



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VINÍCIUS JUNQUEIRA DE MORAES

**PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS
EM SOJA E MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Londrina
2023

VINICIUS JUNQUEIRA DE MORAES

**PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS
EM SOJA E MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina como pré-requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dra. Inês Cristina Batista Fonseca

Co-orientador: Prof. Dr. Giliardi Dalazen

Londrina
2023

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Moraes, Vinicius.

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM SOJA E
MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO / Vinicius Moraes. - Londrina, 2023.
77 f.

Orientador: Inês Fonseca.

Coorientador: Giliardi Dalazen.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2023.

Inclui bibliografia.

1. competição - Tese. 2. PAI - Tese. 3. PCPI - Tese. 4. produtividade - Tese. I.
Fonseca, Inês. II. Dalazen, Giliardi. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro
de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

VINICIUS JUNQUEIRA DE MORAES

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM SOJA
E MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Prof. Dr. Giliardi Dalazen
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete
Universidade Estadual de Londrina

Dr. Fernando Storniolo Adegas
Embrapa Soja

Prof. Dr. André Sampaio Ferreira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 28 de abril de 2023.

À minha esposa Carolina e filhos Mateus e Mariana pelo amor, compreensão e incentivo.

Aos meus pais Pedro e Isaura que sempre acreditaram em mim e me mostraram que o estudo é a melhor herança e caminho.

À minhas irmãs Viviane, Alessandra e as minhas sobrinhas Renata e Isabela pelas orações, carinho e apoio.

A todos os familiares e amigos que sempre incentivaram e torceram por mim.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Dra. Inês Cristina Fonseca, Giliardi Dalazen e Claudemir Zucarelli pela orientação do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade oferecida.

Aos professores do Curso de Doutorado da UEL, pelos conhecimentos recebidos.

À diretoria da Syngenta Proteção de Cultivos LTDA. pela oportunidade recebida, pelos recursos humanos e estruturais cedidos.

Aos Grandes Amigos Donizeti A. Fornarolli e Milto Facco pelo incentivo, profissionalismo, conhecimento e pela amizade verdadeira.

Aos funcionários e estagiários da Syngenta Proteção de Cultivos LTDA. pelo profissionalismo, dedicação e ajuda na condução dos ensaios de campo.

A todos os colegas do curso de Doutorado da UEL pelo companheirismo.

A todos que sempre me incentivaram a fazer Doutorado e que contribuíram para a realização deste trabalho.

“A única forma de chegar ao impossível é acreditar que é possível.”

(Lewis Carroll)

RESUMO

MORAES, Vinícius Junqueira de. **Períodos de interferência de plantas daninhas em soja e milho em sistema plantio direto**. 2023. 81f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

As plantas daninhas interferem negativamente no desenvolvimento, produtividade e qualidade da soja e do milho, com intensidade variável de acordo com o sistema de cultivo, período de ocorrência e intensidade da infestação. Os períodos de interferência de plantas daninhas em soja e milho devem ser estudados continuamente uma vez que são introduzidas no mercado anualmente inúmeros cultivares e híbridos com diferentes arquiteturas, ciclos e potenciais produtivos divergentes dos anteriormente utilizadas, evidenciando a necessidade de atualizações. O objetivo desse trabalho foi determinar os períodos de interferência de plantas daninhas nas culturas da soja e do milho, cultivados em Sistema Plantio Direto. Em cada cultura foram conduzidos dois experimentos, no primeiro a determinação do período anterior a interferência (PAI) e outro para a determinação do período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Para determinação do PAI a cultura foi submetida à diferentes períodos de convivência com a comunidade infestante, sendo: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência (DAE) e colheita. Ao término de cada período as invasoras foram eliminadas por meio da capina manual e a parcela mantida livre de plantas daninhas até a colheita. Para a determinação do PCPI, foram utilizados os mesmos períodos. No entanto, a cada tratamento a cultura foi mantida no limpo através de capina manual e ao término de cada período de controle das plantas invasoras, estas não foram mais eliminadas até a colheita. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados na soja a altura de plantas e inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, massa de mil sementes (MMS) e produtividade. No milho foram avaliados a altura de plantas, de inserção de espiga, MMS, número de fileiras por espiga, de grãos por espiga e produtividade. Foi considerado o índice de 5% de redução da produtividade para a determinação dos períodos. Os experimentos foram conduzidos na região Norte do PR, município de Cambé, em duas safras (2018/19 e 2019/2020). Constatou-se que para a soja, cultivar SYN 1562 cultivada em Sistema Plantio Direto o PAI obtido foi de 8 dias, e o PCPI foi dos 8 aos 54 DAE, correspondendo aos estádios V1 a R1 da soja, respectivamente. Para a cultura do milho, híbrido Supremo VIP3 em Sistema Plantio Direto, constatou-se que o PAI foi de 10 dias, e que o PCPI foi dos 10 aos 80 DAE, correspondendo aos estádios V1 a R2. Portanto, em relação aos trabalhos anteriores para ambas as culturas houve uma redução no PAI e aumento no PCPI, evidenciando a necessidade de medidas de controle antecipadas e mais duradouras.

Palavras-chave: competição, controle; invasoras; capina; PAI; PCPI, produtividade

ABSTRACT

MORAES, Vinícius Junqueira de. **Periods of weed interference in soybean and corn under no-tillage**. 2023. 81p. Doctorate thesis (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

Spontaneous plants negatively affect the development, productivity and quality of soy and maize. The varying intensity depending on the cultivation system, occurrence period and infestation intensity. The spontaneous plant's interference period over soybean and maize should be continuously studied, since many cultivars and hybrids are introduced to the market annually, with different architypes, cycles and production potentials. The present study objectified the determination of the spontaneous plant's interference period over soybean and maize following no-tillage system cultivation. Two experiments were conducted for each culture, the first evaluating 15 coexistence periods, between the cultures and the spontaneous plants, to determine the Period Before Interference (PBI), and another with 15 control periods to determine the Critical Interference Prevention Period (CPWC). The PBI was determined by submitting soybean to different periods of spontaneous plants' coexistence, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 and 91 days after emergence (DAE) and harvest. At the end of each period, the parcel was cleared of spontaneous plants until the harvest. The CPWC determination followed the same previously cited periods. Withal, the treatments were cleared of spontaneous plants until the end of each control period, when they were no longer eliminated. The study was conducted using a randomized block design with four repetitions. The soybean's plant and first pod insertion height, thousand seed weight (TSW) and productivity was evaluated. The plant and cob insertion height, rows and corn per cob, TSW and productivity was evaluated in maize. A production reduction index of 5% was presumed to determine the periods. The experiments were conducted in the northern region of the State of Paraná, in the Cambé county during the 2018/19 and 2019/20 harvests. The soybean cultivar SYN 1562's PBI was of eight days, and the CPWC was from eight to 54 DAE, corresponding from the V1 to R1 physiological soybean stages, respectively. The maize hybrid Supremo VIP3's PBI was of 10 days, and the CPWC was from 10 to 80 DAE, corresponding from the V1 to R2 physiological maize stages. A reduction of the PBI and an increase of the CPWC was observed for both cultures, highlighting the need for earlier and longer-lasting control measures.

Keywords: Competition; Control; Invasive; Weeding; PBI; CPWC; Productivity

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados de precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas em função do estágio fenológico da soja durante o período de condução do estudo, coletados na estação meteorológica da EMBRAPA Soja, anos 2018/2019 e 2019/2020, em Londrina-PR35
- Figura 2** – Altura de plantas de soja (cm) submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.41
- Figura 3** – Altura Primeiro Legume (cm) em plantas de soja submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.42
- Figura 4** – Número de Legumes por Planta em plantas de soja submetidas a diferentes períodos de convivência 2018/19 (A) 2019/20 (C) e de controle 2018/19 (B) 2019/20 (D) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.....43
- Figura 5** – Massa Mil Sementes (g) em plantas de soja submetidas a diferentes períodos de convivência 2018/19 (A) 2019/20 (B) e de controle 2019/20 (C) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.45
- Figura 6** – Produtividade de grãos de soja (ha^{-1}), PAI, PCPI e PTPI em resposta a diferentes períodos de convivência e de controle de plantas daninhas47
- Figura 7** – Dados de precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas em função do estágio fenológico da soja durante o período de condução do estudo, coletados na estação meteorológica da EMBRAPA Soja, anos 2018/2019 e 2019/2020, em Londrina-PR57
- Figura 8** – Altura de plantas de milho (cm) submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.63
- Figura 9** – Altura Inserção de espiga (cm) em plantas de milho submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.64

Figura 10 –Número de Fileiras por espigas de plantas de milho submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.	65
Figura 11 –Número de Grãos por Espigas de plantas de milho submetidas a diferentes períodos de diferentes períodos de convivência (A) e de de plantas daninhas em sistema de plantio direto.....	65
Figura 12 –Massa Mil Sementes (g) de plantas de milho submetidas a diferentes períodos de controle em 2018/19 (A) e em 2019/20 (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.	66
Figura 13 –Produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}), PAI, PCPI e PTPI em resposta a diferentes períodos de convivência e de controle de plantas daninhas	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas e físicas do solo da área experimental soja. Cambé, PR, 2018/2019.	35
Tabela 2 – Características químicas e físicas do solo da área experimental soja. Cambé, PR, 2019/2020.	36
Tabela 3 – Identificação das principais espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental e suas respectivas proporções. Cambé/PR.....	39
Tabela 4 – Estádio da cultura, número de capinas realizados e densidade de plantas daninhas m ⁻² para os diferentes períodos de convivência destas com a cultura da soja cv. SYT 1562 IPRO. Cambé/PR	39
Tabela 5 – Resumo das análises da variância conjuntas (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura da soja. Cambé, PR.....	40
Tabela 6 – Resumo das análises da variância individuais (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura da soja. Cambé, PR	40
Tabela 7 – Características químicas e físicas do solo da área experimental milho. Cambé, PR, 2018/2019.....	58
Tabela 8 – Características químicas e físicas do solo da área experimental milho. Cambé, PR, 2019/2020.....	59
Tabela 9 – Identificação das principais espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental milho e suas respectivas proporções. Cambé/PR.....	60
Tabela 10 – Estádio da cultura, número de capinas realizados e densidade de plantas daninhas m ⁻² para os diferentes períodos de convivência destas com a cultura do milho Supremo VIP3. Cambé/PR	61
Tabela 11 – Resumo das análises da variância conjuntas (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura do milho. Cambé, PR.....	62
Tabela 12 – Resumo das análises da variância individuais (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura do milho. Cambé, PR	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA.....	10
2.2	A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA	11
2.3	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MILHO.....	12
2.4	A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO	13
2.5	PLANTAS DANINHAS.....	14
2.5.1	DEFINIÇÃO.....	14
2.5.2	SISTEMA DE CULTIVO E DINÂMICA DAS PLANTAS DANINHAS.....	15
2.5.3	IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DANINHAS	17
2.5.4	PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS SOBRE AS CULTURAS.	19
3	BIBLIOGRAFIA	22
4	ARTIGO A	31
	PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA, CULTIVADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO	31
4.1	RESUMO	31
4.2	ABSTRACT.....	32
4.3	INTRODUÇÃO	33
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

5	ARTIGO B	53
	AVALIAÇÃO DOS PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO	53
5.1	RESUMO	53
5.2	ABSTRACT	54
5.3	INTRODUÇÃO	55
5.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	56
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

1 INTRODUÇÃO

As culturas da soja (*Glycine max*) e do milho (*Zea mays*) estão entre as mais importantes no cenário agrícola nacional e global, destacando-se em área cultivada e produção. No sistema produtivo dessas culturas são utilizadas altas tecnologias, por meio de cultivares adequados, manejo do solo, adubação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, finalizando com uma segura e eficiente comercialização.

O controle de plantas daninhas é uma prática de elevada importância nessas culturas, tanto nas cultivares convencionais como nas transgênicas, para obtenção de altos rendimentos, pois sua interferência é um dos fatores que mais acarreta perdas de produtividade. Além da competição com as culturas por nutrientes, água e luz, as plantas daninhas também podem servir de hospedeiras às pragas, doenças e nematoides.

O correto manejo das plantas daninhas é fundamental para o crescimento e desenvolvimento da soja e do milho e o conhecimento dos períodos de interferência, que podem causar danos nas culturas, é essencial para maximizar a produtividade e reduzir custos. As plantas daninhas interferem negativamente nas culturas quando não manejadas corretamente, e o grau de interferência pode variar de acordo com o sistema de cultivo, a densidade e composição da flora (espécies) de plantas.

Dentro do conceito de manejo das plantas daninhas, o conhecimento dos períodos de interferência é fundamental, são três os períodos, o período anterior à interferência (PAI), a partir da emergência da cultura, em que a cultura e plantas daninhas convivem, sem que haja perdas em produtividade, ou outras características esperadas não sejam alteradas, o período total de prevenção da interferência (PTPI) é aquele em que, a partir da emergência da cultura, as plantas daninhas devem ser controladas para que a cultura possa manifestar todo seu potencial de produtividade. O intervalo compreendido entre esses dois períodos é o período crítico para prevenção da interferência (PCPI).

No Brasil, a maioria dos trabalhos de matocompetição em cultivos de soja e milho antecede à década de 2000, embora alguns trabalhos tenham sido desenvolvidos na década de 2010. Várias modificações aconteceram nestes períodos, como a adoção do Sistema Plantio Direto na maioria das áreas agricultáveis,

introdução no mercado de cultivares de soja e milho com variações quanto ao ciclo, hábito de crescimento, índice de área foliar e potencial produtivo também foram adotadas modificações de manejo, como adubação, espaçamento e densidade de semeadura, entre outros fatores. Todas essas mudanças podem alterar o grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas, onde espera-se alterações no início de duração do período anterior à interferência (PAI) e do período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Também se espera que quanto maior a competição das culturas com as plantas daninhas os componentes de rendimento e a produtividade das culturas seja alterado.

Sendo assim, informações atuais destes períodos de interferência, quanto ao número de dias e prejuízos à produtividade, bem como a influência da matocompetição em algumas características da planta, bem como seus componentes de produtividade nos atuais sistemas de produção, são necessárias. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar o Período Anterior à Interferência (PAI), Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) e Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) das plantas daninhas nas culturas da soja e milho, no Sistema Plantio Direto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA

Originária do continente asiático, a soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma planta anual herbácea, pertencente à família Fabaceae. Os primeiros relatos de cultivo são na China, há cerca de cinco mil anos, em que o grão era considerado sagrado. No Brasil, foi inserida em 1881 no Estado da Bahia, porém as cultivares americanas não se adaptaram ao clima da região (GAZZONI, 2018). Com o desenvolvimento de novas cultivares, a partir da década de 1940 a cultura passou a ter maior visibilidade e foi no Estado do Rio Grande do Sul que se adaptou e passou a ser utilizada como opção de cultivo para o verão (EMBRAPA, 2017).

