linha de semeadura, as quais foram separadas em folhas, caules e legumes. Foram determinadas a área foliar. O índice de área foliar pelo quociente da área foliar e índice de área foliar. Posteriormente, cada parte da planta foi, separadamente, acondicionada em sacos de papel e mantido em estufa a 60 °C até obter massa constante, e após a pesagem obtido a massa seca total do feijão (MSTF).

O número de nós (NN) na haste principal, foi determinado a cada dois dias, em seis plantas em cada parcela. O plastocrono (°C dia nó⁻¹) foi obtido pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NN e STa (Baker e Reddy, 2001), e estimou-se a regressão do NN e a soma térmica acumulada (STa) a partir da emergência (Streck et al. 2005).

Para determinação da produtividade de grãos, foram colhidas as plantas em três linhas centrais com 3 m de comprimento em cada parcela e posteriormente trilhadas. O peso de grãos foi ajustado para 13% de umidade.

Os dados de radiação solar, temperatura e precipitação foram coletados na Estação Climatológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada aproximadamente 250 m da área experimental. A soma térmica diária (STd, °C dia) e o graus dias acumulados (GDA) foram calculados pelas equações abaixo:

$$STd = T_{med} - T_b \quad (1)$$

$$GDA = \sum STd \quad (2)$$

A temperatura base mínima (T_b) considerada para o feijão foi de 10 °C e 35 °C a temperatura base máxima (T_B), quando a $T_{med} < T_b$ então a $T_{med} = T_b$ e, se $T_{med} > 35^\circ\text{C}$, então $T_{med} = 35^\circ\text{C}$ (Pereira et al. 2014).

A radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFAi) foi determinada pelo modelo de Varlet-Grancheretal (1989), considerando-se 45% da radiação solar global (Assis e Mendez, 1989), sem diferença entre os dias de luz intensa e dias nublados,

$$RFAi = 0,95 * (RFA_{inc}) * (1 - e^{-k * IAF}) \quad (3)$$

Onde: RFAi é a radiação fotossinteticamente ativa interceptada (MJ.m^{-2}); o RFAinc é a radiação fotossinteticamente ativa incidente (MJ.m^{-2}); K é o coeficiente de extinção de luz (constante

adimensional), utilizou-se $K=0,76$ para o feijão (Teixeira et al., 2015); o IAF é o índice de área foliar (adimensional).

No ano 2020/2021, fotos da cobertura do solo pelo dossel do feijão foram tomadas durante o ciclo do feijão. As imagens foram capturadas com a câmera de celular posicionada a 1 m acima do dossel das plantas e tomadas uma semana após as épocas de controle das plantas daninhas para evitar confundimento entre plantas de feijão e plantas daninhas. As imagens foram processadas pelo aplicativo de celular Canopeo. Com os dados relativos a cobertura do solo nos tratamentos sem e com interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura foram ajustados modelo de regressão logístico em função do tempo (graus dias acumulados):

$$\text{Cobertura do solo (\%)} = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b} \quad (4)$$

Os dados foram analisados e apresentados para cada ano separadamente devido a heterogeneidade de variâncias. Posteriormente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Barlett ($p > 0,05$) e análise de resíduos. No ano 2019/20, as variáveis MSPD e plastocrono foram transformados para $\log x + 1$, e no ano 2020/21 o plastocrono e MSPD foi transformado por $\log x + 1$. Subsequentemente, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e as interações ou efeitos simples de períodos de convivência foram analisadas por modelos de regressão e os efeitos de níveis de desfolha foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os períodos de convivência do feijão com as plantas daninhas foram expressos em graus dias acumulados. Foi realizado correlação de Pearson entre produtividade e demais variáveis. As análises estatísticas foram processadas pelo programa Rbio versão 143, e os gráficos foram elaborados pelo software Sigmaplot 10.0.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas daninhas emergiram simultaneamente com a cultura, apresentando composição de espécies predominantes diferentes em cada ano agrícola (Tabela 2). A densidade das plantas daninhas variou de 413 e 88 plantas m⁻² nos anos 2019/20 e 2020/21, respectivamente. As espécies de plantas daninhas predominantes foram Poaceae (*Digitaria Horizontalis* e *Urochloa plantaginea*) seguidas em menor densidade com Brassicacea (*Raphanus raphanistrum*), Convolvulaceae (*Ipomea* spp.) e Malvaceae (*Sida* spp.) no 2019/20. No ano 20/21, as famílias predominantes foram Brassicaceas (*Raphanus raphanistrum*), Asteracea (*Bidens pilosa*) e Poaceae (*Urochloa plantaginea*), em menor incidência as espécie *Digitaria horizontalis* (Poaceae), e *Ipomea* spp. (Convolvulaceae). Essa variação na densidade de plantas daninhas entre os anos agrícolas provavelmente deve-se a composição do banco de semente, já que os experimentos foram instalados em diferentes áreas (Tabela 2).

Tabela 2- Espécies e densidade das plantas daninhas de maior incidência presente nos experimentos em 202019/2020 e 2020/2021.

Anos	Espécies	Densidade (plantas m ⁻²)
2019/2020	<i>Digitaria horizontalis</i>	258
	<i>Urochloa plantaginea</i>	98
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	20
	<i>Ipomea</i> spp.	15
	<i>Sida</i> spp.	14
	Outros	8
	Total	413
2020/2021	<i>Raphanus raphanistrum</i>	36
	<i>Bidens pilosa</i>	25
	<i>Urochloa plantaginea</i>	17
	<i>Digitaria horizontalis</i>	4
	<i>Ipomea</i> spp.	4
	Total	88

A porcentagem de desfolha inicial do feijão variou de 45 a 50% para desfolha média e 78 a 88% para desfolha alta. Não ocorreram diferenças estatística entre cada porcentagem de desfolha entre os dois anos avaliados, possivelmente em função do mesmo número de folhas e trifólios retirados em ambos os anos e a cultura se encontrar no mesmo estágio vegetativo no período de desfolha (Tabela 3).

Tabela 3- Níveis de desfolha simulada para cada ano e a média de ambos anos de 2019/2020 e 2020/2021.

Nível de desfolha	Porcentagem de desfolha ¹		
	202019/2020	2020/2021	Média
Sem desfolha	0 a	0 a	0 a
Desfolha média	45 b	50 b	47 b
Desfolha alta	78 c	88 c	82 c

¹ em relação a testemunha sem desfolha, médias precedidas por letras distintas diferem entre os níveis de desfolha pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em 2019/20, verificou-se efeito simples para os períodos de convivência e os níveis de desfolha para as variáveis IAF (Índice de área foliar) e a RFA_{int} , para a MSTF ocorreu efeito simples somente para os níveis de desfolha (Tabela 4). Já no ano 2020/21 houve interação entre os fatores para o IAF e apenas efeito simples para os períodos de convivência e os níveis de desfolha para a RFA_{int} . No ano 2019/20, o IAF e a RFA_{inter} em R6 do feijão não foram reduzidos pelos níveis de desfolha em relação a testemunha, no entanto observou-se um ligeiro aumento nas variáveis quando ocorreu uma desfolha de 45% em relação a testemunha. Somente entre os níveis de desfolha de 45 e 78% que há diferenças no IAF e RAF_{inter} . Esses resultados culminam aos encontrados por Hayashida et al. (2020) na cultura da soja, que demonstram redução significativa no IAF sob desfolhas de 33,3% em nos estádios iniciais (V2, V4/V5).

Tabela 4.- Índice de área foliar (IAF)¹ e radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{inter})¹ no estágio R6 e plastocrono em função dos diferentes níveis de desfolha.

Ano	Porcentagem de desfolha		
	0	45 ² ou 50 ³ %	78 ² ou 88 ³ %
	IAF		
2019/2020	2,40 ab	2,8 a	2,1 b
	RFA _{inter} (MJ m ⁻²)		
2019/2020	8,70 ab	9,5 a	8,2 b
2020/2021	8,36 a	7,9 a	6,0 b
	MSTF (g m ⁻²)		
202019/2020	166,8 a	141,9 a	81,7 b
	Plastocrono (°C dia nó ⁻¹)		
202019/2020	45,9 c	56,7 b	79,8 a

Médias precedidas por letras distintas diferem entre os níveis de desfolha pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). ¹ Resultados sob a média dos períodos de convivência com as plantas daninhas. ² Porcentagem de desfolha observada no ano 2019/20. ³ Porcentagem de desfolha observada no ano 2020/21.

No ano 2020/21, a RFA_{inter} foi significativamente influenciada pelo maior nível de desfolha (88%), com redução de aproximadamente 28%, em relação a testemunha (Tabela 3). Esses resultados evidenciam que a capacidade do feijão de se recuperar está diretamente relacionada com o nível de desfolhamento que a cultura é submetida, visto que a capacidade de interceptação da radiação solar depende diretamente do IAF, que conseqüentemente afeta a produtividade. Na cultura da soja, a remoção de dois cotilédones e uma folha unifolioladas foi capaz de reduzir a altura de plantas, entretanto, não afetou na produtividade de grãos (Bueno et al. 2010). Os autores mencionam que a cultura apresenta produção de área foliar em excesso, mesmo com a desfolha, ocorre a máxima interceptação da radiação solar pelas folhas remanescentes. Porém, o feijão apresenta valores de índice de área foliar três vezes menor que a soja na fase vegetativa (Santos et al. 2003), e desse modo efeitos sobre as folhas afetam negativamente o crescimento e desenvolvimento da cultura, ou a produtividade de grãos, como observado no presente estudo.

O IAF está representado por curvas tendências, em função de diferentes períodos de convivência com plantas daninhas, sem efeito de desfolha para 2019/20 e sob efeito de desfolha em 2020/21 (Figura 2). O aumento dos períodos de convivência das plantas daninhas reduziu o IAF do feijão em até 45% no ano 2019/20 (Figura 2A). No ano 2020/21, houve efeito da interação

entre períodos de convivência e níveis de desfolha, sendo que a redução no IAF foi significativa para os maiores níveis de desfolha e períodos de convivência com as plantas daninhas (Figura 2B). Para cada nível de desfolha, foram estimadas redução máxima da IAF pela convivência das plantas daninhas até o estágio R6 do feijão de 32, 29, e 53% para os níveis de desfolha de 0, 50 e 88%, respectivamente. A redução do IAF do feijão sem a interferência das plantas daninhas devido os níveis de desfolha de 50 e 88% foram de 12 e 30%, respectivamente.

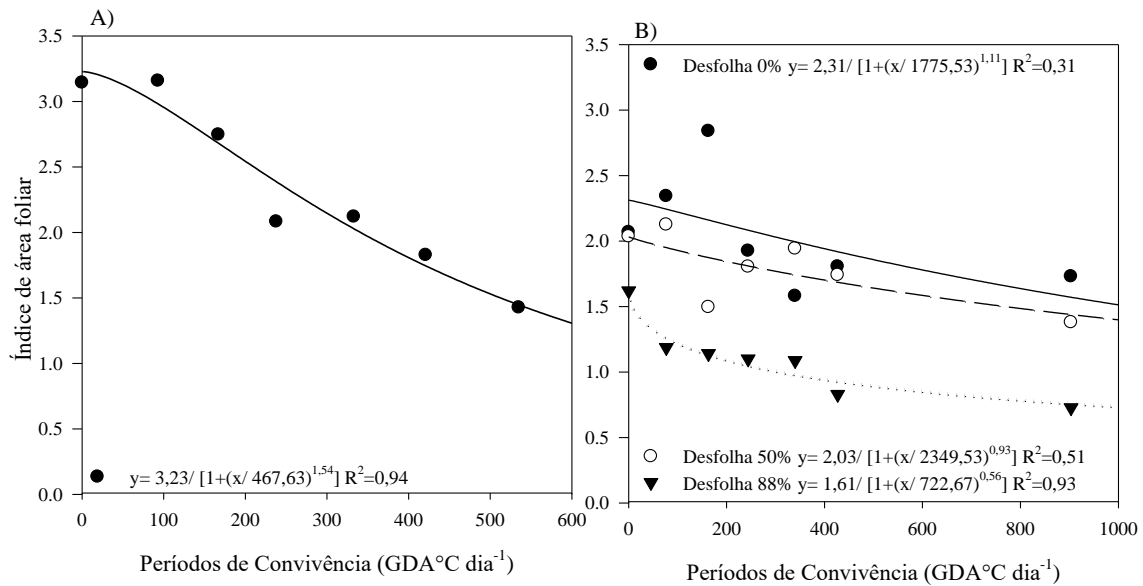


Figura 2- Índice de área foliar do feijão (IAF) no estágio R6 em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial da cultura nos anos 2020/2021 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados (°C dia⁻¹).