Fehr e Caviness (1977) consideraram duas fases principais durante o ciclo da cultura da soja: a vegetativa, desde a germinação e emergência até o início do florescimento, e a fase reprodutiva, que inicia do florescimento até a maturação fisiológica dos grãos. Dependendo da variedade seu hábito de crescimento pode ser determinado, semideterminado ou indeterminado. De acordo com Sedyama (2009), a maioria das cultivares adaptadas às condições do Brasil apresentam ciclos em torno de 90 a 150 dias.

A soja caracteriza-se por ser uma planta ereta e de reprodução autógama. A altura varia de 30 a 200 cm, de acordo com a cultivar. Possui raiz do tipo pivotante, com inúmeras raízes secundárias e nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio denominadas rizóbios (MÜLLER, 1981). Seu caule é do tipo herbáceo, ereto com ramificações laterais em sua grande maioria (EMBRAPA, 2014). As folhas possuem coloração verde escuro e são classificadas de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, podendo ser cotiledonares, unifolioladas ou primárias e trifolioladas (SEDIYAMA et al., 1985). As flores desenvolvem-se em racemos axilares ou terminais, de coloração branca ou lilás, variando de acordo com a genética da planta (VERNETTI; JUNIOR, 2009). O fruto é um legume com cerca de 2 a 7 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura, de uma forma achatada, contendo um a quatro grãos (MENEZES et al., 1997).

A soja é influenciada pelo fotoperíodo, sendo classificada como uma planta de dias curtos, ou seja, o florescimento ocorre quando as noites são mais longas, porém, essa característica varia de acordo com a cultivar escolhida (ROCHA,

2009). Outro fator que interfere no desenvolvimento da cultura é a temperatura do ar, cujas faixas de temperatura ótima ocorrem entre 25°C e 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme (FARIAS et.al., 2007). A necessidade hídrica da cultura varia de acordo com o seu estágio de desenvolvimento, sendo necessário maior volume de água na germinação/emergência e durante a floração e enchimento de grãos (OLIVEIRA et al., 2020).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA

A soja é a principal *commoditie*, sendo a oleaginosa mais consumida no mundo. O Brasil ocupa a primeira colocação no âmbito de exportação do grão, com 86 milhões de toneladas exportadas, sendo a China o maior importador do produto (EMBRAPA, 2022). Os Estados Unidos são o segundo maior produtor mundial, sendo exportados cerca de 53 milhões de toneladas do grão, tendo como principais importadores a China e o México (USDA, 2022).

O crescimento da área e produção da soja foi altamente significativo nas últimas décadas, ao considerarmos que no início da expansão no Brasil, safra de 1976/1977 foram semeados 6,9 milhões de hectares e colhidos 12,15 milhões de toneladas. Já na safra 2021/2022 ou seja, 45 anos após, foram semeados 40,82 milhões de hectares e registrou-se uma colheita de 123,83 milhões de toneladas. Nesse período, a produtividade aumentou 75%, passando de 1750 kg ha⁻¹ para 3030 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). O Centro-oeste respondeu por 46,13% da área de soja cultivada, o Sul a uma área de 30,73%, juntas as regiões contabilizam 76,86% da área de soja do Brasil. Em área cultivada, o Estado do Mato Grosso é o maior produtor, com 11 milhões de hectares, seguido do Rio Grande do Sul com 6,3 milhões de hectares e Paraná com 5,6 milhões de hectares (EMBRAPA, 2022).

A soja é rica em proteína (35 a 40%) e óleo (15% a 25%) (MANDARINO et al. (2018), sendo utilizada como matéria-prima para extração de óleo, produção de proteína, fabricação de rações para animais, proteínas para consumo humano, óleo vegetal e extração de biodiesel (XU et al., 2020). Para a produção de biodiesel, cerca de 70% do óleo utilizado é produzido pelo esmagamento do grão de soja (LADEIRA; NETO; COSTA, 2017).

O uso de soja e do farelo na alimentação animal tem sido uma ótima opção para o fornecimento de proteína vegetal, aminoácidos, gorduras e fibras à dieta

dos animais devido à composição do grão. Além disso, possui alta palatabilidade, o que confere ao alimento melhor aceitação por parte dos animais (THIAGO; SILVA, 2014).

A exportação de derivados de soja também é expressiva no Brasil. No ano de 2020, por exemplo, o país foi responsável por arrecadar cerca de 35 bilhões de dólares pela exportação de soja, farelo e óleo de soja (EMBRAPA, 2022).

2.3 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à ordem Poales, família Poaceae (Gramineae), gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (HANASHIRO et al., 2015). Diferentemente da maioria das plantas de interesse agrícola selecionadas pelo homem, em que foi relativamente simples identificar os ancestrais selvagens, no caso do milho, o provável ancestral é ainda incerto, e muitas teorias foram levantadas sobre a sua origem (BARGHINI, 2004).

É uma das culturas mais antigas do mundo, e a teoria mais aceita é que se originou no teosinto, por volta de 7.000 a.C., na América do Norte, tendo como centro de origem o México e a Guatemala (SILVEIRA et al., 2015). O milho é cultivado em muitas partes do mundo devido à sua grande adaptabilidade (FUKUNAGA et al., 2005).

A cultura do milho necessita de aproximadamente 650 mm de água durante seu ciclo, tendo a maior demanda no período de florescimento, necessitando cerca de 7 mm diários de água disponível no solo para as condições do Rio Grande do Sul (BERGAMASCHI et al., 2001). Segundo Landau et al. (2012) a temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura do milho está na faixa de 25 a 30°C. Entretanto, falta de irrigação e baixa precipitação, como em anos de *La Niña*, por exemplo, podem causar prejuízos ao longo do ciclo fenológico, tanto no crescimento quanto na produtividade, chegando a perdas de 90% (RAYA-HERNÁNDEZ et al., 2020).

O período vegetativo e a floração do milho podem variar conforme fatores climáticos (BARBANO et al., 2001). O ciclo foi dividido por Fancelli e Dourado Neto (1997) em cinco etapas de desenvolvimento, com germinação e emergência (5 a 12 dias); o crescimento vegetativo, entre a emissão da segunda folha e o início do florescimento (tal etapa apresenta extensão variável); florescimento, com duração

máxima de 10 dias e a frutificação (40 e 60 dias), indicativo do final do ciclo de vida da planta, ou seja, maturidade fisiológica.

O milho possui raízes do tipo fasciculadas em que estão presentes raízes seminais e adventícias, que favorecem a fixação do caule da planta para uma melhor absorção de sais minerais (FORNASIERI FILHO, 2007). O caule do tipo colmo, constituído de nós e entrenós, e as folhas encontram-se em torno desse caule, distribuídas de forma dística e alternada (BULL; CANTARELLA, 1993). A inflorescência masculina (panícula) encontra-se na extremidade superior da planta, após a folha bandeira, favorecendo a dispersão de pólen pelo vento, enquanto as inflorescências femininas são encontradas nas axilas das folhas, constituídas pelas espigas. Assim, é possível a ocorrência da polinização cruzada entre plantas diferentes (FORNASIERI FILHO, 2007).

A semente do milho é classificada como cariopse, dividida em três partes: o pericarpo, o endosperma e o embrião. O pericarpo é a parte mais externa do endosperma, a qual é rica em proteínas e enzimas cujo papel no processo de germinação é determinante. O endosperma do grão é uma importante fonte de carboidratos e proteínas. O embrião fica ao lado do endosperma, e embora de tamanho muito pequeno, nele já existem os primórdios do que serão os órgãos de uma planta adulta (MAGALHÃES; DURAES, 2006; GALVÃO, BORÉM; PIMENTEL, 2015).

2.4 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO

O milho é considerado um dos mais importantes cereais cultivados no Brasil e do mundo (VALADARES et al., 2017). Representa cerca de 30% dos grãos produzidos mundialmente, com destaque para a diversidade de utilização, tanto na alimentação humana quanto animal. Na alimentação animal é utilizado especialmente para aves e suínos, pois apresenta alta digestibilidade de seus nutrientes, seguido por ausência de fatores antinutricionais intrínsecos, além da elevada produtividade de grãos (GERON et al., 2018). Além disso, os derivados do milho podem ser utilizados na produção de combustível, na geração de bioenergia (SOARES et al., 2017; KUMAR et al., 2019; LIU et al., 2019), dentre outras finalidades.

A produção mundial de milho na safra 2021/2022 foi de 1,2 bilhões de toneladas de grãos, sendo os Estados Unidos, China e Brasil os principais produtores

(USDA, 2022). O Brasil é o segundo maior exportador de milho no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. A produção brasileira de milho em 2021/2022 foi de 112,83 milhões de toneladas, com área plantada de 21,58 milhões de hectares e produtividade de 5,2 toneladas por hectare (CONAB, 2022).

Um dos motivos para o amplo cultivo é que o milho apresenta extrema importância econômica e social, além da grande capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais, alto valor nutricional, sendo cultivado em praticamente todas as partes do planeta. A *commoditie* ganhou espaço em território nacional, da mesma forma que todas as outras culturas tradicionais, que utilizavam tecnologia menos desenvolvida, buscando terras ainda não agricultáveis, bem como a fertilidade natural dos solos (ALVES et al., 2019).

Uma mudança importante no melhoramento foi na arquitetura dos híbridos. Materiais genéticos de menor estatura e folhas mais eretas e em menor número facilitam uma maior penetração de radiação para a porção inferior do dossel, e reduz a matocompetição (ALMEIDA et al., 2000; ARGENTA et al., 2001). Além dos significativos progressos no melhoramento genético dos materiais, ocorreram mudanças significativas relacionadas à ecofisiologia do cultivo, principalmente relacionadas à época de semeadura, fertilização nitrogenada (quantidades e épocas de sua realização), uso de altas tecnologias, melhorias das condições do solo, ajustes na população de plantas e uso de sementes híbridas (SILVESTRIN-ROVARIS et al., 2017).

2.5 PLANTAS DANINHAS

2.5.1 Definição

Conceitualmente, uma planta daninha baseia-se nos princípios da indesejabilidade em relação às atividades do homem. Planta daninha é uma planta que cresce onde não é desejada (LORENZI, 2006). Também já foi um dia definida como uma “erva” estranha a uma cultura e que compete com ela por luz, água e nutrientes. Botanicamente não existe a palavra “erva” e nem mesmo “erva má”, mas eram assim chamadas por invadirem as culturas, prejudicando seu desenvolvimento (SAAD, 1968).

As plantas cultivadas são constantemente aprimoradas e, por

consequência, tornam-se menos rústicas e menos eficientes em sobreviver quando na presença de plantas daninhas (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). As plantas daninhas podem ser do tipo comuns, que não possuem habilidade de sobreviver em condições adversas, e verdadeiras, que possuem características específicas como dormência, produção de grande número de sementes por planta, apresentando alta capacidade de sobreviver em condições adversas (DA SILVA et al., 2012).

Algumas plantas cultivadas se tornam daninhas quando infestam cultivos subsequentes, como é o caso do azevem (*Lolium multiflorum*) utilizado como pastagem e comumente encontrado em lavouras com o cultivo de trigo, onde em uma população elevada pode reduzir a produtividade da cultura em até 60% (EMBRAPA, 2022). Outro exemplo é o milho que em lavouras onde há o cultivo de soja se torna uma planta daninha denominada milho voluntário, podendo reduzir em até 60% a produtividade da soja (PIASECKI et al., 2018).

2.5.2 Sistemas de cultivo e a dinâmica das plantas daninhas

A agricultura passou por intensas modificações, pois no passado eram utilizados arados e grades a fim de realizar o revolvimento do solo visando o melhor estabelecimento das culturas. Por consequência isto gerava erosão do solo e perdas superficiais de solo, de sementes e adubação (CASÃO JÚNIOR et al., 2012). Com o passar dos anos houve a necessidade de aprimorar as técnicas de plantio utilizadas, a fim de gerar reduções nas perdas e otimização do sistema. Com isso, a partir do ano de 1972, no Brasil, o Sistema Plantio Direto passou a ser utilizado por alguns produtores (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

Na tentativa de se minimizar os problemas decorrentes do plantio convencional, a partir da década de 90 intensificou-se as pesquisas e o interesse pelo sistema plantio direto (KLUTHCOUSKI, 1998). Quando a semente é depositada diretamente em solo não revolvido e este contém resíduos da cultura anterior ou de plantas daninhas controladas por herbicidas, denomina-se Sistema Plantio Direto (MUZILLI, 1985; DERPSCH et al., 1991). O Sistema Plantio Direto é utilizado em larga escala por realizar o controle de erosão e a regulação térmica do solo. Além disso, a palhada sob superfície garante a manutenção da umidade do solo, evitando a evaporação da água nele presente (FURLANI et al., 2019; BERTOLLO; LEVIEN, 2019). Portanto, é uma ferramenta importante para a sobrevivência das culturas em

períodos de estiagem.

Contudo, o não revolvimento do solo promove modificações na dinâmica populacional das plantas daninhas (ZELAYA et al., 1997). A palhada atua como barreira física contra a germinação de plantas daninhas fotoblásticas positivas, como espécies do gênero *Conyza*, popularmente conhecidas como buva (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011), e a *Spermacoce verticillata*, conhecida como vassourinha-de-botão (TAKAHASHI et al., 2022).

Além disto, algumas plantas de cobertura, utilizadas no sistema plantio direto, podem apresentar efeitos alelopáticos, inibindo a germinação e posterior emergência das plantas daninhas do banco de sementes (BUCHANAN et al., 2016; FORTE et al., 2019), como o caso de *Lolium multiflorum* e *Crotalaria* spp. (PINTO et al., 2021).

A população de plantas daninhas anuais diminui a partir do início do segundo ano de implantação do Sistema Plantio Direto, quando ocorre tendência de aumento da população de espécies de plantas daninhas perenes (RUEDELL, 1995; GASSEN; GASSEN, 1996; BUZATTI, 1999). Isso ocorre porque os órgãos vegetativos de algumas dessas espécies não são submetidos à dessecação, devido às araças e gradagens predominantes no preparo convencional do solo (VICTORIA FILHO, 1982). Como exemplos, destacam-se a maria-mole (*Senecio brasiliensis*), a guanxuma (*Sida* sp.), a tiririca (*Cyperus* sp.) e a língua-de-vaca (*Rumex* sp.).

A palha, embora sirva como barreira física à germinação de algumas espécies, também pode favorecer o aparecimento de outras pela mudança nas condições físicas, químicas e biológicas do solo. Correia et al. (2006) verificaram uma maior emergência de *Chamaesyce* spp. em maiores níveis de palha. Por outro lado, o aparecimento de algumas plantas daninhas anuais em plantio direto, como o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), deve-se mais a falhas no controle num sistema de rotação de culturas que à influência do sistema de cultivo (RUEDELL, 1995).

Outro fator que teve grande diferenciação nos últimos anos, foi o ganho genético obtido, associado ao avanço das práticas de manejo e materiais que se adaptem às diferentes condições de clima, fotoperíodo e solo, que sejam resistentes a pragas, doenças e produtivas, têm sido responsáveis pelos aumentos consideráveis de produtividade em diversas culturas de importância econômica no

Brasil e no mundo, incluindo a soja (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006; VASCONCELOS et al., 2012)

Em se tratando de manejo de plantas daninhas, o primeiro evento significativo foi o desenvolvimento de cultivares Roundup Ready (RR), que proporcionou aos produtores utilizarem o herbicida glifosato na cultura (MELHORANÇA FILHO et al., 2010). O uso do glifosato em soja foi aumentando ano a ano devido ao seu amplo espectro de controle de plantas daninhas (GAIARIN; PRIMIERI, 2019). No entanto, o uso contínuo desse herbicida selecionou biótipos resistentes dessas plantas, sendo necessário o uso de novos herbicidas para o controle das espécies, associados a outros métodos de controle.

Outros eventos genéticos que possibilitaram o uso de diferentes herbicidas para o controle de plantas daninhas na cultura da soja utilizam os herbicidas auxínicos 2,4-D e dicamba, além do herbicida glufosinato de amônio, para o manejo seletivo de plantas, denominados Enlist™, Xtend® e Liberty Link™ respectivamente. Ambos são uma ótima opção para o controle de plantas eudicotiledôneas resistentes ao glifosato (SOARES et al., 2012), permitindo que o produtor consiga realizar o manejo da lavoura de maneira eficiente.

Também na cultura do milho houve mudanças. A introdução do milho transgênico visa maximizar a produtividade das lavouras, reduzir custos de produção e diminuir a aplicação de agrotóxicos (QAIM; MATUSCHKE, 2005). Um exemplo do melhoramento é a tecnologia Roundup Ready (RR), pois torna a planta resistente ao herbicida glifosato, através da adição de genes da bactéria *Agrobacterium* sp., cepa CP4, que codifica uma variante da enzima 5 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), tornando a planta resistente ao glifosato (PADGETTE et al., 1995).

Outro exemplo é o milho Bt, o qual recebeu genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). Essas plantas possuem a característica de expressar genes que codificam proteínas inseticidas a determinados grupos de insetos. É uma forma efetiva no controle de lepidópteros, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), principal praga da cultura (LOURENÇÃO et al., 2009; SOUSA et al., 2016).

2.5.3 Importância das Plantas Daninhas

As plantas daninhas são eficientes na competição por espaço, água, luz e nutrientes, podendo tornarem-se um problema intenso de competição nas

lavouras cultivadas (PITELLI, 1981). Quando a densidade da comunidade de plantas daninhas é alta, há limitação dos recursos, o que se traduz em efeitos negativos para o acúmulo de matéria seca nas culturas agrícolas (GHANIZADEH; LORZADEH; ARYANNIA, 2014). Comparando o impacto nas culturas, as plantas daninhas causam um impacto negativo maior (-37%) sobre a produtividade das culturas em comparação a insetos-praga (-18%), fungos e bactérias (-16%) e vírus (-2%) (OERKE, 2006).

Os estudos de curvas de acúmulo de nutrientes da cultura do milho com e sem competição com as plantas daninhas definem o nível de interferência que estas causam à cultura. Já foi reportado, por exemplo, os acúmulos de nutrientes em plantas de milho em comparação à *Ipomoea hereditifolia*. Os autores concluíram que, além de dificultar a colheita, essa espécie de corda-de-viola compete de forma significativa com a cultura do milho por nutrientes como N, P, K, Ca, Mg e S (CARVALHO; BIANCO; BIANCO, 2014).

Os prejuízos causados pelas plantas daninhas variam de acordo com a espécie e com a cultura de interesse, podendo ser classificados em diretos e indiretos. Os diretos são ocasionados diretamente sobre a cultura, por exemplo, menor qualidade ou quantidade do produto colhido, gerando perdas de até 90% na produtividade das culturas (JOAQUIM JÚNIOR et al., 2021). Em relação aos indiretos estes referem-se a impedimentos não relacionados diretamente sobre a cultura, como por exemplo menor eficiência do uso da terra (CONCENÇO et al., 2014), hospedar pragas e doenças, diminuir a eficiência das máquinas e aumentar as perdas durante a colheita (SILVA et al., 2012). Isso tudo leva ao aumento dos custos de produção, diminuindo a qualidade de grãos e reduzindo a produtividade, podendo estes prejuízos indiretos serem superiores a 80% (GALON et al., 2018; BASSO et al., 2018).

A redução da produtividade da cultura depende de alguns fatores, como espécies de plantas daninhas, habilidade competitiva, número de plantas e período em que conviveram com as culturas. Em estudo realizado por Souza et al. (2019), a competição com plantas daninhas reduziu em 8% o número de vagens na cultura da soja e em 48% na sua produtividade. Zacharias et al. (2021), também avaliando o efeito de plantas daninhas sobre a soja, observaram aumento de 37% na altura das plantas, de 65% no número de vagens e 2500 kg ha⁻¹ na produtividade quando não havia competição das plantas daninhas com a cultura. A área estava infestada principalmente por *Rottboellia cochinchinensis* (capim-camalote) e *Raphanus raphanistrum* (nabiça).

Em termos médios, 30 a 40% de redução da produção agrícola mundial é atribuída à interferência das plantas daninhas (LORENZI, 2006). Alguns autores, estudando as perdas em diferentes países obtiveram os seguintes resultados: na Austrália, Llewellyn et al., (2016) estimaram perdas de 2,7 milhões de toneladas de grãos no país. Na Índia, estimou-se perdas de rendimento da ordem de 31% na soja, 25% no milho e 19 % trigo (GHARDE et al., 2018).

Na cultura da soja as principais plantas daninhas são *Conyza* spp. (buva), *Lolium multiflorum* (azevém), *Digitaria insularis* (capim-amargoso), *Amaranthus* spp. (caruru), *Urochloa plantaginea* (papuã), *Digitaria ciliaris* (milhã), *Raphanus raphanistrum* (nabo), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) (MAPA, 2021; SILVA et al., 2021; GUBIANI et al., 2021; GALON et al., 2021). As perdas podem ser superiores à 80% na produtividade (SILVA et al., 2009).

Para a cultura do milho as principais espécies daninhas são *Brachiaria plantaginea* (papuã), *Digitaria horizontalis* (milhã), *Lolium multiflorum* (azevém), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Amaranthus deflexus* (caruru), *Ipomea purpurea* (corda-de-viola), *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Sida rhombifolia* (guanxuma), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Richardia brasiliensis* (poaia) e *Cenchrus echinatus* (capim carrapicho) (KISSMANN; GROTH, 1997; GALON et al., 2018a).

Quando o milho é submetido à competição com plantas daninhas, a eficiência no uso da água é de grande importância, principalmente em situações de deficiência. A cultura apresenta rota fotossintética C4 (eficiente no uso da água, utiliza menos água por unidade de matéria seca), com isso leva vantagem sobre plantas C3 (menos eficientes). No entanto não leva vantagem sobre plantas com rota fotossintética igual à sua. Com isso a competição estabelecida por estas daninhas pode ocasionar redução no rendimento (DA SILVA et al, 2012). A ausência de controle pode causar perdas superiores a 80% na produtividade da cultura (GALON et al., 2018a).

2.5.4 Períodos de Interferência de Plantas Daninhas sobre as Culturas

A interferência de plantas daninhas em uma cultura refere-se ao efeito resultante da presença de determinada comunidade infestante no local de cultivo (PITELLI, 2014). O grau de interferência causado pelas plantas daninhas depende de

fatores relacionados à cultura, como cultivar, espaçamento e densidade da sementeira; à comunidade das plantas daninhas, composição específica, densidade e distribuição; ao ambiente, características do solo, clima e manejo cultural e à época e extensão do período de convivência da cultura com as plantas daninhas no mesmo ambiente (CARVALHO, 2011).

De maneira geral, quanto maior for o período de convivência, maior será o grau de interferência (SOARES et al., 2010). Contudo, uma infestação moderada de plantas daninhas poderá ser tão danosa à cultura quanto uma infestação com alta população, dependendo da época de seu estabelecimento, entre outros fatores. Portanto, o estudo da época ideal de controle de plantas daninhas em cada cultura visa reduzir o mínimo possível da produtividade, sem prejudicar o ambiente (SILVA; SILVA, 2009).

A interferência das plantas daninhas em culturas é determinada por três períodos de convivência entre plantas daninhas e culturas, sendo eles: período total de prevenção à interferência (PTPI), período anterior à interferência (PAI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI) (PITELLI e DURIGAN, 1984). O período total de prevenção da interferência (PTPI) é o período a partir da emergência, em que a cultura deve ser mantida livre da interferência de plantas daninhas, para que a produtividade e qualidade final dos produtos não seja afetada negativamente (PITELLI e DURIGAN, 1984).

O período anterior à interferência (PAI) consiste no período em que a cultura, a partir da emergência ou semeio, pode conviver com a comunidade de plantas daninhas antes que a interferência se instale de maneira definitiva e reduza de forma significativa a produtividade da lavoura. Neste período, não há necessidade de adoção de práticas de controle das plantas daninhas (PITELLI e DURIGAN, 1984). Neste período ocorre a germinação dos primeiros fluxos de plantas daninhas, muitas vezes beneficiados pela elevada umidade do solo por ocasião da sementeira, sendo que após esse período, há uma redução da densidade e um aumento de massa seca das plantas daninhas. Por isso, o final do PAI seria a época para a realização do primeiro controle de plantas daninhas (RAIMONDI et al., 2014).

A partir do final do PAI, inicia-se o período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Esse período corresponde à diferença entre o PAI e o PTPI, referindo-se ao momento em que a competição é elevada e que se torna necessário o manejo das plantas daninhas (AGOSTINETTO et al., 2008; GALON et al., 2018).

Neste período se deve fazer capinas, ou fazer uso do residual dos herbicidas no solo, em caso de pré-emergentes, ou realizar aplicações de pós emergentes. A definição desses períodos leva em consideração perdas significativas de produtividade, sendo geralmente considerado um índice de 5% (PITELLI, 1985).

O estudo dos períodos de interferência é de grande importância para que possa ser estabelecido o momento adequado do controle, de maneira que todo manejo empregado na área irá influenciar no desenvolvimento tanto da cultura como das plantas daninhas. Os períodos são estabelecidos pela combinação de dois estudos: o primeiro avalia o efeito da convivência das plantas daninhas e cultura, desde a emergência, por períodos de tempo definidos e, depois de cada período, a cultura é mantida livre das plantas daninhas no restante do ciclo; e o segundo estudo objetiva entender o efeito sobre a cultura, quando esta é mantida livre das plantas daninhas após a emergência por períodos crescentes e depois de cada período, a cultura e as plantas daninhas crescem livremente (ZIMDAHL, 2004).

No Brasil, os principais trabalhos de matocompetição com a soja foram realizados entre os anos de 1960 e 2000. Segundo a maioria dos trabalhos daquela época, o período anterior à interferência (PAI), em densidades normais de cultivo, situava-se entre 20 e 50 dias após a emergência para essas culturas (ROSSI, 1996; HARRIS; RITTER, 1987; VELINI, 1989).

Na cultura do milho, vários autores estudaram o período crítico de competição, entre eles Beckett et al. (1988), Hall et al. (1992), Ramos e Pitelli (1994) e Wilson e Westra (1991). Porém esses trabalhos forneceram informações do período crítico de competição com base em um período de tempo definido, ou seja, dias após a emergência, ao passo que poucos autores, como Defelice (2001), estudaram o período crítico de competição com base em uma escala fenológica da cultura em relação às plantas daninhas. Skóra Neto (2003) verificou que a competição da comunidade infestante ocorreu a partir de 28 dias após a emergência da cultura.

Diante disso, é muito importante o conhecimento dos períodos de interferência, e a maneira que estes influenciam na cultura de interesse, visando altas produtividades e qualidade final dos produtos. Além disto, deve-se priorizar cultivares de crescimento inicial mais rápido, espaçamentos estreitos e elevada densidade de semeadura, manejos que poderão favorecer as culturas em detrimento às plantas daninhas, além da semeadura na época adequadas (CARVALHO, 2011).

3 BIBLIOGRAFIA

AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.

AGRIC. **Variedades x Híbridos** - Qual a diferença? 2018. Disponível em: <http://www.agric.com.br/termos_tecnicos/variedades_vs_hibridos.html>. Acesso em: 09 jun. 2022.

ALMEIDA, M.L.; MERROTO JR., A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v.30, p.23-29, 2000.

ALVES, E., SOUZA, G. S., GARAGORRY, F. L. (2019). A evolução da produtividade do milho. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.37, n.1, p. 77-96.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; NETO, V.B. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.71-78, 2001.

BARBANO, M. T. et al. Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p. 261-268, 2001.

BARGHINI, Alessandro. O milho na América do Sul pré-colombiana: uma história natural. **Pesquisas Antropologia**, n. 61, p. 1-170, 2004.

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

BECKETT, T. H.; STOLLER, E. W.; WAX, L. M. Interference of four annual weeds in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 36, n. 4, p. 764-769, 1988.

BERGAMASCHI, H. et al. Estimating maize water requirements using agrometeorological data. **Revista Argentina de Agrometeorologia**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 2001.

BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em sistema plantio direto na palha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208- 218, 2019.

BRIGHENTI, A.; Oliveira, M. **Biologia de Plantas Daninhas**. In: OLIVEIRA JR, Rubem et al. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba, PR. 2011. Cap.1, p. 2-5.

BUCHANAN, A.L.; KOLB; L.N.; HOOKS, C.R.R. Can winter cover crops influence weed density and diversity in a reduced tillage vegetable system? **Crop Protection**, v.90, p. 9-16, 2016.

BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301 p.

BUZATTI, W. J. S. Controle de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. In: PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R. (Coords.). **Plantio direto**: atualização tecnológica. São Paulo: Fundação Cargill, Fundação ABC, 1999. p. 97-111.

CARVALHO, L. B. **Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas**. Edição do autor, Jaboticabal, 2011. 58 p.

CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; BIANCO, M. S. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta Daninha**, v. 32, p. 99-107, 2014.