Os valores máximos de IAF não atingiram os valores críticos mínimo de 3,0 da cultura no estágio R6 em 2020/21, entretanto, no ano 2019/20 o IAF foi superior a 3 em condição livre de plantas daninhas (Figura 2B). Os baixos volumes de precipitação ocorridas durante o período experimental do segundo ano, afetam o crescimento vegetativo da cultura, fazendo com que o índice de área foliar não atingisse o valor crítico, mesmo sob condição livre de plantas daninhas e desfolha. Reduções no IAF no cultivo do feijão sob déficit hídrico foram observadas por Bastos et al. (2012), traduzidas como uma estratégia de sobrevivência com intuito de reduzir a área disponível de transpiração.

Em soja foi verificado que a cultura não atingiu o nível crítico de 3,5 de IAF devido a interferência causada pelas plantas daninhas, essa convivência reduziu a recuperação da área foliar ocasionada nos estágios iniciais de desenvolvimento (Gustfon et al., 2006). O rápido estabelecimento e manutenção de um ótimo IAF são fundamentais para a maximizar a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, e conseqüentemente a fotossíntese do dossel (Rodrigues et al. 2006).

A capacidade de supressão da cultura sobre as plantas daninhas está atrelada a quantidade de radiação que atinge solo, conseqüentemente, resultante do nível de sombreamento do dossel vegetativo no solo (Oliveira et al. 2016). Os níveis de desfolha e convivência das plantas daninhas impactaram na velocidade de fechamento do dossel do feijão (Figura 3).

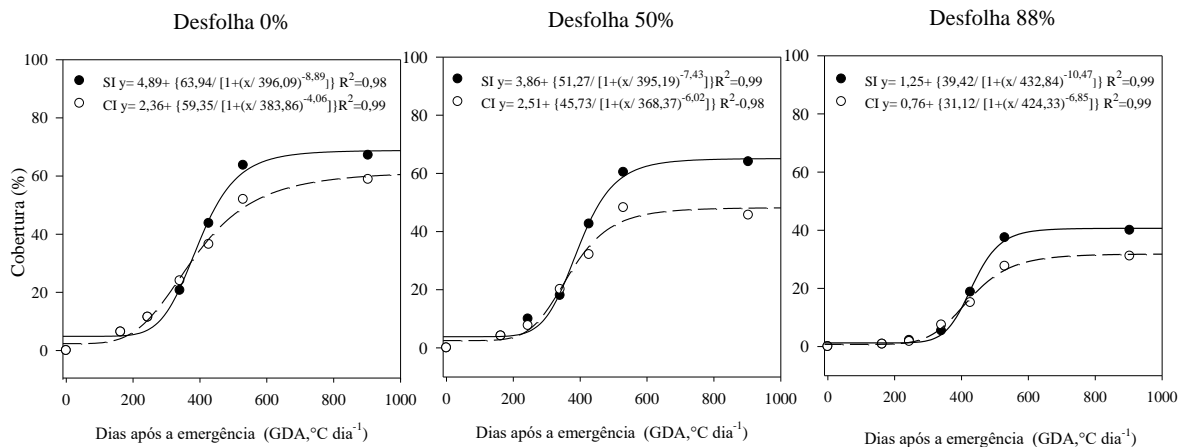


Figura 3- Porcentagem da cobertura do solo pelo dossel do feijão ao longo do ciclo da cultura nas condições de presença e ausência das plantas daninhas durante todo o ciclo e dos níveis de desfolha inicial do feijão: 0% (A), 50% (B) e 88% (C) em 2020/2021. ● sem interferência (SI) ○ com interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. GDA – graus dias acumulados (°C dia⁻¹).

Foram necessários acúmulo de 451 GDA ou 36 dias para que houvesse a cobertura do solo de 50% pelo dossel da cultura nas condições sem desfolha e livre das plantas daninhas, ao passo que na presença das competidoras, o tempo necessário foi aumentado em sete dias (546 GDA) (Figura 3). O dossel do feijão com desfolha inicial de 50% precisou de tempo similar (458 GDA ou 37 DAE) ao tratamento sem desfolha para alcançar 50% de cobertura do solo, na ausência das

plantas daninhas. Porém, a cobertura máxima na presença das plantas daninhas foi estimada em 48%. No maior nível de desfolha, o dossel da cultura ocupou cerca de 40 e 32% da área explorada, nas condições da ausência e presença das competidoras, respectivamente. Esses resultados demonstram que a velocidade de fechamento do dossel é pouco influenciada pela desfolha inicial de até 50% quando não há interferência das plantas daninhas. Entretanto, a habilidade de supressão é alterada pelo estresse inicial da desfolha, o qual reduz a capacidade final de sombreamento em até 22%, quando comparado na presença das plantas daninhas.

Independente do ano, a RFA_{int} foi significativamente reduzida pela convivência com plantas daninhas, com redução máxima estimada em 28 e 26%, para os anos 2019/20 e 2020/21 respectivamente (Figura 4A e B). No entanto, redução da RAF_{int} para convivência de plantas daninhas até 21 dias (238 e $244^{\circ}\text{C dia}^{-1}$) causou perdas de até 12 e 13% para os anos 2019/20 e 2020/21, respectivamente.

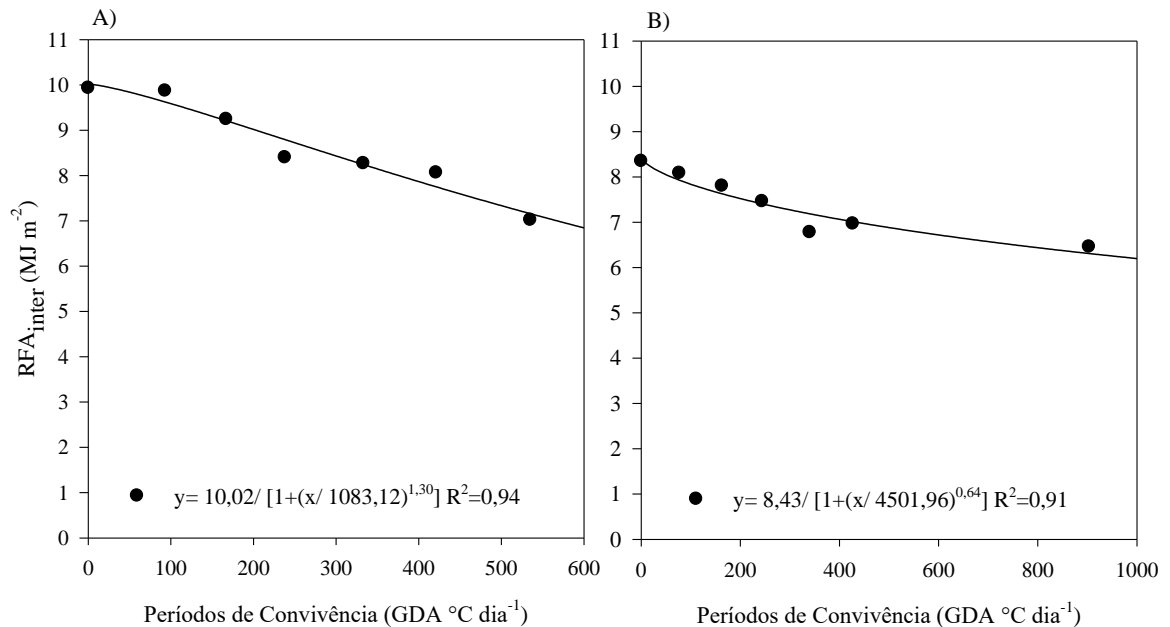


Figura 4- Radiação fotossinteticamente ativa interceptada (RFA_{inter} MJ m⁻²) pela planta de feijão no estágio R6 em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas nos anos 2020/2019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).

Verificou-se interação para períodos de convivência e desfolha no ano 2019/20, e efeito simples para períodos de convivência no ano 2020/21 para a variável MSPD. Os efeitos dos níveis de desfolhas associados aos períodos crescentes de convivência com plantas daninhas para a

variável de MSPD foram descritos por funções de regressões sigmoidal (Figura 5A). Pode-se constatar que os três níveis de desfolha apresentaram comportamento semelhante, ocorrendo o incremento na massa seca das plantas daninhas a partir dos 21 DAE até o final do ciclo do feijão. A partir dos 330 GDA (27 DAE) ocorre um aumento significativo na MSPD, atingindo valores máximos de 332.37, 295.12 e 324.15 g m⁻² na pré-colheita (1190 GDA), para as desfolhas de 0, 45 e 78%, respectivamente. No ano 2020/21, a MSPD apresenta aumento significativo a partir dos 427 GDA (35 DAE), atingindo a máxima estimada em 461 g m⁻² na pré-colheita (1502 GDA) (Figura 5B). Alguns autores relatam que o aumento da massa seca de plantas daninhas pode ocorrer em função da época de semeadura atrasada, arranjo espacial e sistema de manejo (Esmailzadeh e Aminpanah, 2015; Jaremtchuk et al. 2008).

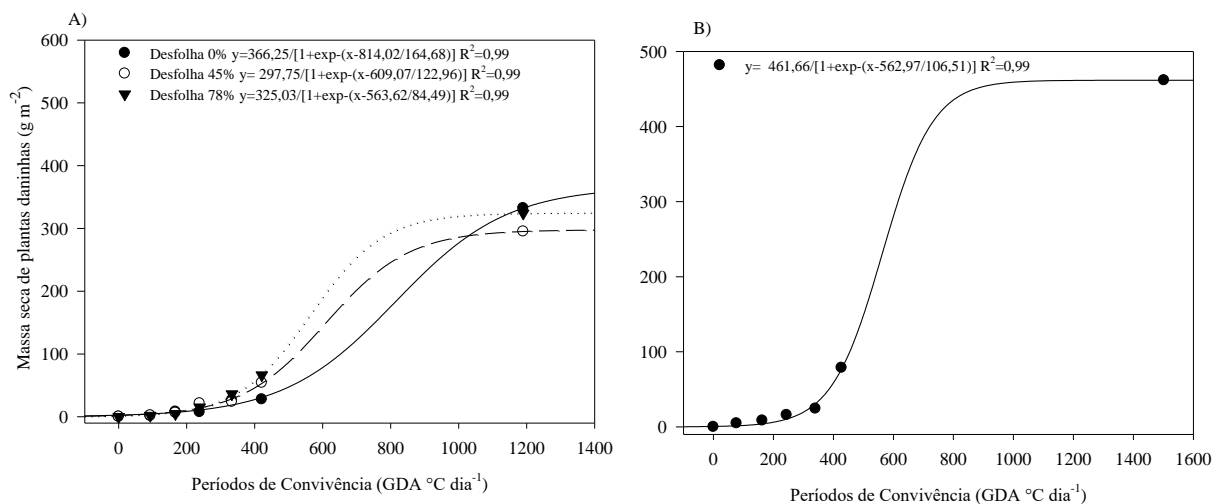


Figura 5- Massa seca de plantas daninhas (MSPD g m⁻²) em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial do feijão nos anos 2020/2020 (A), e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados (°C dia⁻¹).

O acúmulo de biomassa das plantas depende diretamente da quantidade de radiação solar absorvidas pelas folhas (Sgarbossa et al. 2018). No entanto, plantas daninhas como picão-preto podem apresentar adaptação na captação de luz nas fases iniciais do ciclo devido a menor proporção de folhas do feijão antes do estágio reprodutivo (Santos et al. 2003). A desfolha inicial intensifica a quantidade de radiação solar transmitida até o inferior do dossel, favorecendo o desenvolvimento de plantas daninhas com alta habilidade competição. Cultivares de feijão que apresentam

germinação e emergência mais rápida, possuem maior altura e dossel mais denso, não expondo a cultura ao sombreamento e à maior interferência inicial por plantas daninhas (Cury et al. 2011).