CASÃO JÚNIOR, R.; DE ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. **Plantio direto no Sul do Brasil: fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização**. Londrina, IAPAR, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. 2022. **Boletim de safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2018/19 – Terceiro levantamento**. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 7, n. 3, p. 1-28, 2019.

CONCENÇO, G. et al. Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia. In: MONQUERO, P.A. (Ed.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Editora Rima – SBCPD, 2014.

CORREIA, N. M. et al. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

DA SILVA, A.; VARGAS, L.; WERLANG, R. **Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Milho**. In: GALVÃO, João; MIRANDA, Glauco. Tecnologias de Produção do Milho. UFV, Cap. 8, p. 270-309, 2012.

DEFELICE, M. **Critical period of weed interference in corn and proper timing of herbicide programs**. 2001. Disponível em: http://www.pioneer.com/usa/crop_management/national/timing_cornherb.html> Acesso em: 15 julho 2021.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista**, Eschborn: GTZ, 1991, 272p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. 2014. **Manejo de azevém em cereais de inverno**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63022864/manejo-de-azevem-em-cereais-de-inverno>>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. 2017. **História da soja.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. 2018. **Sistemas de Produção.** Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44954/1/TEC.-PROD.15.pdf>>. Acesso em: 08 de julho de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. 2022. **Soja em números (safra 2021/2022).** Disponível em:<<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 18 de novembro de 2022.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. **Encarte técnico.** Informações agrônômicas nº 78, jun. 1997.

FARIAS, J. R. B. et al. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977. 11 p. (Special Report, n. 80)

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** Jaboticabal: FUNEP, 2007. 574 p.

FORTE, C. T. et al. Soil management systems and their effect on the weed seed bank. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 4, p. 435- 442, 2019.

FUKUNAGA, K. et al. Genetic diversity and population structure of teosinte. **Genetics**, Baltimore, v. 169, n. 4, p. 2241-2254, 2005.

FURLANI, C. E. A. et al. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 375- 380, 2019.

GALON, L. et al. Competição entre híbridos de milho com plantas daninhas. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, 2021.

GALON, L. et al. Interference periods of weeds infesting maize crop. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.10, p.1-9, 2018.

GALON, L.; DAVID, F. A.; FORTE, C. T.; REICHERT JR., F. W.; RADUNZ, A. L.; KUJAWINSKI, R. Chemical management of s in corn hybrids. **Weed Biology and Management**, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2018a.

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 46-47.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto, o caminho do futuro**. 2.ed. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207 p

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Revista Ciência e Cultura**, v. 70, n. 03, 2018.

GERON, L. J. V. et al. Viabilidade técnica e econômica do uso de diferentes níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (*Zea mays* L.) em borregas terminadas em confinamento. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, p. 33-43, 2018.

G HARDE, Y., SINGH, P. K.; DUBEY, R. P.; GUPTA, P. K. Avaliação de rendimento e perdas econômicas na agricultura devido a ervas daninhas na Índia. **Crop Protection**, v. 107, p. 12-18, 2018.

GHANIZADEH, H.; LORZADEH, S.; ARYANNIA, N. Effect of weed interference on *Zea mays*: growth analysis. **Weed Biology and Management**, v. 14, n. 2, p. 133-137, 2014.

GUBIANI, J. E. et al. Seletividade e controle de plantas daninhas da mistura formulada de sulfentrazone + diuron na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 63320- 63333, 2021.

HALL, M. R.; SWANTON, C. J.; ANDERSON, G. W. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 40, n. 3, p. 441-447, 1992.

HANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIER FILHO, D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, v. 12, p. 58-59, 2015.

HARRIS, T.C.; RITTER, R. L. Giant green foxtail (*Setaria viridis*) and fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) competition in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 35, p. 663-668, 1987

JOAQUIM JÚNIOR, C. Z. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro: breve revisão. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 05, 2021.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF. Tomo I. 1997, 825 p.

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja e feijão, após oito anos de plantio direto**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1998, 179p. (Tese – Doutorado em Agronomia).

KUMAR, D.; SINGH, V. **Bioethanol Production from Corn**. In: SERNA-SALDIVAR, S. O. *Corn: Chemistry and Technology*. Woodhead Publishing: Amsterdã, 615-631p. 2019.

LADEIRA, L. A.; NETO, P. C. B.; COSTA, A. S. V. A influência do biodiesel na produção de soja. **Revista Vozes do Vale**, n. 12, 2017.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo do milho**. 8^a ed. Sete Lagoas: Embrapa soja, 2012. (Sistema de Produção, 1.). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/climaesolo.htm> Acesso em: 28 de junho de 2022.

LLEWELLYN, RS, RONNING, D., OUZMAN, J., WALKER, S., MAYFIELD, A., E CLARKE, M. (2016). Impacto das ervas daninhas na produção australiana de grãos: o custo das ervas daninhas para os produtores australianos de grãos e a adoção de práticas de manejo e cultivo de ervas daninhas. **Relatório para GRDC**. CSIRO, 112.

LIU, L. et al. Simultaneous saccharification and co-fermentation of corn stover pretreated by H₂O₂ oxidative degradation for ethanol production. **Energy**, v. 168, p. 946-952, 2019.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 4. ed. Nova Odessa-SP: Plantarum, 2006.

LOURENÇÃO, A. L. F.; BARROS, R.; MELO, E. P. D. **Milho Bt: uso correto da tecnologia**. In: TECNOLOGIA e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2009. 5. ed. Maracaju: Fundação MS, 2009. 120 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 76).

MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A. de; LEITE, R. S. Características físico-químicas e tecnológicas dos grãos: teor de proteína, teor de óleo, acidez do óleo e teor de clorofila. In: LORINI, I. (Ed.) **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2016/2017**. Londrina: Embrapa Soja, 2018 (Embrapa Soja. Documentos, 403), p. 157-177.

MELHORANÇA FILHO, A. L. et al. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 322-333, 2010.

MENEZES, N. L. et al. Caracterização de vagens e sementes de soja. **Revista Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 387- 391, 1997.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Consulta de plantas daninhas**. 2021. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

MOTTER, P.; ALMEIDA, H. G. **Plantio direto: a tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015.

MUZILLI, O. O plantio direto no Brasil. **R. Plantio Direto: Atualização Tecnológica** o. In: Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.3-18

NUNES, J. S. **Características do milho** (*Zea mays*). Agrolink, 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.html>. Acesso em: 21 nov. 2020.

OERKE, E. C. (2006). Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, 144, 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

OLIVEIRA, Z. B. et al. Estimativa da demanda hídrica da soja utilizando modelo de balanço hídrico do solo e dados da previsão do tempo. **Irriga, Botucatu**, v. 25, n. 03, p. 492- 507, 2020.

PADGETTE, S.R. et al. Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean line. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 1451-1461, 1995.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1980. vol. único 650p.

PIASECKI, C. et al. Interference of GR[®] volunteer corn population and origin on soybean grain yield losses. **Revista Planta Daninha**, v. 36, 2018.

PINTO et al. Coberturas vegetais na entressafra de culturas afetando o banco de sementes de plantas daninhas. **Research, Society and Development**, v.10, n. 06, 2021.

PITELLI, R.A. Competição e manejo em culturas anuais. **A Granja**, Porto Alegre, n. 37, p. 111-113, 1981.

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

PITELLI, R. A; DURIGAN, J. C. 1984. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. **Resumos**. Belo Horizonte: SBHDE. 37p.

PITELLI, R. **Competição entre Plantas Daninhas e Plantas Cultivadas**. In: MONQUEIRO, Patricia. Aspectos da biologia e Manejo das Plantas Daninhas. Cap.3. p.61- 81, 2014.

QAIM, M.; MATUSCHKE, I. Impacts of genetically modified crops in developing countries: A survey. **Quarterly Journal of International Agriculture**, v.44, p.207-217, 2005.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S. **Weed ecology: implications for vegetation management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 263 p.

RAIMONDI, M. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; FRANCHINI, L. H. M.; BIFFE, D. F.; BLAINSKI, É.; RAIMONDI, R. T. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodão em semeadura adensada na safrinha. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, p. 521-532, 2014.

RAMOS, LRM & PITELLI, RA Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produção da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p. 1523-31, 1994.

RAYA-HERNÁNDEZ A. I., et al. Field evidence for maize-mycorrhiza interactions in agroecosystems with low and high P soils under mineral and organic fertilization. **Applied Soil Ecology** v. 149, p. 1 – 8, 2020.

ROCHA; R. S. Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude. 2009, 59f. **Dissertação** (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009

ROSSI, C. A. Efeitos de períodos de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura da soja. Jaboticabal, UNESP, 1985. 49 p. (**Trabalho de graduação**).

ROSSI, I. H. et al. Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agrônomicas e produtividade de sete cultivares de milho. **Planta Daninha**, v. 14, n. 2, p. 134-148, 1996.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 134 p.

SAAD, O. **A vez dos herbicidas**. São Paulo: Fundação Coopercotia, 1968. 240p.

SEDIYAMA, T. et al. **Botânica, descrição da planta e cruzamentos artificial**. In: Cultura da Soja – I parte. Viçosa: UFV, p. 5-6, 1985.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314p.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II – cultivar caiapó. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 373-379, 2009.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em Manejo de plantas daninhas**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 367 p.

SILVA, A. F. M. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas**. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, p. 527, 2021.

SILVEIRA, D. C. et al. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, p. 01-11, 2015.

SILVESTRIN-ROVARIS, S. R., et al. Genetic characterization of the 28 maize landraces in Paraná State. **Semina Ciências Agrárias**, v.38, n.4, 2017.

SKÓRA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início de interferência causada por plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 81-87, 2003.

SOARES, D. J. et al. Control of glyphosate resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) with dicamba and 2,4-d. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 401-406, 2012.

SOARES, I. A. A et al. Interferência das plantas daninhas sobre a produtividade e qualidade de cenoura. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p.247-254, 2010.

SOARES, R. J. S.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T.; SANTANA, L. D. Produtividade de massa verde de milho transgênico em função do arranjo populacional na região do Cariri, CE. **Interações (Campo Grande)**, v. 18, n. 2, p. 117-127, 2017.

SOUZA, R. G. et al. Desempenho agrônômico de soja, sob interferência de plantas infestantes. **Agronomic Crop Journal**, v. 28, n. 02, p. 194- 203, 2019.

SOUSA, F. F. et al. J. Life-history traits of *Spodoptera frugiperda* populations exposed to low-dose Bt maize. **PloS One**, v. 11, n. 5, 2016.

THIAGO, L. R. S.; SILVA, J. M. Da. **Soja na alimentação de bovinos**. Circular técnica 31, Campo Grande, p. 217- 238, 2014.

TAKAHASHI, C. N.; NEGRAO, B. W.; FIRMANI, J. F.; OLIVEIRA, G. M. P.; DALAZEN, G. Emergência e crescimento inicial de vassourinha-de-botão em diferentes profundidades de semeadura e texturas de solo. **Ensaios e Ciências**, v. 26, n. 3, p. 314-320, 2022.

USDA –UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2022. **Production, Supply and Distribution**. Online. Disponível em: http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=DATA_STATISTICS. Acesso em: 12 mar. 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE- USDA. 2022. **Soja e oleaginosas**. Disponível em: < <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/soybeans-oil-crops/> >. Acesso em 18 de novembro de 2022.

VALADARES, F. V. et al. Desempenho agrônômico de irmãos completos de milho. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 460, 2017.

VELINI, E.D. Avaliação dos efeitos de comunidades infestantes naturais controladas por diferentes períodos sobre o crescimento e produtividade da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Tese** (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, p. 115, 1989.

VERNETTI, F. J. & JUNIOR, F. J. V. Genética da soja: caracteres quantitativos e diversidade genética. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 221, 2009.

VICTORIA FILHO, R. Controle químico de plantas daninhas. In: MARCONDES, D. A. S. et al. **Controle integrado de plantas daninhas**. São Paulo, Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 1982. p. 77-102.

WILSON, R. G.; WESTRA, P. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 39, n. 2, p. 217-220, 1991.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Revista Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 333- 342, 2011.

ZACHARIAS, W. L. F. T. et al. Controle de plantas daninhas e desempenho agrônômico de soja em resposta à aplicação de sulfentrazone + diuron em pré-emergência. 2021. **Coloquium Agrariae**, v. 17, n. 3, p. 70-82, 2021.

ZELAYA, I. A.; OVEN, M. D. K.; PITY, A. Effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. **Ceiba**, v. 38, n. 2, p. 123-135, 1997.

ZIMDAHL, R. L. Weed-crop competition: a review. 2.ed. Oxford: **Blackwell Publishing**, 2004. 220 p.

XU, H. et al. Progresses, challenges, and prospects of genome editing in soybean (*Glycine max*). **Frontiers in Plant Science**, v. 11, 2020.

4 ARTIGO I – PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

4.1 RESUMO

As plantas daninhas competem por água, luz e nutrientes com a cultura da soja. Sendo assim é importante manejar e entender os períodos de interferência que elas causam nas culturas para maximizar seus ganhos em produtividade. Com a disponibilidade, a cada ano, de novas variedades de soja, mais precoces, com diferentes hábitos de crescimento, além de espaçamentos e biotecnologias, é necessário que se faça uma atualização destes períodos. O objetivo deste trabalho foi determinar os períodos de interferência das plantas daninhas com a cultura da soja cv. SYN 1562 IPRO, em Sistema Plantio Direto. Foram realizados dois experimentos na safra 2018/19, repetidos na safra 2019/20, sendo um para a determinação do período anterior a interferência (PAI) e outro para a determinação do período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Para determinação do PAI a cultura foi submetida a diferentes períodos de convivência com a comunidade infestante, sendo: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência (DAE) e colheita. Ao término de cada período, a parcela foi mantida livre de plantas daninhas até a colheita. Para a determinação do PCPI foram utilizados os mesmos períodos anteriormente citados. Contudo, a cada tratamento a cultura foi mantida no limpo e ao término de cada período de controle as plantas daninhas não foram mais eliminadas, convivendo até a colheita. Foram avaliadas a altura das plantas, altura de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, massa de mil sementes e produtividade. Foi considerada como significativa a redução de 5% da produtividade de grãos. Constatou-se que o PAI foi de apenas 8 dias, e que o PCPI foi dos 8 aos 54 DAE, correspondendo aos estádios V1 a R1 da soja, respectivamente. A interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura reduziu em mais de 30% a produtividade da soja.

Palavras-chave: matocompetição, PAI, PCPI, PTPI.

PERIODS OF WEED INTERFERENCE IN SOYBEAN CROP CULTIVATED IN NO-TILLANTING SYSTEM

4.2 ABSTRACT

Spontaneous plants compete with soybean for water, light and nutrients. Thus, the importance of spontaneous plants' control and interference period extension to maximize productivity gains. The annual introduction of new soybean cultivars, with earlier cycles, different development habits, as well as spacing and biotechnologies, appeal for interference period updates. This study's objective was to determine the spontaneous plants' interference periods over the soybean cultivar SYN 1562 IPRO, following a no-till system. Two experiments were conducted in the 2018/19 harvest, and repeated in the 2019/20 harvest, the first to determine the Period Before Interference (PBI), and the second to determine the Critical Interference Prevention Period (CPWC). The PBI was determined by submitting soybean to different periods of spontaneous plants' coexistence, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 and 91 days after emergence (DAE) and harvest. At the end of each period, the parcel was cleared of spontaneous plants until the harvest. The CPWC determination followed the same previously cited periods. Withal, the treatments were cleared of spontaneous plants until the end of each control period, when they were no longer eliminated. Evaluating the plant and first pod insertion height, pod number per plant, thousand seed weight (TSW) and productivity. A grain production reduction of 5% was considered significant. The PBI was reduced to 8 DAE, and the CPWC increased from 8 to 54 DAE, the soybean physiological stages of V1 and R1, respectively. The spontaneous plants' interference during the plant's entire cycle resulted in more than 30% of production decrease.

Keywords: weeds competition; PBI; CPWC; PTPI.

4.3 INTRODUÇÃO

Atualmente a soja é o principal cultivo de grãos no Brasil, com significativo crescimento em área e produção nos últimos anos. Segundo dados da CONAB (2022), nos últimos 10 anos a cultura cresceu 57% em área plantada, 15% em produtividade e 81% em produção, representando 58% da área agricultável do país. Isso tudo se deve ao crescente avanço das pesquisas e tecnologias utilizadas.

A intensificação da utilização do sistema de plantio direto (SPD), a partir da década de 90, é um exemplo de tecnologia que ajudou no avanço da cultura (KLUTHCOUSKI, 1998). Esta técnica, também denominada conservacionista, promove a melhoria das propriedades químico-físicas do solo e a conservação por períodos mais prolongados de água e incremento de matéria orgânica, aumentando a capacidade produtiva do solo (ALVES, 1992). Contudo, o SPD altera a flora de plantas daninhas nas lavouras, modificando a relação competitiva entre cultura e comunidade infestante.

Segundo Pitelli e Durigan (2001), as plantas daninhas com pequenas quantidades de reservas nas sementes são as mais impactadas pelo efeito físico da cobertura morta, pois esta dificulta o acesso à luz e início do processo de fotossíntese, podendo comprometer a sobrevivência das espécies de plantas. A palhada atua como barreira física contra a germinação de plantas daninhas fotoblásticas positivas, como *Conyza* spp., popularmente conhecida como buva (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011). Além disto, algumas plantas de cobertura podem apresentar efeitos alelopáticos, inibindo a germinação e posterior emergência das plantas daninhas do banco de sementes (BUCHANAN et al., 2016; FORTE et al., 2019), como o caso de *Lolium multiflorum* e *Crotalaria* spp. (PINTO et al., 2021).

Outro aspecto importante para o sucesso no manejo de plantas daninhas é o momento da cultura em que o controle deve ocorrer (SWANTON et al., 2015). Neste sentido, é importante que se conheça os diferentes períodos de interferência das plantas daninhas. O esquema proposto por Bleasdale (1960), e adaptado por Pitelli (1985), destaca três períodos: período anterior à interferência (PAI), período crítico de prevenção a interferência (PCPI) e o período total de prevenção da interferência (PTPI). O estudo desses períodos determina em qual momento os métodos de controle serão mais efetivos, evitando a interferência entre a cultura e as plantas daninhas (TURSUN et al., 2016).

Contudo, há a necessidade de atualização dessas observações, uma vez que a cada ano são introduzidos no mercado cultivares de soja com variações quanto ao ciclo, GMR (grupo de maturação relativo), hábito de crescimento, índice de área foliar, entre outras características. Além do aspecto genético, as modificações para o SPD, assim como novas recomendações de adubação, espaçamento e densidade de semeadura demandam a atualização dos períodos de interferência (CATELLAN; DAL'AGNOLL, 2018).

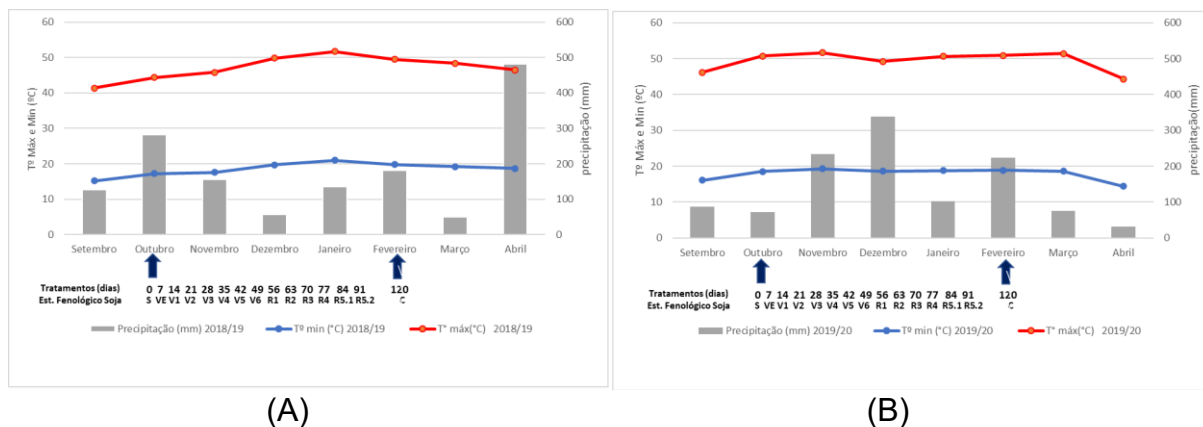
Portanto, mesmo com todas as variações no cultivo, nos últimos anos, a recomendação dos períodos de interferência das plantas daninhas continua sendo a mesma, o que pode provocar perdas de produtividade na cultura da soja. Diante desta situação, é correto afirmar que os períodos e interferência e os efeitos da competição das plantas daninhas sobre a cultura continuam os mesmos? Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar o Período Anterior à Interferência (PAI), o Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) e o Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em sistema de plantio direto e seus efeitos nas características morfológicas e componentes de produção a cultura da soja.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em campo experimental localizado no município de Cambé-PR, coordenadas 23° 14' 26" S e 51° 14' 57" W, altitude 620 m, nos anos agrícolas 2018/2019 e 2019/2020. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa), de acordo com a classificação de Köppen. Os dados de precipitação pluvial, temperatura mínima e máxima, durante a condução do experimento foram coletados na estação meteorológica da Embrapa Soja (Figura 1).

O comportamento meteorológico (Figura 1 A e B), nestas duas safras foi diferente. Na safra 2018/19 (Figura A), durante a condução do primeiro ano de ensaio, observou-se que as médias mensais de precipitação foram inferiores às da safra 2019/2020 (Figura B), em todo o ciclo da cultura. Comportamento inverso foi observado para as temperaturas, observa-se que as médias das temperaturas máximas em todos os meses na safra de 2019/20, foram superiores à safra anterior. Já as temperaturas mínimas não tiveram grandes variações.

Figura 1 - Dados de precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas em função do estágio fenológico da soja durante o período de condução do estudo, coletados na estação meteorológica da EMBRAPA Soja, anos 2018/2019 (A) e 2019/2020 (B), em Londrina-PR.



O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2013). Antes da implantação do experimento, em cada uma das safras, foi realizada análise química e física do solo na camada de 0-20 cm. Os resultados para as safras 2018/2019 e 2019/2020 são apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo da área experimental. Cambé, PR, 2018/2019.

pH CaCl ₂	P Melich-1	CTC pH7	CTC efetiva	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺
----- cmol _c dm ⁻³ -----							
5,39	10,62	15,37	10,83	43,91	23,50	3,69	0
V%	pH H ₂ O	H + Al	H ⁺	M.O.	Argila	Silte	Areia
----- cmol _c dm ⁻³ ----- % -----							
71,11	6,15	4,44	28,89	31,91	82	6	12

Tabela 2 - Características químicas e físicas do solo da área experimental. Cambé, PR, 2019/2020.

pH CaCl ₂	P Melich 1	CTC pH7	CTC efetiva	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺
5,34	12,90	13,99	9,59	40,88	22,01	5,62	0
V%	pH H ₂ O	H + Al	H ⁺	M.O.	Argila	Silte	Areia
68,51	6,16	4,41	30,97	29,36	80	3	17

Em cada ano agrícola foram conduzidos, simultaneamente, dois experimentos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. As dimensões das unidades experimentais foram 3,0 m largura por 6,0 m de comprimento, com área útil de 2,0 m largura x 4,0 m comprimento.

No primeiro experimento a cultura da soja foi submetida a diferentes períodos de convivência com plantas daninhas. No segundo, a diferentes períodos de controle, a partir da emergência da cultura da soja. Dessa forma, no primeiro experimento foi definido o PAI e no segundo, definido o PCPI. A partir do cruzamento dos dados dos dois experimentos determinou-se o PTPI. Cada experimento foi conduzido conforme descrito a seguir:

Período Anterior a Interferência (PAI): foram avaliados períodos de convivência entre a comunidade infestante e a cultura aos 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência e colheita, a qual se deu aos 120 dias após a emergência. Ao término de cada período de convivência as invasoras foram eliminadas manualmente da área amostral, mantendo a parcela livre de plantas daninhas até a colheita, por meio da capina manual ou arranquio.

Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI): foram avaliados períodos de controle da comunidade infestante na cultura aos 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência e colheita. A cada período a cultura foi mantida no limpo, através de capina manual ou arranquio e ao término de cada período de controle das plantas invasoras, estas não foram mais eliminadas da área amostral até a colheita.

Os experimentos foram conduzidos no sistema de plantio direto onde as semeaduras ocorreram mecanicamente, com revolvimento mínimo do solo, sobre palhada de aveia (3 t ha⁻¹ de massa seca da parte aérea).

Previamente às semeaduras foi realizada a dessecação química da área utilizando os herbicidas glifosato ($1000 \text{ g e.a. ha}^{-1}$, Zapp Qi) e 2,4-D ($620 \text{ g e.a. ha}^{-1}$, Aminol) para eliminação de qualquer planta daninha existente na área experimental. A área experimental foi adubada com 280 kg ha^{-1} de fertilizante 0-20-18 (NPK), de acordo com análise do solo (Tabela 1 e 2) e as necessidades nutricionais para a cultura da soja.

A cultivar de soja utilizada foi a SYN 1562 IPRO, de ciclo médio (GMR 6.2) e hábito de crescimento indeterminado, que é recomendada para a região onde foi conduzida a pesquisa. As sementes de soja, foram tratadas com tratamento industrial composto por cyantraniliprole $60 \text{ mL } 100 \text{ kg sementes}^{-1}$, thiametoxan $200 \text{ mL } 100 \text{ kg sementes}^{-1}$, e fludioxonil + tiabendazole + metalaxil-M $100 \text{ mL } 100 \text{ kg sementes}^{-1}$ (Fortenza Duo, Syngenta) no dia do plantio.

As semeaduras foram realizadas nas datas de 15/10 e 26/10 para as safras 2018/19 e 2019/20 respectivamente, em espaçamento de 50 cm entrelinhas e densidades de 20 sementes por metro linear. Após a germinação, foi realizado desbaste manual, mantendo-se 15 plântulas de soja por metro linear e população equivalente a 300.000 plantas de soja ha^{-1} , a qual é recomendada para a cultivar.

Na cultura foram aplicados o produto clorantraniliprole + lambda-cyhalotrin (Ampligo) 100 mL ha^{-1} , em V5 a V6, para controle de vaquinha e lagartas. Para percevejos foram realizadas duas aplicações, em R3 e R5.1, com o produto thiametoxan + lambda-cyhalotrin (Engeo Pleno) 250 mL ha^{-1} . Os tratamentos fungicidas consistiram em quatro aplicações: uma aplicação em estágio V2 – V3 do produto difenoconazole + propiconazol (Score Flexi) 150 mL ha^{-1} e três aplicações nos estádios reprodutivos, iniciando em R1 e 14 dias após esta aplicação, com os produtos azoxistrobina + solatenol (Elatus) 200 g ha^{-1} em adição ao produto ciproconazol e difenoconazol (Cypress) 300 g ha^{-1} . A última aplicação foi realizada 14 dias após a segunda aplicação com os produtos ciproconazol e difenoconazol (Cypress) 300 g ha^{-1} adicionado de clorotalonil (Bravonil) $1,0 \text{ L ha}^{-1}$, para o controle do complexo de doenças.

Para caracterizar a comunidade invasora da área foi realizado estudo fitossociológico, utilizando como unidade amostral um quadro ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$), lançado duas vezes, aleatoriamente dentro de cada parcela, antes do controle das invasoras em cada período de convivência. Em cada amostragem, as plantas daninhas foram identificadas e quantificadas.

Em relação à cultura, no estágio de maturação fisiológica, dentro da área útil da parcela, foram avaliadas em 10 plantas por parcela a altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume e o número de legumes por planta. A massa de mil sementes (MMS) foi avaliada por meio da pesagem de 10 amostras de 100 grãos por parcela. A colheita da cultura foi realizada coletando-se manualmente todas as plantas de soja da área útil de cada parcela (8 m²). As plantas foram trilhadas mecanicamente para determinação de produtividade de grãos, com umidade corrigida para 13%.

Os dados foram verificados quanto à normalidade, por Shapiro-Wilk, e homogeneidade, por Bartlett, e submetidos à análise de variância pelo teste F, com desdobramento em polinômios ortogonais utilizando o software R, pacote AgroR. Foram realizadas análises individuais e conjuntas para as duas safras. Quando a interação Tratamento (Controle ou Convivência) versus Safra foi significativa ou quando a razão entre os QMRES foi superior a 7, considerou-se as análises individuais. Com base nas equações de regressão, foram determinados os períodos de interferência das plantas daninhas para o nível de tolerância de 5% de redução de produtividade em relação ao tratamento mantido na ausência das plantas daninhas.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade infestante levantada é apresentada na tabela 3. A infestação foi composta predominantemente por seis espécies de plantas daninhas, das quais 40% eram eudicotiledôneas: *Raphanus raphanistrum* (nabo), *Amaranthus hybridus* (caruru) e *Bidens pilosa* (picão-preto); e 60% monocotiledôneas, *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) e *Digitaria insularis* (capim-amargoso). De acordo com Lorenzi (2006), todas estas plantas daninhas são consideradas importantes infestantes de agrossistemas.