A resposta da MSTF foi influenciada pela interação entre períodos de convivência das plantas daninhas e os níveis de desfolha no feijão, no primeiro ano, sendo que as reduções na variável provocada pelos períodos crescentes de convivência das plantas daninhas foram ajustadas pelo modelo polinomial linear (Figura 6).

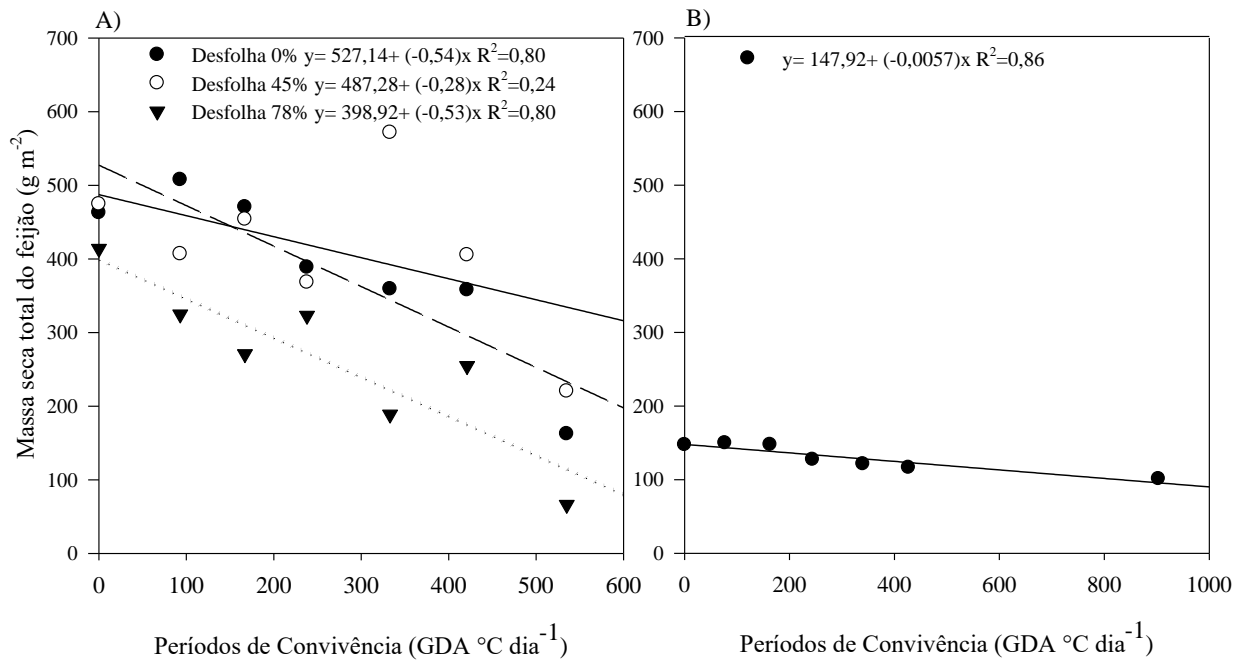


Figura 6- Massa seca total do feijão em R6 em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial do feijão nos anos 2020/2021 (A) e 2021/2022 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$).

No ano 2019/20 somente os níveis de desfolhas simuladas de 45 e 78% reduziram em 8 e 24% da MSTF, respectivamente. No ano 2019/20, a convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo acarretou na diminuição de 55%, 37%, e 79% da MSTF, para as desfolhas de 0, 45 e 78%, respectivamente (Figura 6A). No ano seguinte, os maiores períodos de convivência das plantas daninhas causaram reduções na MSTF 3,4%. Isso indica que a cultura é sensível a competição interespecífica ocasionada pela presença de plantas daninhas.

A convivência do feijão com *Brachiaria plantaginea* e *Bidens pilosa* durante 60 dias, reduziu a massa seca das folhas do feijão em aproximadamente 27% para ambas espécies (Manebe et al.2015). Esse resultado assemelha-se aos obtidos nesse estudo que apresentou densidade

elevada dessas espécies de plantas daninhas na composição da comunidade infestante (Tabela 2), reduzindo significativamente o acúmulo de massa seca da cultura do feijão. As espécies *Brachiaria* spp. e *Bidens* spp. apresentam alta capacidade competitiva na captação de recursos contribuindo para redução da alocação de biomassa na formação de folhas. A menor agressividade do feijão está associada ao seu baixo desenvolvimento da copa e atividade metabólica em relação as plantas daninhas presentes na área (Manebe et al. 2015).

A estimativa do crescimento e desenvolvimento do feijão pode ser previsível pela velocidade de aparecimento dos nós na haste principal. O intervalo de tempo decorrido entre o aparecimento de nós sucessivos no caule, em dicotiledôneas, é chamado de plastocrono (Streck et al. 2008). O plastocrono está relacionado com o desenvolvimento da área foliar da planta, sequencialmente, determina a interceptação da luz solar, fotossíntese e biomassa (Streck et al. 2008). Assim, altos valores de plastocrono indicam que a cultura necessita de maior acúmulo de graus dias para o avançar para sucessivo estágio fenológico ou indica baixo desenvolvimento da planta sob alguma condição de estresse. No ano de 2019/20, o plastocrono sofreu influência dos fatores períodos de convivência e níveis de desfolha de forma isolada, sendo que os níveis de desfolha inicial de 45 e 78% aumentaram a necessidade de acúmulo de graus dias em 24 e 74% respectivamente, considerando a média dos períodos de convivência (Tabela 2).

O plastocrono permaneceu inalterado em função da convivência das plantas daninhas até 35 DAE (421 GDA), porém com incremento de 28% sob convívio durante todo o ciclo (Figura 6A).

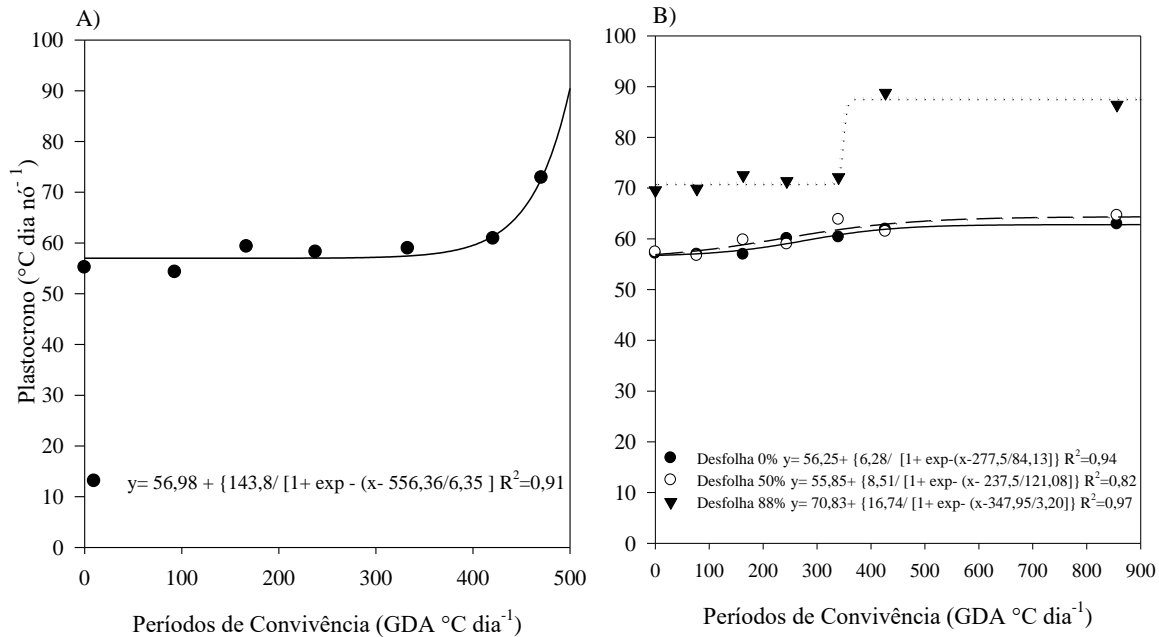


Figura 7- Plastocrono do feijão (°C dia nó⁻¹) em função da duração dos períodos de convivência com as plantas daninhas e níveis de desfolha inicial do feijão nos anos 2020/2021 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados (°C dia⁻¹).

No ano 2020/21, houve interação entre os fatores testados, sendo que de modo geral o plastocrono foi maior sob os maiores períodos de convivência e nível de desfolha (Figura 7 B). Nas condições sem interferência das plantas daninhas, o plastocrono foi estimado em aproximadamente 56°C dia nó⁻¹ para a desfolha de 0%. O maior incremento no acúmulo de graus dias para a emissão de um nó na haste principal foi observado para a desfolha de 88%, resultando no aumento de 15°C dia nó⁻¹ sob condição livre de plantas daninhas, já sob condição de competição durante todo ciclo o aumento no plastocrono foi duas vezes superior à condição sem competição (30 °C dia nó⁻¹).

Em um estudo sobre a competição das plantas daninhas na soja, a interferência acarretou no aumento do plastocrono para a cultivar Alvo RR, esse aumento pode ser proveniente da resposta do fotoperíodo a presença de plantas daninhas, que afetam significativamente a taxa de desenvolvimento e a duração do ciclo da cultura (Schievenin et al. 2018).

Dentre as variáveis que tiveram maior correlação com a produtividade do feijão em função dos períodos de convivência com as plantas daninhas foi a MSPD, o qual apresentou uma correção negativa em média de -0,82 para 2019/20 e -0,56 para 2020/21 (Tabela 4). Outra variável que se correlaciona negativamente com a produtividade é o plastocrono. Por outro lado, a variável que apresenta maior correlação positiva com a produtividade do feijão foi a MSTF, em média 0,69 para o ano 2019/20 e 0,45 para o ano 2020/21. Correlação negativa e significativa para a produtividade foi observada para a MSPD, em todos os níveis de desfolha no ano 2019/20 e 2020/21, exceto para a desfolha de 88% no 2020/21 que apresentou correlação positiva significativa. Para o plastocrono também foi determinado correlação negativa em ambos os anos de avaliação. A MSTF demonstrou correlação significativa positiva para o ano 2019/20, o mesmo ocorreu para o ano 2020/21 com exceção do nível de desfolha 0, que não apresentou valores significativos.

Tabela 5- Correlação Pearson entre produtividade para as variáveis, índice de área foliar (IAF), radiação fotossinteticamente interceptada (RFA_{inter} MJ m⁻²), massa seca de plantas daninhas (MSPD g m⁻²), massa seca total do feijão (MSTF g m⁻²) e plastocrono (°C dia nó⁻¹).

Nível de desfolha	IAF	RFA_{int}	MSPD	MSTF	AF	Plastocrono
202019/20						
0	-0,004 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,83 *	0,60 *	0,30 ^{ns}	-0,39 *
45%	0,23 ^{ns}	0,25 ^{ns}	-0,82 *	0,70 *	0,27 ^{ns}	-0,41*
78%	0,57 *	0,64 *	-0,82 *	0,76 *	0,57 *	-0,48 *
202020/21						
0	0,05 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,55 *	0,23 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,41*
50%	0,45 *	0,38 *	-0,62 *	0,49 *	0,45 *	-0,42 *
88%	0,40 *	0,44 *	0,52 *	0,41 *	0,40 *	-0,46 *

* indica correlação significativa e ^{ns} correlação não significativa a 5% de probabilidade de erro.

2.4 CONCLUSÃO

De modo geral, a competição crescente com as plantas daninhas associada a desfolha elevada (82%) reduz o índice de área foliar, radiação fotossinteticamente ativa e o acúmulo de massa seca do feijão, assim como a capacidade de cobertura do solo favorecendo o desenvolvimento de plantas daninhas.

O plastocrono sofreu efeito negativo elevado pelos níveis de desfolha de 47 e 82% no mesmo sob condição livre de plantas daninhas, sob condição de competição o aumento no acúmulo de graus dias foram duas vezes superior.