Tabela 3 – Identificação das principais espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental e suas respectivas proporções. Cambé/PR

Nome botânico	Nome Comum	Família	Proporção (%)
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim carrapicho	Poaceae	38
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim colchão	Poaceae	17
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça	Brassicaceae	15
<i>Amaranthus spp</i>	Caruru	Amaranthaceae	15
<i>Bidens spp</i>	Picão preto	Asteraceae	10
<i>Digitaria insularis</i>	Capim amargoso	Poaceae	5

A densidade média das plantas daninhas na área experimental, até 91 dias após a emergência da soja, foi de 63 plantas m⁻². Na tabela 4, observa-se que na área experimental houve crescimento da comunidade infestante ao longo do período de avaliação. Ou seja, quanto menor o número de capinas e maior os períodos de convivência, maior a densidade das plantas daninhas. Em cada período de convivência e de controle foi determinado o estágio fenológico da cultura da soja, de acordo com a escala proposta por FEHR et al. 1977 e adaptada por Ritchie et al. 1982.

Tabela 4 – Estádio da cultura, número de capinas realizados e densidade de plantas daninhas (plantas m⁻²) para os diferentes períodos de convivência com a cultura da soja cv. SYN 1562 IPRO. Cambé-PR

Períodos Convivência com as plantas daninhas ¹	Nº capinas	Estádios da Cultura Soja	Densidade Plantas Daninhas plantas m ⁻²
0-7	13	VE	5
0 – 14	12	V1	10
0 – 21	11	V2	21
0 – 28	10	V3	19
0 – 35	9	V4	24
0 - 42	8	V5	29
0 – 49	7	V6	34
0 – 56	6	R1	39
0 – 63	5	R2	44
0 – 70	4	R3	44
0 – 77	3	R4	51
0 – 84	2	R5.1	58
0 – 91	1	R5.2	63
0 -120	0	Colheita	

¹ Dias após a emergência

Na Tabela 5 são apresentados os resumos das análises de variância conjuntas para as variáveis respostas analisadas nos experimentos de convivência e controle. Observa-se que foi significativo para as variáveis altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume e produtividade. Para as variáveis nº de legumes por planta e massa de mil sementes (MMS) foram consideradas as análises individuais, pois a razão entre os quadrados médios do resíduo foi superior a 7 e a interação foi significativa, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 5 - Resumo das análises da variância conjuntas (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura da soja. Cambé, PR.

	Altura de Planta (cm)		Altura Inserção do primeiro legume (cm)		Número de Legumes por Planta	
	Convivência	Controle	Convivência	Controle	Convivência	Controle
Controle ou Convivência (p-valor)	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Safra (p-valor)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,995	0,952
Interação (p-valor)	1,000	0,994	1,000	0,975	0,992	1,000
Razão QMRES	1,750	2,780	2,370	5,130	94,990	73,400
CV (%)	6,78	15,28	6,63	68,17	4,16	23,99

	Massa Mil Sementes (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Convivência	Controle	Convivência	Controle
Controle ou Convivência (p-valor)	0,434	0,281	0,000	0,000
Safra (p-valor)	0,000	0,000	0,000	0,000
Interação (p-valor)	0,000	0,035	1,000	1,000
Razão QMRES	1,550	1,060	2,340	4,540
CV (%)	17,03	15,18	0,010	0,006

Tabela 6 - Resumo das análises da variância individuais (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura da soja. Cambé, PR

	Safra	Convivência	CV (%)	Controle	CV (%)
		(p-valor)		(p-valor)	
Número Legumes por Planta	2019/20	0,0553	29,87	0,0009	30,28
	2020/21	0,0000	3,06	0,0000	3,54
Massa Mil Sementes (g)	2019/20	0,0000	6,13	0,0977	6,64
	2020/21	0,0072	5,00	0,0034	5,51

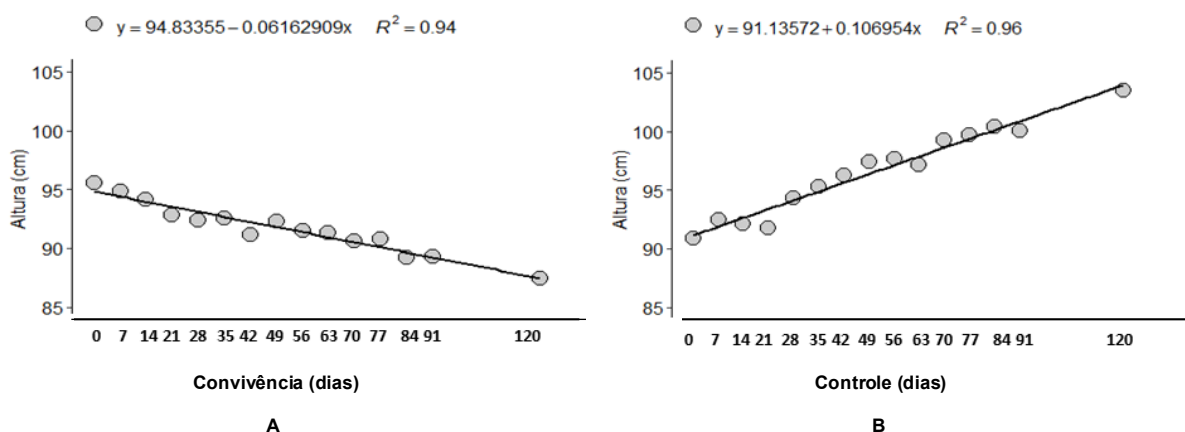
Os resultados para a variável altura de plantas (AP) demonstram que houve redução linear na altura das plantas de soja com o aumento do período de

convivência com as plantas daninhas (Figura 2). As parcelas que foram mantidas livres de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura apresentaram plantas de soja 26% mais altas, quando comparadas com aquelas mantidas sob competição até a colheita. Estes resultados corroboram com os encontrados por Meschede et al. (2004), onde além da altura, nº trifólios e acúmulo de massa seca foram diretamente afetados pela presença das plantas daninhas, sendo a redução proporcional ao aumento da infestação.

Em trabalho realizado por Ballare et al. (2000), atribuiu-se esta diferença de altura em razão da qualidade e intensidade da luz incidente nas plantas de soja. Com a interferência na captação de recursos, ocorrem modificações nas plantas, principalmente no crescimento e desenvolvimento, quando em convivência da cultura com as plantas daninhas (ALMEIDA et al., 2015).

Outros autores também demonstram que pode ocorrer prejuízo ao crescimento das culturas e das plantas daninhas quando essas estiverem em competição numa determinada comunidade (FLECK et al., 2008; RIGOLI et al., 2008; GALON et al., 2011). Durigan et al. (1983) observaram que a altura final das plantas diminuiu 1,4 cm de altura a cada aumento de dez dias no período de competição inicial.

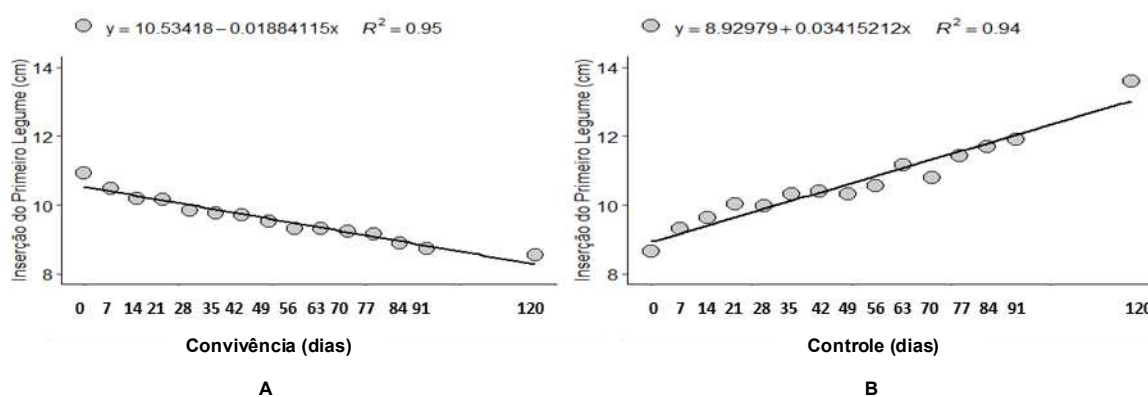
Figura 2 - Altura de plantas de soja (cm) submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto. Cambé-PR.



Para a variável altura de inserção do primeiro legume (AIPL), assim como para a altura de plantas, observou-se maiores valores em plantas de soja que não conviveram com plantas daninhas durante o ciclo da cultura (Figura 3). A redução da AIPL em função do período de convivência apresentou comportamento linear, sendo a média de 12 cm no tratamento livre de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura e média de 9 cm quando não foi realizado controle, um incremento de 33% na AIPL. Observa-se, portanto, que quanto menor o período de convivência ou maior o período de controle, maior a altura de inserção do primeiro legume.

A AIPL está diretamente relacionada com a variável altura de plantas, ou seja, quanto maior a altura de plantas, maior altura de inserção do primeiro legume e a facilidade da operação de colheita. Sedyama et al. (1999) sugere que a altura mínima da primeira vagem deva ser de 10 a 12 cm, em solos de topografia plana, e de 15 cm em terrenos mais inclinados, para que não haja perda na colheita pela barra de corte da colheitadeira automotriz. Dessa forma, no presente experimento, as plantas obtiveram alturas próximas às mínimas necessárias, independentemente do período de controle ou de convivência de plantas daninhas.

Figura 3 - Altura Inserção do primeiro legume (cm) em plantas de soja submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto. Cambé/PR.



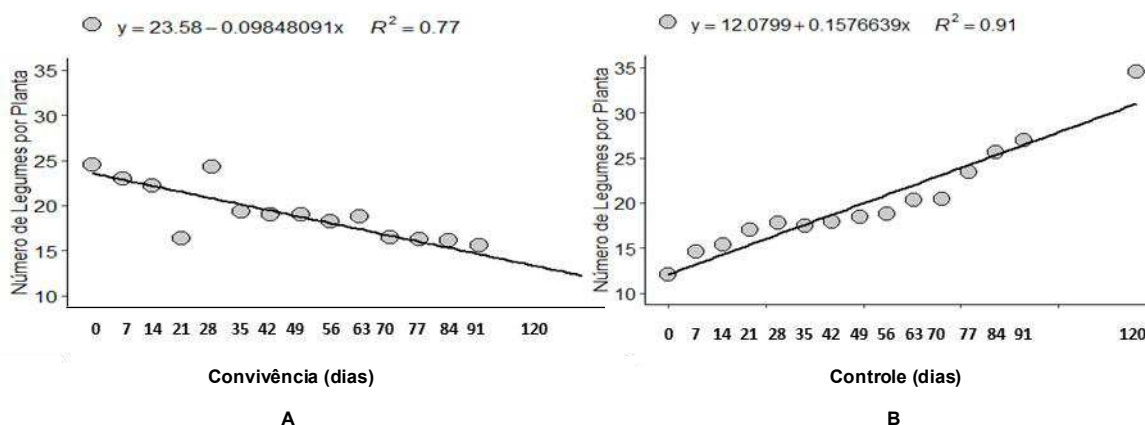
Os resultados para a variável número de legumes por plantas (NLP) mostraram efeito significativo para os diferentes períodos de convivência em ambas as safras (Figuras 4). Plantas de soja que não conviveram com plantas daninhas tiveram cerca de 25 legumes por planta. Esse valor foi reduzido linearmente para cerca de apenas 10 legumes por planta quando a cultura conviveu com as

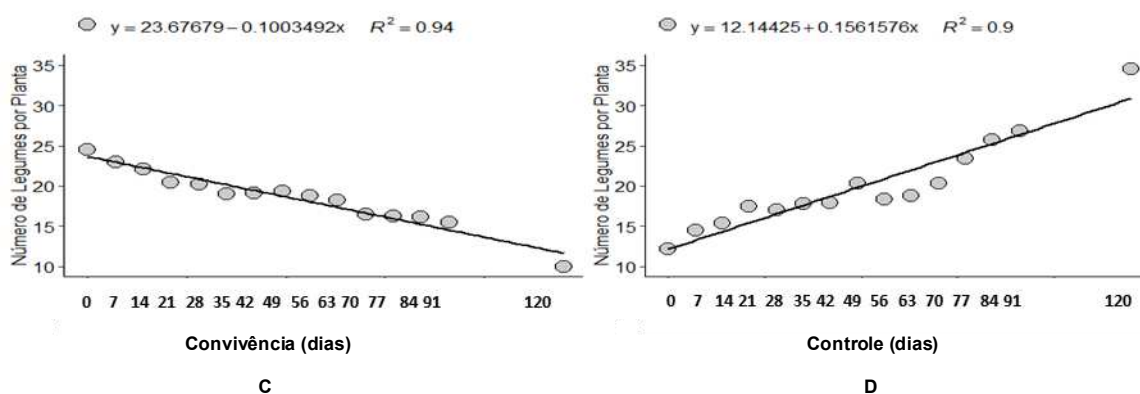
plantas daninhas durante todo o seu ciclo. aproximadamente 40% de diferença entre os tratamentos.

Vários estudos demonstram o efeito da convivência de plantas daninhas sobre o NLP da cultura da soja. Piccinini et al. (2018) observaram que populações de 32 plantas m⁻² de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) reduziram em 39% a quantidade de legumes em comparação ao cultivo livre da planta daninha. Silva et al. (2009), Juan et al. (2003) e Lamego et al. (2004) relatam em seus trabalhos que o número de legumes foi severamente afetado quando a cultura se encontrava na presença das plantas daninhas. Perdas de legumes planta⁻¹ entre 45 e 50% foram observadas por Zandoná et al. (2022), nas safras 2018/19 e 2019/20.

A característica que mais sofre alterações com o estresse da matocompetição é o número de legumes (BOARD et al. 1995) e uma provável causa se dá pela competição de nutrientes e água, resultando em menor aporte de nutrientes para as folhas, menor fotossíntese e conseqüentemente menor número de legumes (SOUZA et al.2019).

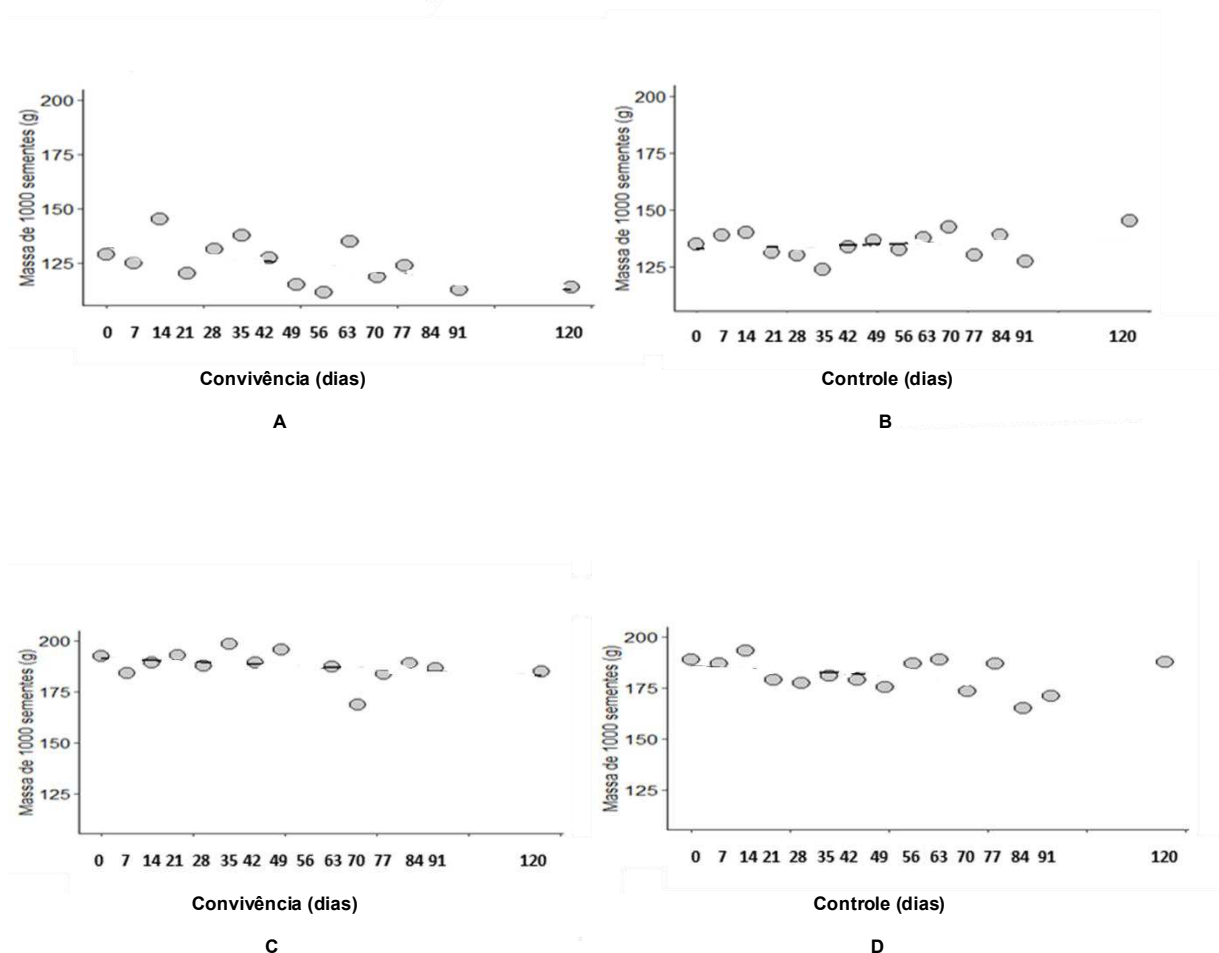
Figura 4 - Número de Legumes por Planta em plantas de soja submetidas a diferentes períodos de convivência 2018/19 (A) 2019/20 (C) e de controle 2018/19 (B) 2019/20 (D) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.





Para a massa de mil sementes (MMS), os dados estatísticos não foram significativos, porém observa-se um aumento do período de convivência das plantas daninhas com a soja resultou em redução significativa (Figura 5). Na safra 2018/19, com menor ocorrência de chuvas, a MMS foi menor, passando de 133 g na ausência de interferência de plantas daninhas, para apenas 110 g quando as plantas daninhas conviveram durante todo o período da cultura, uma redução equivalente a 21% (Figura 5A). Já na safra 2019/20, em condições hídricas normais, a MMS superou 192 g no período sem convivência de plantas daninhas, sendo reduzido para 185 g no maior período de convivência (Figura 5C), uma redução de apenas 4% quando a cultura conviveu com as plantas daninhas. Buchling et al. (2022) obtiveram em seu ensaio uma redução linear de 8,3% na MMS, com a cultura em competição com plantas daninhas. Estes resultados se assemelham aos de Silva et al. (2008) e Pittelkow et al. (2009), onde a competição da cultura da soja com as plantas daninhas em alta densidade resultaram em redução nos valores da MMS. Os dados da MMS máxima mostram que este peso é definido pela genética, mas frequentemente a MMS é obtida é inferior a esse valor. Desta forma, não se trata de característica intrínseca da cultivar, mas sim de característica controlada por genética, mas também influenciada pelo ambiente. É importante ressaltar que esta variável é controlada por fatores genéticos, ou seja, é intrínseco da cultivar avaliada (MENEGHELE et al., 2020), também influenciada pelo ambiente.

Figura 5 – Massa de mil sementes (g) em plantas de soja submetidas a diferentes períodos de convivência 2018/19 (A) 2019/20 (C) e de controle 2018/19 (B) 2019/20 (D) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.



Os resultados obtidos para a produtividade de grãos da cultura (Figura 6) indicam que tanto o aumento do período de convivência quanto o atraso no controle das plantas daninhas interferiram de significativa na produtividade de grãos de soja. Ao se comparar a produtividade obtida no experimento de períodos de convivência, na ausência total de plantas daninhas, obteve-se valor 44% maior em relação ao tratamento em que não foi realizado controle de plantas daninhas.

Esses dados estão de acordo com diferentes autores que estudaram a influência da matocompetição na cultura da soja (SOUZA et al. 2019; PIASECKI et al., 2018; MELHORANÇA FILHO et al., 2010; BLANCO et al., 1973; BARROS et al., 1992; CARVALHO, 1993; ZANDONÁ et al. 2018; RÜDEL et al. 2021; SILVA et.al.

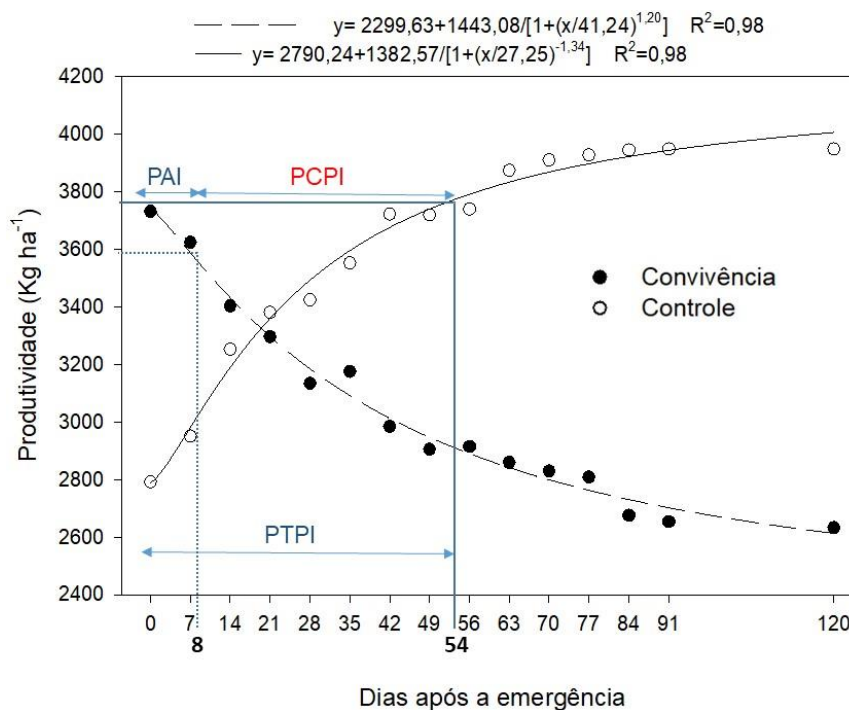
2009a PEREIRA et al. 2015). Estes autores observaram que os prejuízos na produtividade das culturas causadas por plantas daninhas estão relacionados principalmente à espécie e densidade de plantas daninhas presentes, além da cultivar utilizada. As interferências sofridas sobre as culturas, como a competição com as plantas daninhas, podem reduzir de 40 a 80% a produção (GAZZIERO et al., 2004).

A partir dos dados de produtividade obtidos e das regressões ajustadas para o experimento de controle, foi possível definir o período anterior a interferência (PAI), o qual foi de 8 dias após a emergência da cultura. A partir do experimento de convivência, definiu-se o final do período crítico de prevenção da interferência (PCPI), que durou 54 dias, dos 8 aos 54 dias após a emergência da soja. Dessa forma, o período total de prevenção da interferência (PTPI) foi de 54 dias após a emergência da cultura (Figura 7). Se observarmos na tabela 4, os estádios fenológicos da cultura conforme o momento em que realizamos os tratamentos, podemos inferir que o PCPI se situa entre V1 a R1.

Alguns autores trabalhando com matocompetição encontraram em seus resultados um PAI que varia 14 a 31 DAE e o PCPI variando de 20 a 50 DAE. (FIALHO et al. 2020; ZANDONÁ et al. 2018; RÜDEL et al. 2021; BUCHLING et al., 2022; FRANCESCHETTI et al., 2018).

Sendo assim, o presente trabalho sugere uma antecipação do final do PAI e do início do PCPI, assim como a maior duração do PCPI em relação aos trabalhos anteriores, mostrando que para a variedade SYN 1562, ciclo 6.2, hábito indeterminado, quando em competição com as plantas daninhas, é mais sensível aos efeitos da competição, resultando em menor altura, inserção do primeiro legume, número de legumes/planta e produtividade.

Figura 6- Produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) e períodos de interferência de plantas daninhas em resposta a diferentes períodos de convivência e de controle. PAI: período anterior à interferência; PCPI: período crítico de prevenção da interferência; PTPI: período total de prevenção da interferência. Cambé, PR.



Conclui-se que para a cultura da soja, cultivar SYN 1562 IPRO, ciclo 6.2, precoce, cultivada em sistema de plantio direto, as características morfológicas e os componentes de produção avaliados foram alteradas. Também foi possível inferir que o PAI observado no presente experimento foi obtido aos 8 dias após a emergência (V1) e que o PCPI ocorreu dos 8 (V1) aos 54 DAE (R1) e que o PTPI obtido foi de 54 dias (VE a R1).

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA M.O. et al. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Revista Ceres**. v.62, n. 6, p. 524-530, 2015.

ALVES, M.C. Sistema de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas, Piracicaba: ESALQ, 1992, 173p

BALLARE, CL; CASAL, JJ Sinais luminosos percebidos por culturas e ervas daninhas. **Campos Culturas Res.**, v. 67, n. 2 p. 149-160, 2000.

BARROS, A.C. et al. Avaliação de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v.10, n.1/2, p.45-49, 1992.

BLANCO, H. G. et al. Observações sobre o período crítico em que as plantas daninhas competem com a soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **O Biólogo**, v. 39, p. 31-35, 1973.

BLEASDALE, J. K. A. Studies on plant competition. In: HARPER, J. L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Backwell Scientific Publication, 1960. p. 133-142.

BOARD, J. E.; WIER, A. T.; BOETHEL, D. J. Source strength influence on soybean formation during early and late reproductive development. **Crop Science**, v. 35, n. 4, p.1104-1110, 1995.

BUCHANAN, A.L.; KOLB; L.N.; HOOKS, C.R.R. Can winter cover crops influence weed density and diversity in a reduced tillage vegetable system? **Crop Protection**, v.90, p.9-16, 2016.

BUCHLING C. et al. Pre-emergence control and interference of voluntary maize plants on a soybean crop in Brazilian Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Universidade Estadual de Maringa, v. 44, e54544, 2022.

CARVALHO, F.T. Integração de práticas culturais e dosagens de herbicida aplicado em pós-emergência, no controle de plantas daninhas e produtividade da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1993. 94p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 1993.

CATTELAN, A. J.; DALL'AGNOL, A. The rapid soybean growth in Brazil. **OCL**, v. 25, n. 1, p. 1-12, 2018.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), Piracicaba, SP. Abril,2023.

Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx>. Acesso em: 01/04/2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento – **Brasil: série histórica de área plantada: safras 1976/1977 – 2020/2021 em mil hectares**.2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 15 julho 2021.

DURIGAN, J.C.; VICTORIA FILHO, R.; MATUO, T. and PITELLI, R.A.. Weed competition periods in the soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) crop, Santa Rosa and IAC-2 cultivars: II - Effects on morphological parameters and grain composition. **Planta Daninha**, v. 6, n. 2, p. 101-114, 1983.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977. 11 p. (Special Report, n. 80).

FIALHO, C. M. T. et. al. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja afeta a atividade e biomassa microbiana do solo. **Planta Daninha** vol.38 Viçosa, Jun., 2020. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582020000100247&lang=pt#B12>, acesso em: 19/12/2022.

FLECK, N.G.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SCHAEGLER, C.E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 101-111, 2008.

FORTE, C. T. et al. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 2, p. 185-193, 2017.

FRANCESCHETTI, M. B. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. **Anais** da VIII Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica – VIII JIC, 2018. Disponível em: < <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/JORNADA/article/view/8650> >, acesso em: 19/12/2022.

GALON, L.; TIRONI, S.P.; ROCHA, P.R.R.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; VARGAS, L.; SILVA, A.A.; FERREIRA, E.A.; MINELLA, E.; SOARES, E.R.; FERREIRA, F.A. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 771-781, 2011.

GALON, L. et al. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. **Bragantia**, v. 78, p. 409-422, 2019.

GAZZIERO, D.L.P.; VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Manejo e controle de plantas daninhas em soja. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. 1. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 595-636.

JUAN, V. F.; SAINT-ANDRE, H.; FERNANDEZ, R. R. Competencia de lecheron (*Euphorbia dentata*) en soja. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 175-180, 2003.

KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja e feijão, após oito anos de plantio direto, Piracicaba: ESALQ/USP, 1998, 179p, (**Tese** – Doutorado em Agronomia)

LAMEGO, F. P. et al. Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 491-498, 2004.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 4. ed. Nova Odessa-SP: Plantarum, 2006.

MELHORANÇA FILHO, A. L. et al. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, p. 322-333, 2010.

MENEGHELE et al. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38686-38718, 2020.

MESCHEDE, D.K. et al. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004

PEREIRA F.A.R. et al. Periods of competition between weeds and soybean crop in Cerrado. **African J Agric Res**. 2015; 10:3644-9.

PIASECKI, C. et al. Interference of GR[®] volunteer corn population and origin os soybean grain yeld losses. **Revista Planta Daninha**, v. 36, e:0181161420, 2018.

PICCININI F. et al. Interferência de Cordas-de-Viola na Produtividade da Soja. 2018. Revista **Planta Daninha**, v. 36, e:018150988, 2018

PINTO et al. Coberturas vegetais na entressafra de culturas afetando o banco de sementes de plantas daninhas. **Research, Society and Development**, v.10, n. 06, 2021.