2.5 REFERÊNCIAS

- Assis, FN e Mendez, MEG. (1989). Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 24, p.797-800.
- Baker, JT e Reddy, VR. (2001). Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. *Annals of Botany*, 87, p.605-613. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1381>
- Bastos, EA., Ramos, HMM., Júnior, ASA., Nascimento, FN e Cardoso, MJ. (2012). Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. *Water Resources and Irrigation*, 1, p.31-37. <http://www3.ufrb.edu.br/seer/index.php/wrim/article/view/1575/809>
- Batista, GC., Vendramin, JD e Marchini, IC. (1992). *Pragas do amendoim, feijoeiro e caupi - curso de entomologia aplicada à agricultura*. Piracicaba: FEALQ, p.760.
- Bueno, AF., Batistela, MJ., Moscardi, F., Bueno, RCOF., Nishikawa, M., Hidalgo, G., Silva, L., Garcia, A., Corbo, E e Silva, RB. (2010). Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. *EMBRAPA: Circular Técnica*. <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767727/niveis-de-desfolha-tolerados-na-cultura-da-soja-sem-a-ocorrencia-de-prejuizos-a-productividade.pdf/918020e7-e643-4549-ba4a-771bd0a2d1ef>
- Camello, GB., Da Penha, GG., Sanga, G., Taboni, C., Gheller, JA e Cantu, JG. (2021). Influência da desfolha na produtividade do feijão IPR Curió. *Revista Cultivando o Saber*, 14, p. 130-137. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/download/1090/989>
- Caron, BOC., Schmidt, D., Manfron, PA., Behling, A., Eloy, E e Busanelho, C. (2014). Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A.St. Hil. Cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. *Ciência Florestal*, 24, p.257-265. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/9938>

Coêlho, JD. e Ximenes, LF. (2020). Feijão: Produção e Mercado. Caderno Setorial ETENE, 147, p.1-7. https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/429/1/2020_CDS_143.pdf

[CONAB] Companhia Nacional de Abastecimento. (2022). Aumento na produção de grãos em meio a adversidades mostra evolução do setor agrícola. [https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4495-distrito-federal-aumento-na-producao-de-graos-em-meio-a-adversidades-mostra-evolucao-do-setor-](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4495-distrito-federal-aumento-na-producao-de-graos-em-meio-a-adversidades-mostra-evolucao-do-setor-agricola#:~:text=O%205%C2%BA%20Levantamento%20da%20Safr,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ciclo%20anterior.)

[agricola#:~:text=O%205%C2%BA%20Levantamento%20da%20Safr,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ciclo%20anterior.](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4495-distrito-federal-aumento-na-producao-de-graos-em-meio-a-adversidades-mostra-evolucao-do-setor-agricola#:~:text=O%205%C2%BA%20Levantamento%20da%20Safr,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ciclo%20anterior.)

Cury, J.P., Santos, JB., Valadão., Silva, D., Carvalho, F.P., Braga, RR., Byrro, ECM e Ferreira, EA. (2011). Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 29, p. 149-158. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000100017>

Silva, AL., Veloso, VRS., Crispim, CMP., Braz, VC., Dos Santos, LP e Carvalho, MP. (2003). Avaliação do efeito da desfolha na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 33, p.83-87. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=253021544005>

Santos, HG, Jacomini, PKT, Dos Anjos, LHC, De Oliveira, VA, Lumbreras, JF, Coelho, MR, Almeida, JA de, Araujo Filho, JC de, Oliveira, JB de, and Cunha, TJF (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, p355.

Esmailzadeh, S e Aminpanah, H. (2015). Effects of planting date and spatial arrangement on common bean (*Phaseolus vulgaris*) yield under weed-free and weedy conditions. *Planta Daninha*, 33, p. 425-432. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300005>

Gustafson, TC, Knezevic, SZ, Hunt, TE, and Lindquist, JL (2006). Simulated insect defoliation and duration of weed interference affected soybean growth. *Weed Science*, 54, 735-742. <https://doi.org/10.1614/WS-04-014R.1>

Gustafson, TC., Knezevic, SZ., Hunt, TE e Lindquist, JL. (2006). Simulated insect defoliation and duration of weed interference affected soybean growth. *Weed Science*, 54, p.735–742. <https://doi.org/10.1614/WS-06-014R.1>

Hayashida, R., Godoy, CV., Hoback, WW e Bueno, AF. (2020). Are economic thresholds for IPM decisions the same for low LAI soybean cultivars in Brazil? *Pest Management Science*, 77, p. 1256-1261. <https://doi.org/10.1002/ps.6138>

Jaremtchuk, CC., Constantin, J., Júnior, SO., Biffe, DF., Alonso, DG e De Arantes JGZ. (2008). Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 30, p. 449-455. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i4.5297>

Manabe, PMS., Matos, CC., Ferreira, EA., Silva, AF., Silva, AA., Sedyama, T., Manabe, A., Rocha, PRR e Silva, CT. (2015). Efeito da Competição de Plantas Daninhas na Cultura do Feijoeiro. *Bioscience Journal*, 31, p. 333-343. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119998/1/Efeito-competicao.pdf>

Oliveira, OMS, Silva, JF, Gonçalves, JRP, e Klehm, CS (2010). Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. *Planta Daninha*, 28, 523-530. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300009>

Oliveira, CC., Alvarenga. MIN, Melloni, R., NJNP., Pinheiro, LBA., Melloni, EGP e Madeira CL. (2016). Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. *Planta Daninha*, 28, p. 523-530. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1668-1676>

Pereira, VGC., Gris, DJ., Marangoni, T., Frigo, JP., De Azevedo, KD e Grzesiuck, AE. (2014). Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 3, p.32-42. https://scholar.archive.org/work/wedr4k5mynabtbx5wijadlkauu/access/wayback/http://revistas.ufpr.br/rber/article/download/36917/pdf_13

Procópio, SO., Santos, J.B., Silva, AA., Martinez, C.A. e Werlang, R.C. (2004). Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 22, p. 211-216. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000200006>

Rodrigues, O., Teixeira, MC., Didonet, A., Lambhy, JCB e Sório, I. (2006). Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). (Acesso Mar. 3 2022). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40306/1/p-bp33.pdf>

Santos, JB., Procópio, SO., Da Silva, AA. e Costa, LC. (2003). Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. *Bragantia*, 62, p.147-153. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000100018>

Santos, MA., Trogello, E., Vieira, DA., Rodrigues, RE., Ribeiro, ANL., Modolo, AJ e Baesso, MM. (2018). Simulação de desfolhas em diferentes estádios vegetativo na cultura da soja. *Colloquium Agrariae*, 14, p. 191-197. <https://doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n2.a221>

Schievenin, L., Caron, BO., Elli, EF., Schwerz, F., Rockenbach, AP e Silva, DRO. (2018). Weed incidence and sowing time affect soybean development. *Comunicata Scientiae*, 9, 242–251. <https://doi.org/10.14295/cs.v9i2.1439>

Schmidt, ER., Amaral JAT., Pratisoli D. e Reis E.F. (2010). Influência de desfolhas artificiais para simular perdas na produção do feijão (*Phaseolus vulgaris* cv. xamego). *Arquivos Instituto Biológico*, 77, p.457-463. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p4572010>

Schmidt, O., Souza Oliveira, V., Pratisoli, D., Amaral, JAT., Czepak, MP, Nascimento, AL e Schmidt, ER. (2019). Artificial defoliation to simulate losses on production of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Goytacazes). *Agricultural Sciences*, 10, p.1023-1031. <https://doi.org/10.4236/as.2019.108077>

Sgarbossa, J., Da Silva, DRO., Elli, EF., Schwerz, F., Caron. BO., Schmidt, D., Eloy, E e Medeiros, SLP. (2018). Changes in the spatial distribution of maize plants affect solar radiation use efficiency. *Australian Journal of Crop Science*, 12, p.1609-1615. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.10.p1187>

Streck, NA., Tibola, T., Lago, I., Buriol, GA., Heldwein, AB., Schneider, FM e Zago, V. (2005). Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. *Ciência Rural*, 35, p. 1275-1280. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000600008>

Teixeira, GCS., Stone, LF e Heinemann, AB. (2015). Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45, p.9-17. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4528297>

Varlet-Grancher, C., Gosse, G., Chartier, M e Sinoquet, H. (1989). Mise au point: Rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. *Agronomie*, 9, p.419-439. <https://doi.org/10.1051/agro:19890501>

Vinha, FB., Genari, LA., Masson, MB e Pinto, AS. (2019). Economic injury level of *Helicoverpa armigera* on *Bean phaseolus vulgaris* L. seedlings. *Scientia Agraria Paranaensis*, 18, p.308-312. <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/download/21783/15148/87930>

Wandscheer, ACD., Rizzardi, MA., Reichert, M e Gaviraghi, F. (2013). Competitividade de capim-pé-de-galinha com soja. *Ciência Rural*, 43, p.2125-2131. <https://www.scielo.br/j/cr/a/sRx59kHRCWgJMXwdGGpC59R/?format=pdf>

3 ARTIGO II- PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO FEIJÃO SOB NÍVEIS DE DESFOLHA INICIAL²

² Capítulo foi submetido à revista *Bragantia* 29/03/2022

Título: PERIOD BEFORE THE INTERFERENCE BY WEEDS IN BEANS UNDER DIFFERENT LEVELS OF INITIAL DEFOLIATION

Co-autores: Da Silva, Diecson; Nardini, Claiton; Novello, Bruna; da Silva, Álvaro Andre e Trentin, Fernanda.

RESUMO

PERÍODO ANTERIOR À INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO FEIJÃO SOB NÍVEIS DE DESFOLHA INICIAL

AUTORA: Marina Luiza Cuchi

ORIENTADOR: Diecson Ruy Orsolin da Silva

A eficiência no manejo está atrelada a associação de estratégias de tratamentos culturais que considerem diferentes perturbações no meio integrando diferentes métodos de controle de pragas e plantas daninhas ocorrentes em culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da desfolha inicial do feijão na determinação do período anterior à interferência das plantas daninhas. Foram instalados dois experimentos a campo nos anos 2019/2020 e 2020/2021. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, em parcelas subdivididas. Foram testados os fatores: sete períodos de convivência com as plantas daninhas (0, 7, 14, 21, 28, 35 e todo ciclo) alocados nas parcelas principais, e diferentes níveis de desfolha inicial no feijão (em média 0, 47 e 82%) alocados nas subparcelas, após cada período a cultura foi mantida livre da infestação de plantas daninhas até o final do ciclo. Avaliou-se o número de legumes, peso de legumes e a produtividade do feijoeiro, juntamente foi determinado o período anterior a interferência da cultura em função do custo de controle mínimo e máximo de herbicidas em pós-emergência do feijão. Considerando os resultados obtidos é possível concluir que, os níveis elevados de desfolha nos estádios iniciais do feijão reduzem o período anterior a interferência, ocorrendo aos 13 dias após a emergência para o maior custo de controle e reduz os componentes de rendimento ocasionando perdas de até 44% na produtividade final mesmo sob condição livre da convivência com as plantas daninhas. Esses resultados apontam a necessidade de avaliar simultaneamente o ataque de pragas e a competição de plantas daninhas para reduzir perdas consideráveis na produtividade.

Palavras-chaves: Convivência. Competição. Desfolhadora. Habilidade. Custo.

ABSTRACT
**PERIOD BEFORE THE INTERFERENCE OF WEEDS IN BEANS UNDER EARLY
DEFOLIATION**

AUTHOR: Marina Luiza Cuchi
ADVISOR: Diecson Ruy Orsolin da Silva

Management efficiency is linked to the association of cultural treatment strategies that consider various disturbances in the environment and integrate different pest and weed control methods for crops. The objective of this study was to evaluate the impact of the initial defoliation of the common bean to determine the period prior to interference by weeds. Two field experiments were conducted in 2019/2020 and 2020/2021. A randomized block design with four replications, in split plots, was used. The factors were tested: seven periods of coexistence with the weeds (0, 7, 14, 21, 28, 35 and all cycle) allocated in the main plots, and different levels of initial defoliation in the common bean (on average 0, 47 and 82 %) allocated in the subplots, after each period the culture was kept free from weed infestation until the end of the cycle. The legume number, legume weight, and bean yield were evaluated, together with those of the period prior to the interference of the culture, based on the costs of control with the use of post-emergence herbicides. The results indicated that high levels of defoliation in the early stages of bean reduce the period before weed interference, which occurred 13 days after emergence for the highest control cost and reduce yield components, causing losses of up to 44% in final productivity even under conditions free of coexistence with weeds. These results highlight the need to anticipate weed management in situations of attack by defoliating pests in the early stages of bean growth.

Keywords: Coexistence. Competition. Defoliator. Ability. Cost.

3.1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é considerado uma das principais leguminosas consumida pelos brasileiros, apresentando expressiva importância nutricional, devido ao seu elevado teor proteico (Moraes e Menelau, 2017).

A produtividade do feijão é reduzida substancialmente por fatores limitantes, entre os quais se destacam insetos desfolhadores e interferência imposta pelas plantas daninhas (Borchat et al. 2011). A cultura apresenta crescimento inicial lento, baixa estatura, reduzida interceptação de radiação solar, metabolismo do tipo C3, menor sombreamento, isso leva o feijão a ter menor habilidade competitiva na presença de plantas daninhas (Cury et al. 2013).

Nos ecossistemas agrícolas, as plantas daninhas pode ser hospedeiras de insetos desfolhadores, esses podem migrar dos cultivos anteriores e atacar a cultura nos estádios iniciais de desenvolvimento (Posse et al. 2010). Dentre os insetos que atacam o feijão, destacam-se *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata* (ambos Coleoptera: Chrysomelidae) as lagartas *Omiodes indicata* (Lepidoptera: Pyralidae), *Urbanus proteus* (Lepidoptera: Hesperiiidae) e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) (Quintela e Barbosa, 2015).

A capacidade do feijão de se recuperar das injúrias ocasionadas por insetos desfolhadores, depende especialmente do estágio em que for submetido aos danos. Na fase vegetativa, o feijão pode tolerar perdas de 30 a 66% da área foliar, sem comprometer a produtividade (Posse et al. 2010). Entretanto, na fase reprodutiva o limiar de dano é reduzido a níveis de desfolha de 33 e 47%, afetando diretamente nos componentes de rendimento de grãos (Smiderle et al. 2017).

Os índices de desfolha no período inicial de desenvolvimento, embora não sejam considerados significativos, podem predispor a cultura danos econômicos por perturbações subsequentes. O atraso no desenvolvimento do dossel e a redução da atividade fotossintética podem predispor o desenvolvimento das plantas daninhas inferindo diretamente no seu manejo (Gustafson et al. 2006).

A determinação da intensidade de interferência entre a cultura e as plantas daninhas pode ser constituído pela redução no percentual da produção econômica da cultura (Pitelli, 1987). No

entanto, nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura e da comunidade infestante pode conviver sem que ocorra perdas na produtividade significativas desde que o meio forneça condições adequadas para desenvolvimento de ambas plantas (Balbinot et al. 2016). Esse período é caracterizado com Período Anterior à Interferência (PAI), no qual não ocorre a necessidade de realizar o controle das plantas infestantes.

Os períodos de convivência apresentam variações influenciadas pelo manejo adotado e por características morfológicas distintas da cultura, que inferem diretamente na relação entre a cultura e planta daninhas (Oliveira et al. 2010). Na cultura do feijão, o PAI teve duração de 24 dias sob interferência da *Uroclhloa plantaginea* (Fransceschetti et al. 2019). Aguiar et al. (2020) encontraram o PAI de 8 a 15 dias após a emergência para o feijão sob competição com milho voluntário. No entanto em estudos desenvolvido por Borchatt et al. (2011) os valores obtidos para esse período foram ainda menores, o PAI foi determinado aos 4 dias após a emergência, para o feijão-comum. Na cultura da soja, elevada desfolha inicial, simulando ataque de insetos, reduzem a habilidade competitiva da cultura e por conseguinte reduzem o PAI (Gustafson et al. 2006). Fatores que reduzem a capacidade competitiva da cultura apresenta potencial para aumentar a habilidade das plantas daninhas no sistema.

No entanto, informações referentes a relação entre a desfolha e os períodos de convivência entre plantas daninhas no feijão ainda não foram estudadas. Nesse sentido, a hipótese foi de que a desfolha nos estádios iniciais do feijão reduz o período anterior a interferência das plantas daninhas. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o impacto da desfolha inicial do feijão na determinação do período anterior à interferência das plantas daninhas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos a campo no ano de 2019/2020 e 2020/2021 na Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen, RS. Os experimentos foram conduzidos em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2018) e suas características físico-químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Características físico-químicas dos solos na camada de 0-20 cm nos locais de condução dos experimentos

Ano	pH	M.O.	Argila	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	STB ¹
		%	%	Mg dm ⁻³	Mg dm ⁻³	Mg dm ⁻³	Mg dm ⁻³	Al	Cmol _c dm ⁻³	%
2019/20	5,9	4	67	4,5	332	7,44	3,51	0,0	11,8	82,4
2020/21	5,2	2,5	67	2,8	139	4,2	3,3	0,1	14,1	55,9

¹Saturação de Bases.

Os dados de precipitação, temperatura, e graus dias acumulados durante a condução dos experimentos estão apresentadas na Figura 1.

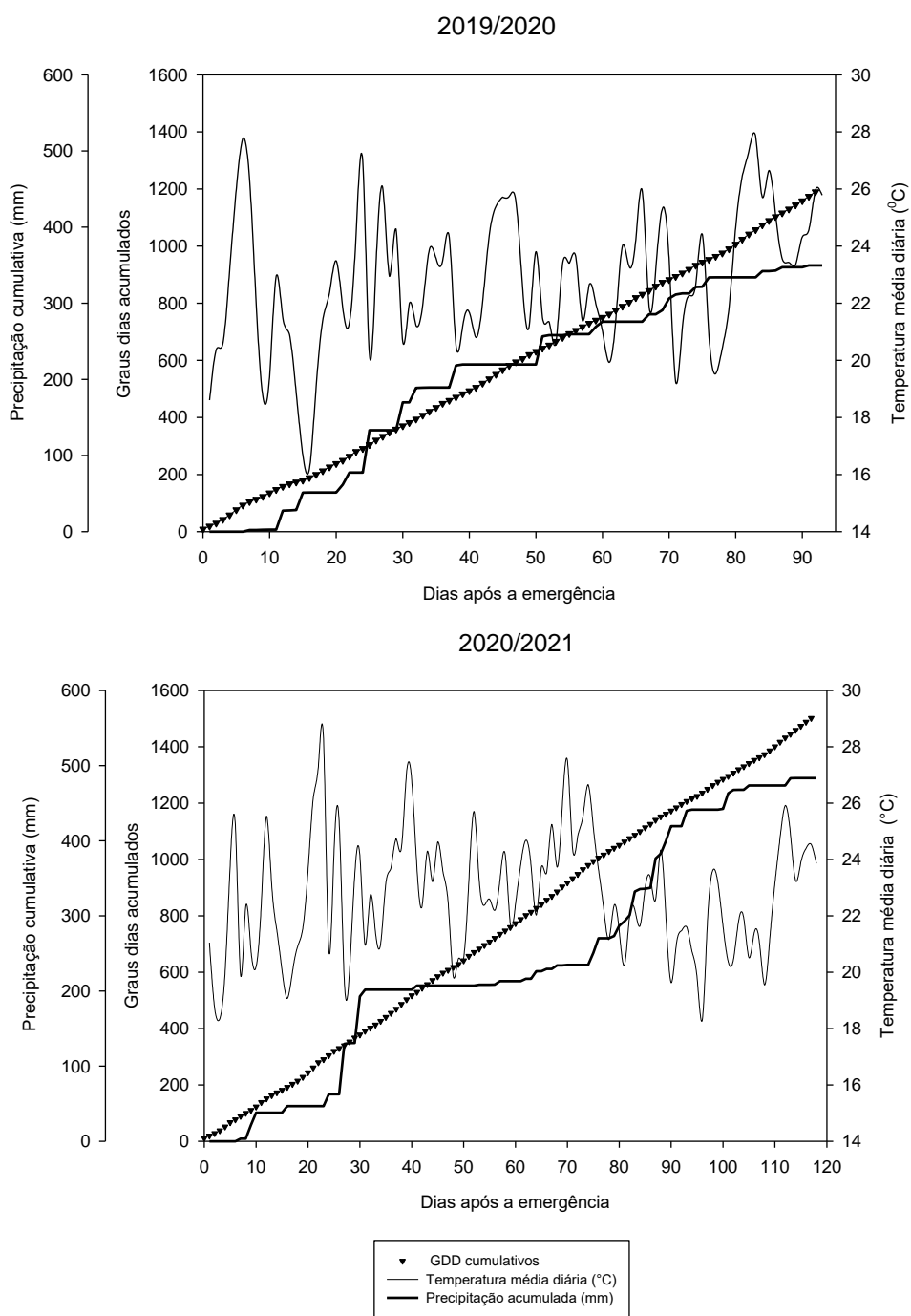


Figura 1- Precipitação acumulada (mm), temperatura média diária (°C) e graus dias acumulados durante a condução dos experimentos nos anos 2019/20 (A) e 2020/2021 (B)

Os experimentos foram instalados no delineamento blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram alocados os períodos crescentes de convivência das plantas daninhas com o feijão: 7, 14, 21, 28, 35 dias após a emergência do feijão. Adicionalmente, tratamentos de ausência e convivência das plantas daninhas durante todo o ciclo foram incluídos. Nas subparcelas, foram alocados os três níveis de desfolha inicial no feijão: sem desfolha, desfolha média e alta. As subparcelas constaram de 5 linhas de semeadura espaçadas 0,45 m e 4 m de comprimento. A densidade populacional estabelecida foi de 231.111 e 222.220 plantas ha⁻¹, para o ano de 2019/20 e 2020/21, respectivamente.

No ano 2019/2020 o feijão foi semeado após a cobertura de aveia preta, sendo a área experimental foi manejada com glyphosate + setoxydim (540 + 276 g ha⁻¹) 20 dias antes da semeadura (DAS) e paraquat (400 g ha⁻¹) no dia da semeadura. Adubação de base utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK 12-30-20, com 90 kg ha⁻¹ de N parcelados nos estádios V2 e V4, aplicados na forma de ureia. No ano 2020/21, o feijão foi semeado sucessivamente após a aveia + azevém, onde se aplicou o glyphosate + cletodim (540 + 240 g ha⁻¹) aos 50 DAS e uma roçada aos 45 DAS, e paraquat (400 g ha⁻¹) aplicado 1DAS. A adubação de base utilizada foi 250 kg ha⁻¹ da formulação NPK 5-20-20, com 60 kg ha⁻¹ de N parcelados nos estádios V2 e V4. Para o controle de insetos e fungos utilizou-se o inseticida lambda-cialotrina (10 g ha⁻¹) e fungicida fluxaproxade + piraclostrobina (50,1 + 99,9 g ha⁻¹), em ambos os anos. Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador costal, equipado com barra de quatro pontas XR11002 espaçados 0,5 m entre si, e volume de calda de 150 L ha⁻¹. A emergência das plantas no primeiro ano ocorreu dia 07 de outubro de 2019 e no segundo ano dia 03 de novembro de 2020.

Os períodos de convivência foram estabelecidos por capinas (ano 2019/20) e aplicação de cletodim+fomesafen (240+250 g ha⁻¹) (ano 2020/21) e mantidas livres da presença das plantas daninhas até a colheita por capina ou arranquio sempre que necessário. Os níveis de desfolha foram estabelecidos destacando manualmente uma folha unifolioladas e um folíolo relativo ao primeiro trifólio para a desfolha em nível médio; e duas folhas unifolioladas e um folíolo do primeiro trifólio para desfolha em nível alto. Para simular o ataque de insetos desfolhadores, utilizou-se modelo adaptado de Santos et al. (2018) as desfolhas foram realizadas a partir do estágio V2 até V3, de

forma sequencial, sendo que a cada dois dias eram destacadas uma folha unifolioladas/trifólio em 33% das plantas de feijão nas parcelas em cada estágio. Após o final dos tratamentos de desfolha foram mensuradas a área foliar por planta em todos os tratamentos de desfolha e posteriormente calculada a porcentagem de desfolha com base no tratamento sem desfolha.

A densidade e biomassa de plantas daninhas foi tomada em um quadro amostral de 0,50 x 0,50 m alocados no centro das parcelas antes dos manejos de controle. Posteriormente, as plantas foram mantidas em estufa a 60 °C até obter massa constante para pesagem e determinação da massa seca das plantas daninhas (MSPD).

Durante o desenvolvimento da cultura, os dados de temperatura do ar e precipitação foram coletados na estação Estação Climatológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada aproximadamente 250 m da área experimental.

Os graus dias acumulados (GDA) foram determinado através da soma térmica diária ($STd, ^\circ C$), a partir da emergência, calculada por $STd = (Tmed - Tb) \cdot 1$ dia, em que a $Tmed$ é a temperatura média do ar, Tb é a temperatura base estabelecida a 10⁰C. Foi considerado ainda, a temperatura base superior (TB) de 35⁰C, no qual quando a $Tmed < Tb$ então a $Tmed = Tb$ e, se $Tmed > 35^\circ C$, então $Tmed = 35^\circ C$ (Pereira et al. 2014).

O número de legumes (NL) e o peso de legumes (PL) foi contabilizado no estádio R6, nas plantas presentes 0,5 m em uma linha de semeadura, os quais expressos por 0,225 m². Para determinação da produtividade de grãos, foram colhidas as plantas em três linhas centrais com 3 m de comprimento e posteriormente trilhadas. A umidade de grãos foi ajustada para 13%.

Os dados foram analisados e apresentados para cada ano separadamente devido a heterogeneidade de variâncias para todas as variáveis. Posteriormente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Barlett ($p > 0,05$). No ano 2019/2020, a produtividade foi transformada para $\sqrt{x + 1}$. No ano 2020/21, a produtividade, número de legumes e peso de legumes foram transformados para \sqrt{x} , $\sqrt{x + 1}$ e $\log x + 1$, respectivamente. Subsequentemente, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e as interações ou efeitos simples de períodos de convivência foram analisadas por modelos de regressão e os efeitos de níveis de desfolha foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os períodos de convivência do feijão com as plantas daninhas foram expressos em graus dias acumulados.

O período anterior a interferência (PAI) foi estimada considerando a produtividade na ausência de interferência das plantas daninhas para cada nível de desfolha, e preço médio anual do

feijão de R\$ 199,95 saca^{-1} em 2020 (CONAB, 2020) para o ano 2019/20 e R\$ 226,25 saca^{-1} em 2021 (CONAB, 2021) para o ano 2020/2021. O custo de controle na pós-emergência da cultura (herbicidas+adjuvante) variou de R\$ 1,89 a 4,76 ha^{-1} , considerado as opções de herbicidas para região. O custo médio para adjuvante foi de R\$ 12,72 ha^{-1} e aplicação tratorizada de R\$ 30,19 ha^{-1} (FUNDAÇÃO ABC, 2021). O custo total para controle variou de 1,9 a 3,3% no ano 2019/2020 e 3,1 a 5,4% no ano 2020/2021, sendo para determinação do PAI, os valores relativos ao custo mínimo e máximo foram subtraídos da produtividade máxima estimada. O PAI foi descrito em relação ao acúmulo de graus dias, número de nós na haste principal e dias após a emergência da cultura.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas daninhas emergiram simultaneamente com a cultura, apresentando composição de espécies predominantes diferentes para cada ano (Tabela 2). A densidade das plantas daninhas variou de 413 plantas m⁻² (ano 2019/20) e 88 plantas m⁻² (ano 2020/21), sendo as espécies predominantes pertencentes as famílias Poaceae (*Digitaria Horizontalis* e *Urochloa plantaginea*), seguida em menor proporção das Brassicaceas (*Raphanus raphanistrum*), Convolvulaceae (*Ipomea* spp.) e Malvaceae (*Sida* spp.) em 2019/20. Em 2020/21, as famílias predominantes foram Brassicaceas (*Raphanus raphanistrum*), Asteraceas (*Bidens pilosa*) e Poaceae (*Urochloa plantaginea*). Nesse mesmo ano em menor incidência observou-se a *Digitaria horizontalis*, e *Ipomea* spp (Convolvulaceae). Essa variação na densidade de plantas daninhas entre os anos de cultivo ocorreu em função da composição do banco de semente, os quais foram instalados em diferentes áreas.

Tabela 2- Espécies e densidade das plantas daninhas de maior incidência presente nos experimentos em 2019/2020 e 2020/2021.

Anos	Espécies	Densidade (plantas m ⁻²)
2019/2020	<i>Digitaria horizontalis</i>	258
	<i>Urochloa plantaginea</i>	98
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	20
	<i>Ipomea</i> spp.	15
	<i>Sida</i> spp.	14
	Outros	8
	Total	413
2020/2021	<i>Raphanus raphanistrum</i>	36
	<i>Bidens pilosa</i>	25
	<i>Urochloa plantaginea</i>	17
	<i>Digitaria horizontalis</i>	4
	<i>Ipomea</i> spp.	4
	Total	88

Quanto aos níveis de desfolha inicial do feijão, não houve diferenças entre os anos apenas efeito entre os níveis de desfolha (Tabela 3).

Tabela 3- Níveis de desfolha média para os anos 2019/2020 e 2020/2021.

Nível de desfolha	Porcentagem de desfolha ¹		
	2019/2020	2020/2021	Média
Sem desfolha	0 a	0 a	0 a
Desfolha média	45 b	50 b	47 b
Desfolha alta	78 c	88 c	82 c

¹ em relação a testemunha, médias precedidas por letras distintas diferem entre os níveis de desfolha pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

No ano 2019/20 foi verificada interação entre níveis de desfolha e períodos crescentes de interferência para produtividade e efeitos simples para número e peso de legumes. No ano 2020/21 foram verificados somente efeitos simples de níveis de desfolha e períodos crescentes de interferência para as variáveis avaliadas. O aumento dos períodos de convivência com as plantas daninhas reduziu o número de legumes, com perda máxima estimada em 99,86% no ano 2019/20, e de 97,7% no ano 2020/21 (Figura 2). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Oliveira et al. (2010) que obteve redução de aproximadamente 70% no número de legumes por planta, para três cultivares de feijão-caupi sob interferência de plantas daninhas. Essa diminuição pode estar atribuída a menor emissão de inflorescência ou abortamento das flores em função da competição com plantas daninhas (Freitas et al. 2009).

O peso de legumes também apresentou redução, representando uma perda de 99 e 85,5%, respectivamente para os anos 2019/20 e 2020/21, em condição sob convivência com plantas daninhas durante todo o ciclo (Figura 2).

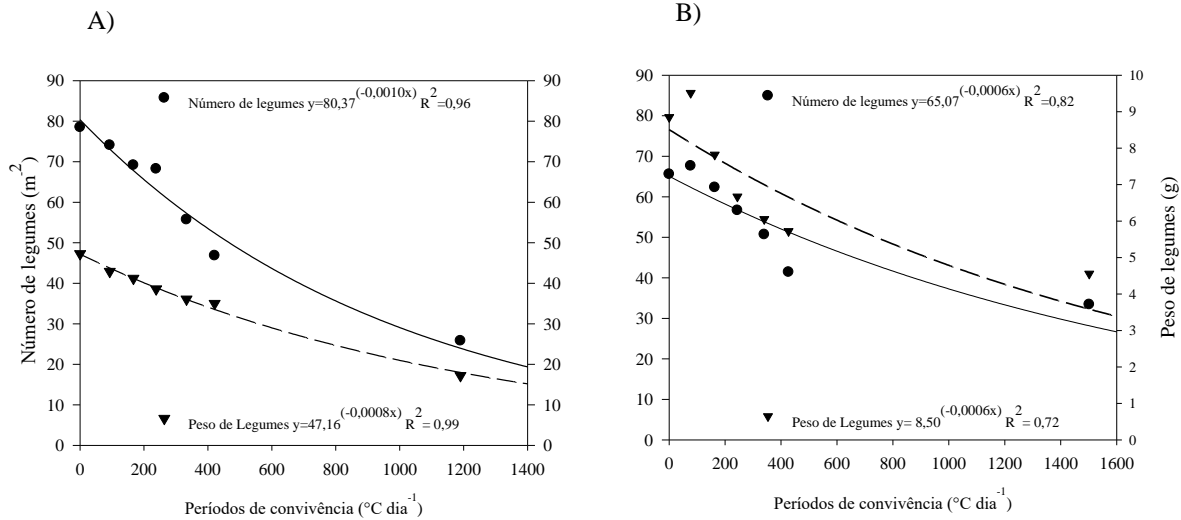


Figura 2- Número de legumes e peso de legumes do feijão em função da duração da interferência das plantas daninhas nos anos 2019/2020 (A) e 2020/2021 (B). GDA – graus dias acumulados ($^{\circ}C \text{ dia}^{-1}$).

No ano 2019/20, o número de legumes não diferiu entre a testemunha e a desfolha de 45%, enquanto que a maior desfolha reduziu em 20% em relação a testemunha e não diferindo da desfolha de 45% (Tabela 4).

Tabela 4- Número de legumes¹ e peso de legumes¹ influenciados pelos níveis de desfolha em 2019/2020 e 2020/2021.

Ano	Porcentagem de desfolha		
	0	45 ² ou 50 ³ %	78 ² ou 88 ³ %
Número de legumes (m ⁻²)			
2019/2020	64,8 a ⁴	63,8 ab	51,6 b
2020/2021	82,4 a	71,5 a	27,4 b
Peso de legumes (g m ⁻²)			
2019/2020	46,7a	44,3 a	24,1 b
2020/2021	11,5 a	9,8 a	3,2 b

² Valores apresentados com base na média dos períodos de convivência das plantas daninhas. ² Porcentagem de desfolha para o ano 2019/20. ³ Porcentagem de desfolha para o ano 2020/21. ⁴ Médias precedidas por letras distintas diferem entre os níveis de desfolha pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Resultados similares foram verificados no ano 2020/21, no qual a desfolha de 50% não diferiu da testemunha, porém com a maior desfolha (88%) causando redução no número de legumes de aproximadamente 67% em relação a testemunha. Os resultados corroboram com os obtidos por Smiderle et al. (2017), os quais verificaram que os níveis de desfolha no feijão-caupi de 0 até 67% nos estádios V2 e V3 não interferiram na produtividade de grãos, porém quando a desfolha ocorre acima 33%, no período reprodutivo, o número de vagens por planta, número de sementes e massa de sementes são reduzidos significativamente.

A perda da área foliar no feijão interfere negativamente nos componentes de produtividade, em função de alterações fisiológicas nas plantas, reduzindo a produtividade (Schmild et al. 2019). Nos estádios de floração e enchimento de vagens, os fotoassimilados produzidos nas folhas são transcolados para os ramos, demandando altos picos de atividade fotossintética, e uma maior necessidade de fotoassimilados nesses períodos de desenvolvimento (Subbarao et al. 2015).

O peso de legumes do feijão não foi alterado pelos níveis de desfolha intermediários, em relação à testemunha para os anos 2019/20 e 2020/21 (Tabela 4). Em ambos os anos, foram

observadas redução de aproximadamente 48 e 72% no número de legumes, em relação a testemunha, para o maior nível de desfolha (78 e 88%) respectivamente para os anos de 2019/20 e 2020/21. As condições climáticas, época de semeadura mais tardia e os maiores níveis de desfolha podem ter contribuído na redução do peso de legumes no ano 2020/21 em relação ao ano anterior.

No ano 2019/20, verificou-se interação entre níveis de desfolha e períodos de competição para produtividade do feijão, enquanto que no ano 2020/21, houve somente efeitos dos períodos de convivência, sendo os valores apresentados com base na média dos níveis de desfolha (Figura 3). A produtividade do feijão na condição livre da convivência das plantas daninhas e sem efeito de desfolha inicial estimada pela função logística foi estimada em 2169 e 1172 kg ha⁻¹ para os anos 2019/20 e 2020/21, respectivamente.

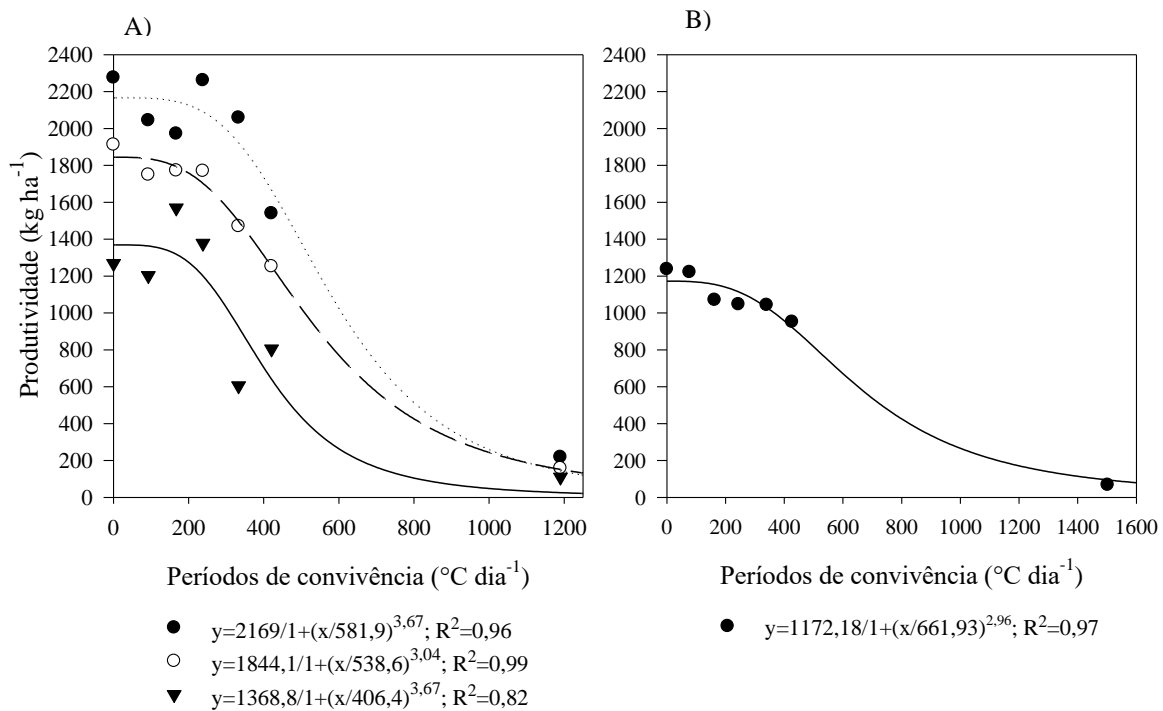


Figura 3- Produtividade do feijão em função da porcentagem de desfolha inicial e duração da convivência das plantas daninhas nos anos 2019/2020 (A) e 2020/2021 (B). Porcentagem de desfolha (●=0; ○=45% e ▼=78%) para o ano 2019/2020; (●=média das porcentagens de desfolha) para o ano 2020/2021. GDA – graus dias acumulados (°C dia⁻¹).

A menor produtividade observada no ano 2020/21, pode ter ocorrido devido à baixa precipitação entre os períodos do início de florescimento e formação de grãos (200 mm) (Figura

1). O estresse hídrico nesses estádios de desenvolvimento da cultura consegue subestimar os efeitos ocasionados pela desfolha simulada, reduzindo a produtividade significativamente em todas as porcentagens avaliadas.

Os resultados da produtividade demonstraram que o modelo da equação logística teve bom ajuste aos dados, apresentando valores de R^2 superiores a 0,82, indicando boa capacidade de previsão de perdas de rendimento do feijão por meio das equações de regressão (Figura 3).

No ano 2019/20, o aumento na porcentagem de desfolha inicial do feijão reduziu a competitividade contra as plantas daninhas, o que resultou em menores produtividades associado ao aumento dos períodos de convivência (Figura 3). Nas condições sem interferência das plantas daninhas, foi estimado uma perda na produtividade de 15 e 37% para os níveis de desfolha inicial de 45 e 78%, respectivamente. As perdas máximas de produtividade causadas pela convivência das plantas daninhas durante todo ciclo da cultura, foram semelhantes para os níveis desfolha de 0 e 45%, cerca de 98%, enquanto que para a maior desfolha, a perda máxima foi de 98% da produtividade.

Já para o ano 2020/21, o convívio com as plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura acarretou em perdas de 94% na produtividade em relação a testemunha (Figura 3). Resultados semelhantes foram observados por Aguiar et al. (2020) no feijão sob competição com milho voluntário, nos quais as perdas na produtividade de grãos atingiram 84%. Entretanto, reduções inferiores foram observadas por Machado et al. (2015) ao observarem que o convívio com *Bidens pilosa* durante todo o ciclo reduz a produtividade do feijão em até 48%, quando a o crescimento planta daninha ocorre simultaneamente com a cultura. Para Borchardt et al. (2011) o convívio com plantas daninhas durante todo o ciclo reduziu em 35% a produtividade do feijão.

O feijão mostrou-se altamente suscetível a interferência das plantas daninhas a medida que os períodos de convivência aumentaram reduzindo a produtividade, o que pode ser atribuído a menor disponibilidade de recursos disponíveis e a maior capacidade de competição pela comunidade infestante do meio. Um estudo realizado por Manebe et al. (2014) apontaram que o feijão sob competição com *Bidens pilosa* sofre alterações negativas nas características fisiológicas: consumo de CO_2 , transpiração, condutância estomática e taxa fotossintética. Resultados semelhantes foram observados por Balbinot et al. (2016) que apontaram redução da produção de energia química e das reservas nutritivas para a formação e enchimento de grãos, imposta pela competição luminosa entre a cultura e as plantas daninhas na cultura do milho.

Normalmente, a perda aceitável em função da interferência de plantas daninhas no rendimento de grãos apresenta variações decorrente de cada situação como fatores de custo de controle ou perdas na colheita com tolerância de até 5% na redução do rendimento. O incremento no custo de controle aumentou a tolerância da convivência da cultura com as plantas daninhas de dois a três dias (Tabela 5).

Tabela 5- Período anterior a interferência com base no número de dias após a emergência do feijão (DAE), número de nós na haste principal (NN), e de graus dias acumulados ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$) em função da porcentagem de desfolha inicial e custo de controle (CC%) nos anos 2019/2020 e 2020/2021.

Porcentagem de desfolha	CC (%)	Ano 2019/2020		
		DAE	NN	GDA
0	1,9	17	2,9	199
	3,3	20	3,2	232
45	1,9	12	1,2	146
	3,3	15	2,0	177
78	1,9	11	1,0	139
	3,3	13	1,5	162
Ano 2020/2021				
_2	3,1	15	2,3	175
	5,4	17	2,6	190

¹ porcentagem em relação as parcelas livres de competição durante todo o ciclo para cada nível de desfolha. ² valores médios em relação as parcelas livres de competição durante todo o ciclo, independentes da porcentagem de desfolha.

O nível de desfolha influenciou a determinação do PAI somente no ano 2019/20, no qual variou de 17 a 20 DAE (199 a 232 GDA), dependendo do custo de controle, para a condição sem desfolha inicial (Tabela 5). Com a desfolha inicial de 45%, o PAI foi antecipado em média cinco dias em relação à desfolha de 0%, ao passo que no maior nível de desfolha a antecipação foi de seis a sete dias. Isso indica que quanto maior o estresse inicial por desfolha, as medidas de controle das plantas daninhas devem iniciar antecipadamente, para evitar maiores perdas de produtividade. Ao considerar o NN, no pior cenário, as medidas de controle deveriam estar iniciando com plantas de feijão com 1 nó, o qual representaria o estágio de folhas unifolioladas emitidas (V1), e no melhor cenário com 3,2 nós, equivalente ao estágio V4.

No ano 2020/21, embora a produtividade tenha sido bem inferior comparado com ano anterior, o PAI variou de 15 a 17 DAE (175 a 190 GDA) (Tabela 5). Os valores obtidos para o PAI ocorreram antes mesmo do período de retirada da folha trifoliada em V2 nos tratamentos de 45 e 78%, no primeiro ano.

As diferenças ocorridas entre as porcentagens de desfolha no ano 2019/20 apontou que a desfolha ocasionada nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura pode reduzir o PAI e promover a antecipação da remoção das plantas daninhas no feijão. O impacto negativo da desfolha inicial sobre a produtividade do feijão nas condições sem interferência das plantas daninhas foram maiores no ano 2019/20, variando de 16 a 44% para as desfolhas de 45 e 78% (Tabela 6). Em 2020/21, não houve diferenças na produtividade entre a desfolha de 50% e a testemunha, ao passo que na maior desfolha (82%) a perda estimada foi de 11%.

Tabela 6- Perdas na produtividade ocasionada pelos níveis de desfolha em sob condição livre do convívio com plantas daninhas.

Níveis de desfolha	Produtividade (kg ha ⁻¹)			
	2019/2020	% perdas	2020/2021	% perdas
0%	2275,1 ³ A	0	1289,1 A	0
45 ¹ ou 50 ² %	1912,1 B	16	1269,7 A	2
78 ¹ ou 88 ² %	1267,9 C	44	1150,9 B	11

¹ Porcentagem de desfolha para o ano 2019/20. ² Porcentagem de desfolha para o ano 2020/21. ³ Médias da produtividade nos tratamentos sem a interferência das plantas daninhas. ⁴ Médias precedidas por letras distintas diferem entre os níveis de desfolha pelo Teste de Tukey (p<0,05).

A época de semeadura adequada possibilita a capacidade de recuperação das lesões ocasionadas pela desfolha, podendo promover a recuperação das plantas semeadas no período adequado, pois apresenta condições ambientais favoráveis para o rápido desenvolvimento das plantas. As perdas na produtividade provocadas pela desfolha inicial da soja (V4) foram em média 57% maiores com o atraso da semeadura da cultura em cerca de 40 dias após a emergência (Thrash et al. 2021).

Diante desses resultados encontrados é possível afirmar que a desfolha induzida por insetos interfere negativamente na capacidade do feijão em competir com plantas daninhas, especialmente sob condições atrasado na semeadura e de precipitação irregulares ou de baixo volume durante o ciclo da cultura. As diferenças encontradas no PAI destacam a importância de integrar as decisões de controle dos insetos com o manejo de plantas daninhas. As implicações práticas desse trabalho são que a desfolha reduz a capacidade do feijão em tolerar a presença de plantas daninhas, necessitando realizar o controle antecipadamente, em relação a cultura não desfolhada, exigindo monitoramento constante no início do ciclo e a densidade e espécies de plantas daninhas presentes na área de cultivo para determinar práticas de manejo adequadas. Esses resultados sugerem que em algumas condições é necessário realizar aplicação de herbicidas simultaneamente com outros tratamentos culturais, à fim de evitar perdas na produtividade.

3.4 CONCLUSÃO

O período anterior a interferência sofreu influência do nível de desfolha a partir de 45% no ano 2019/20. A desfolha de 78% antecipou em até 7 dias o período anterior a interferência para o maior custo de controle. Os níveis de desfolha não influenciaram o período anterior a interferência no ano 20/21, ocorrendo aos 17 dias após a emergência para o maior custo de controle.

3.5 REFERÊNCIAS

[CONAB] Companhia nacional de abastecimento (2021). Boletim da safra de grãos. 4º Levantamento - Safra 2021/2022, (Acesso Mar. 3 2022). <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.

Cury, JP., Santos, JB., Silva, EB., Braga, RR., Carvalho, FP., Valadão Silva, D., e Byrro, ECM (2013). Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. *Planta Daninha*, 31, 79-88. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100009>

Dos Santos, HG., Jacomini, PKT., Dos Anjos, LHC., De Oliveira, VA., Lumbreras, JF., Coelho, MR., Almeida, JÁ., Araujo Filho, JC., Oliveira, JB., e Cunha, TJF (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, p355

Franceschetti, MB., Galon, L., Bagnara, MAM., Pawelkiewicz, R., Brunetto, L., Rezende, AL., Portes, JC., Soligo, V., Perin, GF., Toso, FWR e Forte, CT. (2019). Interference of *Urochloa plantaginea* on morphophysiology and yield components of black beans. *Journal of Agricultural Science*, 11, 272-280. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n9p272>

[FUNDAÇÃO ABC] Planilha de Custos de mecanização agrícola 2021, (Acesso Mar. 3 2022). <https://fundacaoabc.org/downloads/>.

Gustafson, TC, Knezevic, SZ, Hunt, TE, and Lindquist, JL (2006). Simulated insect defoliation and duration of weed interference affected soybean growth. *Weed Science*, 54, 735-742. <https://doi.org/10.1614/WS-04-014R.1>

Medeiros, GAD., Arruda, FB., Sakai, E., Fujiwara, M., e Boni, NR (2000). Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados a graus-dia acumulados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, 1733-1742. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000900005>

Manebe, PMS., Matos, CDC., Ferreira, EA., Silva, AA., Sedyama, T., Manabe, A., Silva, AA., Rocha, PRR e Galon, L (2014). Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. *Bioscience Journal*, 30, 1721-1728.

Moraes, EDS e Menelau, AS (2017). Análise do mercado de feijão comum. *Revista de política agrícola*, 26, 81-92. *Revista de Política Agrícola*, 27, p.81-91. <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1245/pdf>

Oliveira, OMS., Silva, JF., Gonçalves, JRP e Klehm, CS. (2010). Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. *Planta Daninha*, 28, 523-530. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300009>

Pitelli, RA (1987). Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informe Agropecuário (Brasil)*, 11, 16-27.

Posse, SCP., Riva-Souza, EM., Silva, GM., Fasolo, LM., Silva, MB e Rocha, MAM. (2010). Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011. Vitória, ES: Incaper, 245p.

Quintela, ED; Barbosa, FR. (2015) Manual de identificação de insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. Manual: Embrapa Arroz e Feijão, ed.2, p.91. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1031725>

Santos, MA., Trogello, E., Vieira, DA., Rodrigues, RE., Ribeiro, ANL., Modolo, AJ e Baesso, MM. (2018). Simulação de desfolhas em diferentes estádios vegetativo na cultura da soja. *Colloquium Agrariae*, 14, p. 191-197. <https://doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n2.a221>

Smiderle, OJ., Lima-Primo, HED., Barbosa, HD e Souza, ADG (2017). Effect of defoliation on production components at different growth stages of cowpea1. *Revista Ciência Agronômica*, 48, 840-847. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170099>

Freitas, FCL., Medeiros, VFLP., Grangeiro, LC., Silva, MGO., Nascimento, PGML e Nunes, GH (2009). Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. *Planta Daninha*, 27, 241-247. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000200005>

Machado, AB., Trezzi, MMI., Vidal, RA., Patel, F., Cieslik, LF e Debastiani, F (2015). Rendimento de grãos de feijão e nível de dano econômico sob dois períodos de competição com *Euphorbia heterophylla*. *Planta Daninha*, 33, 41-48. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000100005>

Schmildt, O., Souza Oliveira, V., Pratissoli, D., Amaral, JAT., Czepak, MP., Nascimento, AL e Schmildt, ER (2019). Artificial defoliation to simulate losses on production of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Goytacazes). *Agricultural Sciences*, 10, 1023-1031. <https://doi.org/10.4236/as.2019.108077>

Subbarao, GV., Johansen, C., Slinkard, AE., Nageswara Rao, RC., Saxena, NP., Chauhan, YS e Lawn, RJ (1995). Strategies for improving drought resistance in grain legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 14, 469-523. <https://doi.org/10.1080/07352689509701933>

Thrash, BC., Catchot Jr. AL., Gore, J., Cook, D., Musser, FR., Irby, T., Krutz, J e Lorenz III, GM (2021). Effects of soybean planting date on yield loss from defoliation. *Journal of Economic Entomology*, 114, 993-997. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa280>

4 CONCLUSÃO GERAL

De modo geral, a competição crescente com as plantas daninhas associada a desfolha elevada (82%) reduz o índice de área foliar, radiação fotossinteticamente ativa e o acúmulo de massa seca do feijão, assim como a capacidade de cobertura do solo favorecendo o desenvolvimento de plantas daninhas.

O plastocrono sofreu efeito negativo elevado pelos níveis de desfolha de 47 e 82% no mesmo sob condição livre de plantas daninhas, sob condição de competição o aumento no acúmulo de graus dias foram duas vezes superior.

O período anterior a interferência sofreu influência do nível de desfolha a partir de 45% no ano 2019/20. A desfolha de 78% antecipou em até 7 dias o período anterior a interferência para o maior custo de controle. Os níveis de desfolha não influenciaram o período anterior a interferência no ano 20/21, ocorrendo aos 17 dias após a emergência para o maior custo de controle.

5 REFERÊNCIAS

[CONAB] Companhia Nacional de Abastecimento. (2021). Boletim da safra de grãos. 4º Levantamento - Safra 2021/2022. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>

[DERAL] Departamento de Economia Rural. (2018). Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária. Acesso Mar. 3 2022). https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/fejao_2019_v1.pdf

[DERAL] Departamento de Economia Rural. (2020). Prognóstico Feijão - Novembro de 2020. https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/Feijao_2021.pdf

Bini, DA. e Canever, MD. (2015). A dinâmica da área, do rendimento e dos preços sobre o valor da produção do feijão e da soja no Rio Grande do Sul e a dependência temporal entre esses componentes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 45, p. 1139-1146, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140846>

Borchardt, L., Jakelaitis, A., Valadão, FCDA., Venturoso, LAC e Santos, CLD (2011). Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ciência Agronômica*, 42, 725-734. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300019>

Franceschetti, MB., Galon, L., Bagnara, MAM., Pawelkiewicz, R., Brunetto, L., Rezende, AL., Portes, JC., Soligo, V., Perin, Toso, GF., Júnior, FWR e Forte, CT. (2019). Interference of *Urochloa plantaginea* on morphophysiology and yield components of black beans. *Journal of Agricultural Science*, 11, 272-280. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n9p272>

Gustafson, TC., Knezevic, SZ., Hunt, TE e Lindquist, JL (2006). Simulated insect defoliation and duration of weed interference affected soybean growth. *Weed Science*, 54, 735-742. <https://doi.org/10.1614/WS-04-014R.1>

Machado, AB., Trezzi, MMI., Vidal, RA., Patel, F., Cieslik, LF e Debastiani, F (2015). Rendimento de grãos de feijão e nível de dano econômico sob dois períodos de competição com *Euphorbia heterophylla*. *Planta Daninha*, 33, 41-48. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000100005>

Manabe, PMS., Matos, CC, Ferreira, EA, Silva, AA., Sedyama, T e Manabe A. (2015). Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. *Biocience Journal*, 33, 333-343. <https://doi.org/10.14393/bj-v31n2a2015-22271>

Manebe, PMS., Matos, CC., Ferreira, EA., Da Silva, AA., Sedyama, T., Manabe, A., Silva, AF., Rocha, PRR. e Galon, L. (2014). Características Fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. *Biocience Journal*, 30, 1721-1728.

Oliveira, OMS., Silva, JF., Gonçalves, JRP e Klehm, CS (2010). Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. *Planta daninha*, 28, 523-530. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300009>

Parreira, MC., Alves, PLCA., Lemos, B e Portugal, J. (2014). Comparação entre métodos para determinar o período anterior à interferência de plantas daninhas em feijoeiros com distintos tipos de hábitos de crescimento. *Planta Daninha*, 32, 727-738. <https://doi.org/10.1590/S0100-8358201400040000>

Quintela, ED e Barbosa, FR. (2015) Manual de identificação de insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. Manual: Embrapa Arroz e Feijão, ed.2, p.91. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1031725>

Silva, OF., Wander, AE., Stéfano, JG e Didonet, AD. (2016). Produção de arroz e feijão em municípios com menores Índices de Desenvolvimento Humano na região do Matopiba, Brasil.

Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional, 4, p. 181-205. <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2016V4N1P181-205>

Souza, AM., Pereira, RA., Yokoo, EM., Levy, RB., Sichieri, R. (2013). Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. *Revista Saúde Pública*, 47, p.190-199, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102013000700005>

Swanton, Clarence J., Nkoa, R. e Blackshaw, RE. (2015). Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*, 63, p. 2-11. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00062.1>

Teixeira, IR., Silva, RP., Silva, AG e Freitas, RS. (2009). Competição entre feijoeiros e plantas daninhas em função do tipo de crescimento dos cultivares. *Planta Daninha*, 27, p. 235-240. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000200004>

APÊNDICES

APÊNDICE A- CAPITULO I

Tabela 1- Tabela da Anova dos parâmetros de crescimento, para os anos de cultivo, níveis de desfolha e períodos de convivência com plantas daninhas. Frederico Westphalen, 2022

Ano	FV	PR					
		IAF	RFA _{int}	DAF	MSPD	MST	Plastocrono
2019/2020	Períodos	0,0007	0,0015	0,9510	<0,001	0,0099	0,0067
	Desfolha	0,0072	0,0429	<0,001	0,0104	<0,001	<0,001
	Períodos x Desfolha	0,1943	0,2853	0,8410	0,0288	0,0956	0,6480
2020/2021	Períodos	0,1940	0,0311	0,0820	<0,001	0,0001	<0,001
	Desfolha	<0,001	<0,001	0,6960	0,2130	0,0191	<0,001
	Períodos x Desfolha	0,0043	0,1660	0,7810	0,5710	0,1832	0,0119

APÊNDICE B- CAPÍTULO II

Tabela 2- Tabela da Anova de produtividade e componentes de rendimento do feijão, para os anos de cultivo, níveis de desfolha e períodos de convivência com plantas daninhas

Ano	FV	Número de legumes ¹	Peso de legumes ²	Produtividade ³
2019/2020	Períodos	<0,0010	0,0012	<0,0010
	Desfolha	0,0139	0,0001	<0,0010
	Períodos x Desfolha	0,1221	0,6005	<0,0010
2020/2021	Períodos	<0,0010	0,0047	0,03280
	Desfolha	0,0003	0,0006	<0,0010
	Períodos x Desfolha	0,9924	0,6341	0,1660

¹ e ² valores por m² e ³ em kg ha⁻¹.

APÊNDICE C- CAPÍTULO II

Figura 1- Custo das opções de herbicidas recomendados para o controle em pós-emergência das plantas daninhas no feijão nos anos 202019/2020 e 2020/2021

Herbicida	Dose		Dose		Custo unitário (R\$ L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)		Custo de controle (%)	
	(g ia ha ⁻¹)		(g p.c. ha ⁻¹)			Mín	Máx	2019/ 20	2020/ 21
	Mín	Máx	Mín	Máx					
Fluazifop+fomesafem (Fusiflex 125g/L)	200	300	1600	2000	97,00	155,2	194,00	3,28	5,36
Bentazon (Basagran 600g/L)	720	720	1200	1200	54,60	65,52	65,52	2,91	4,76
Imazamox ¹ (Raptor 700g/kg)	28	42	40	60	1700	68,00	102,00		
Cletodim (240g/L)	84	108	350	450	42,16	14,75	18,97	1,89	3,10
Fomesafen ¹ (Flex 250g/L)	225	250	900	1000	75,53	67,98	75,53		

¹ produtos aplicados em mistura, onde foram considerados com aplicação única. Valores atuais de mercado: % custo em cima do valor máximo. Considerou-se a produtividade máxima obtida nos tratamentos sem interferência, equivalente a 36,15 sacas ha⁻¹ em 202019/2020 e em 2020/2021 de 19,53 sacas ha⁻¹. Considerou-se parâmetros de mercado do feijão de 12 meses no estado Rio Grande do Sul para a determinação dos preços, sendo de R\$ 199,95 e R\$ 226,25 respectivamente, para 202019/2020 e 2020/2021 (CONAB).