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

PITELLI, R,A. ; DURIGAN, J,C, Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto, In: DIAZ ROSSELLO, R, (Coordenador): Siembra directa em Cono Sur, Montevideo: **PROCISUR**, 2001, p,203-210

PITTELKOW, K. F; JAKELAITIS. A; CONUS. A. L; et al. Interferência De Plantas Daninhas Na Cultura Da Soja Transgênica. **Global Science and Technology**, v. 02, n. 03, p.38 - 48, 2009.

RIGOLI, R. P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 93-100, 2008

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. How a soybean plant develops. Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension, 1982. 20 p. (Special Report, n. 53).

RÜDELL, E.C. Weed interference capacity on soybean yield. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, vol. 74, no. 2, pp. 9541-9547, 2021.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS,

J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉM, A. (ed). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, p.478-533. 1999.

SILVA, A. F. et al. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

SILVA, A. F. et al. Período anterior à interferência na cultura da soja-rr em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; COELHO, A. T. C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p.75-84, 2009(a).

SILVA A.F. et al. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Plantas Daninha**. v. 27, n. 1, p. 57-66 2009a.

SOUZA, R. G. et al. Desempenho agrônômico de soja, sob interferência de plantas infestantes. **Agronomic Crop Journal**, v. 28, n. 02, p. 194- 203, 2019.

SWANTON, C. J., NKOA, R. AND BLACKSHAW, R. E. Experimental methods for crop–weed competition studies. **Weed Science**, v.63, p. 2-11, 2015.

TURSUN, N., DATTA, A., SAKINMAZ, M. S., KANTARCI, Z., KNEZEVIC, S. Z. AND CHAUHAN, B. S. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. **Crop Protection**, v.90, p. 59-65, 2016.

VARAH, A. et al. The costs of human-induced evolution in an agricultural system. **Nature Sustainability**, v.3, p.63-71, 2019.

VOLLMANN J, WAGENTRISTL H & HARTL W. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. **European Journal of Agronomy**, v. 32, p.243-248, 2010.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Revista Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 333- 342, 2011.

ZANDONÁ RR, AGOSTINETTO D, SILVA BM, RUCHEL Q AND FRAGA DS. Interference periods in soybean crop as affected by emergence times of weeds. **Planta Daninha**, v.36, e:0181169361,2018.

ZANDONÁ, R. R. et al. Economic threshold of smooth pigweed escaped from an herbicide program in roundup ready® soybean. **Advances in Weed Sciences**. v.40, e: 20210011, 2022.

ZHANG, S., LI, Y., KONG, C. AND XU, X. Interference of allelopathic wheat with

different weeds. **Pest Management Science**, v.72, p.172- 178, 2016.

5 ARTIGO II – AVALIAÇÃO DOS PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

5.1 RESUMO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é afetada por alguns fatores que podem comprometer, além da produtividade, a qualidade dos grãos colhidos. Dentre estes fatores destaca-se a interferência por plantas daninhas. O objetivo deste trabalho foi determinar os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do milho. Foram conduzidos, nos anos agrícolas 2018/2019 e 2019/2020, em campo experimental no município de Cambé-PR, dois experimentos em blocos ao acaso, com quinze tratamentos, um para a determinação do período anterior a interferência (PAI) e outro para a determinação do período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Para determinação do PAI a cultura foi submetida a diferentes períodos de convivência com a comunidade infestante, sendo: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência (DAE) e colheita. Ao término de cada período, a parcela foi mantida livre de plantas daninhas até a colheita. Para a determinação do PCPI foram utilizados os mesmos períodos anteriormente citados. Contudo, a cada tratamento a cultura foi mantida no limpo e ao término de cada período de controle as plantas daninhas não foram mais eliminadas, convivendo até a colheita. Foram avaliadas altura de plantas, altura de inserção de espigas, nº de fileiras por espiga, nº sementes por espiga, massa mil sementes (MMS) e produtividade de grãos (kg ha^{-1}). A convivência de plantas daninhas com a cultura do milho afetou todas as variáveis avaliadas. Constatou-se que o PAI foi de 10 dias, e que o PCPI foi dos 10 aos 80 DAE. A interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura reduziu em mais de 25% a produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Zea mays* L., competição, PAI, PCPI, PTPI.

EVALUATION OF PERIODS OF WEED INTERFERENCE IN CORN CROP UNDER NO-TILLING SYSTEM

5.2 ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is affected by some factors which may compromise, beyond productivity, the harvested grain's quality. In highlight is the spontaneous plants' interference factor. This study's objective was to determine the spontaneous plants' interference periods over maize cultivation following a no-tillage system. Two experiments were conducted in the Cambé county in the Paraná State, each during the harvests of 2018/19 and 2019/20, following a random block design, with 15 treatments each. The first season determined the Period Before Interference (PBI), and the second, with 15 control periods determined the Critical Interference Prevention Period (CPWC). The PBI was evaluated through the submission of maize to different periods of spontaneous plants' coexistence, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 and 91 days after emergence (DAE) and harvest. At the end of each period, the parcel was cleared of spontaneous plants until the harvest. The CPWC determination followed the same previously cited periods. Furthermore, the treatments were cleared of spontaneous plants up to the end of each control period when they were no longer eliminated and coexisted until the harvest. Evaluating the plant and cob insertion height, rows and corn per cob, thousand seed weight (TSW) and productivity (kg ha^{-1}). The spontaneous plants' and maize's coexistence affected every evaluated variable. PBI was 10 DAE, and CPWC went from 10 to 80 DAE. The spontaneous plants' interference during the plant's entire cycle resulted in more than a 25% decrease in production.

Keywords: *Zea mays* L.; competition; PBI; CPWC; PTPI.

5.3 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) constitui uma das principais culturas agrícolas no Brasil, com área plantada de 21,6 milhões de hectares e produção superior a 100 milhões de toneladas. A produção brasileira de milho em 2021/2022 foi de 112,83 milhões de toneladas, com área plantada de 21,58 milhões de hectares e produtividade de 5.200 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Contudo, em muitas regiões a cultura ainda apresenta baixo rendimento, devido a inúmeros fatores, dentre os quais a interferência exercida pela presença de plantas daninhas. A interferência causada pelas plantas daninhas sobre o milho pode ser direta ou indireta. A interferência por recursos como água, luz e nutrientes, alelopatia e parasitismo são consideradas diretas. Já a hospedagem de insetos-praga, nematóides e agentes fitopatogênicos é um tipo importante de interferência indireta (PITELLI, 1985; VASCONCELOS et al.; 2012).

O grau de interferência é determinado principalmente pela época e duração dos períodos de convivência entre culturas e plantas daninhas. Pitelli e Durigan (1984) propuseram três períodos de interferência: período anterior à interferência (PAI), período em que a cultura e plantas daninhas podem conviver sem que aja perdas de produtividade; o período total de prevenção à interferência (PTPI), período que a cultura deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas para que não ocorram perdas de produtividade; e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI), período que a presença das plantas daninhas competindo com a cultura vai causar perdas de produtividades.

A redução da produtividade de grãos de milho em razão da presença das plantas daninhas pode variar de 12 até 100%, em virtude da espécie, do grau de infestação, tipo de solo, condições climáticas, além do estágio fenológico da cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). A competição se torna variável pela diversidade de espécies presentes e por práticas agrícolas adotadas, porém as espécies mais agressivas e adaptadas ao meio levam mais vantagens (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

A maioria dos trabalhos de interferência das plantas daninhas na cultura do milho datam da década de 2000 ou antes (ROSSI et al., 1996; GALON et al., 2008). Após esse período diversas alterações no sistema de cultivo foram adotadas pelos produtores. São exemplos a maior adoção do sistema de plantio

direto, a utilização de novos híbridos e os novos arranjos populacionais. O não revolvimento do solo, preconizado no sistema de plantio direto promove modificações na dinâmica populacional das plantas daninhas (ZELAYA et al., 1997). A palhada atua como barreira física contra a germinação de plantas daninhas, principalmente das fotoblásticas positivas, como buva (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2011).

O milho tradicionalmente era cultivado no espaçamento entre linhas de 80 a 100 cm, facilitando assim processos de semeadura, tratos culturais e colheita (SANGOI et al., 2001). No entanto, atualmente o plantio de milho na grande maioria das áreas brasileiras adota o espaçamento de 45 a 60 cm, modificando o arranjo espacial e melhorando a utilização de recursos, o que pode alterar o grau de interferência das plantas daninhas sobre a cultura (SILVA, 2005). Será que as constantes mudanças morfológicas e de sistema de plantio do milho, juntamente com a matocompetição, resultaram em alterações nas características morfológicas e componentes de produção e períodos e interferência?

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi de estudar o Período Anterior à Interferência (PAI), o Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) e o Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) das plantas daninhas na cultura do milho, cultivada em sistema de plantio direto e seus efeitos nas características morfológicas e componentes de produção a cultura do milho.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

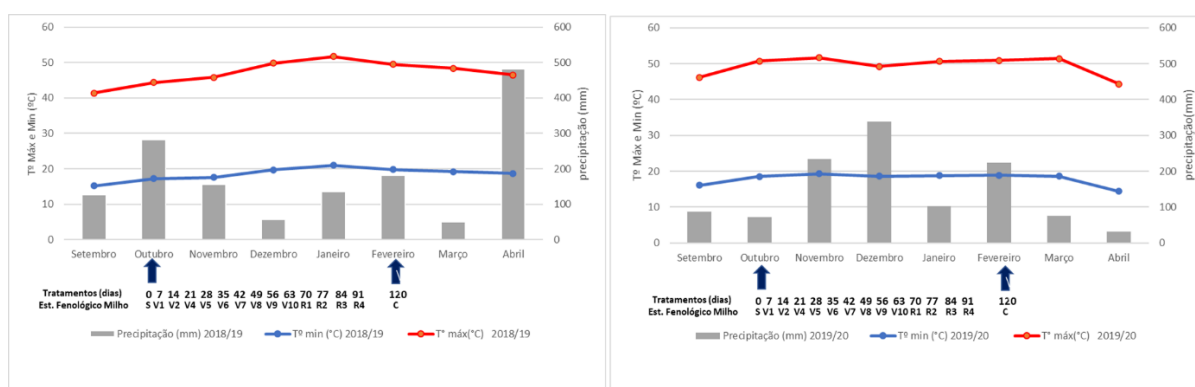
O trabalho foi desenvolvido em campo experimental localizado no município de Cambé-PR, coordenadas 23°14'26"S e 51°14'57"W, altitude 620 m, durante as safras 2018/19 e 2019/20. O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa), de acordo com a classificação de Köppen.

Os dados de precipitação pluvial, temperatura mínima e máxima durante a condução do experimento foram coletados na estação meteorológica da Embrapa Soja (Figura 8).

Na safra 2018/19 (Figura 8 A), durante a condução do primeiro ano de ensaio, observou-se que as médias mensais de precipitação foram inferiores as da safra 2019/2020, em todo o ciclo da cultura. Comportamento inverso foi observado para as temperaturas, observa-se que as médias mensais máximas foram em todos os meses na safra de 2019/20 (Figura 8 B), foram superiores à safra anterior. Já as

temperaturas mínimas não tiveram grandes variações.

Figura 7 - Dados de precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas em função do estágio fenológico do milho durante o período de condução do estudo, coletados na estação meteorológica da EMBRAPA Soja, anos 2018/2019 (A) e 2019/2020(B), em Londrina-PR.



(A)

(B)

Em cada safra foram conduzidos, simultaneamente, dois experimentos em delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições. No primeiro experimento, a cultura do milho foi submetida a diferentes períodos de convivência com plantas daninhas. No segundo, a diferentes períodos de controle, a partir da emergência da cultura. Dessa forma, no primeiro experimento foi definido o PAI e no segundo definido o PCPI. A partir do cruzamento dos dados dos dois experimentos determinou-se o PTPI. Cada experimento foi conduzido conforme descrito a seguir:

Período Anterior à Interferência (PAI): foram avaliados períodos de convivência entre a comunidade infestante e a cultura, sendo eles: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência e colheita, a qual se deu aos 135 dias após a emergência. Ao término de cada período de convivência as invasoras foram eliminadas da área amostral, mantendo-se a parcela livre de plantas daninhas até a colheita, por meio da capina manual.

Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI): foram avaliados períodos de controle da comunidade infestante na cultura, sendo eles: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 dias após emergência e colheita. A cada período

a cultura foi mantida no limpo, através de capina manual, e ao término de cada período de controle das plantas invasoras, estas não foram mais eliminadas da área amostral até a colheita.

Cada parcela foi constituída de 3,0 m largura por 6,0 m de comprimento, com área útil de 2,0 m largura por 4 m de comprimento. O híbrido de milho utilizado foi o SUPREMO VIP3, o qual é recomendado para a região. Este híbrido foi utilizado nos experimentos por ser de ciclo precoce, possuir as tecnologias Viptera que confere resistência as lagartas e RR que confere resistência ao herbicida glifosato, excelente qualidade de grãos e ótimo potencial produtivo.

Os ensaios foram conduzidos no sistema de plantio direto, onde a semeadura ocorreu mecanicamente com revolvimento mínimo do solo, sobre palhada de aveia (3 t ha⁻¹ de massa seca da parte aérea). Previamente à semeadura foi realizada a dessecação química da área utilizando os herbicidas glifosato (1000 g e.a. ha⁻¹, Zapp Qi) e 2,4-D (620 g e.a. ha⁻¹, Aminol) para eliminação de qualquer planta daninha existente na área experimental.

A área experimental foi adubada com 300 kg ha⁻¹ de fertilizante 8-20-18 (NPK). Com o a cultura no estágio de V4 procedeu-se uma aplicação de ureia em cobertura, nas entrelinhas, na quantidade de 200 kg ha⁻¹, de acordo com análise do solo (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 - Características químicas e físicas do solo da área experimental. Cambé, PR, 2018/2019.

pH CaCl ₂	P Melich 1	CTC pH7	CTC efetiva	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺
5,39	10,62	15,37	10,83	43,91	23,50	3,69	0
V%	pH H ₂ O	H + Al	H ⁺	M.O.	Argila	Silte	Areia
71,11	6,15	4,44	28,89	31,91	82	6	12

Tabela 8 - Características químicas e físicas do solo da área experimental. Cambé, PR, 2019/2020.

pH CaCl ₂	P Melich 1	CTC pH7	CTC efetiva	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺
-----				cmol _c dm ⁻³ -----			
5,34	12,90	13,99	9,59	40,88	22,01	5,62	0
V%	pH H ₂ O	H + Al	H ⁺	M.O.	Argila	Silte	Areia
		----- cmol _c dm ⁻³ -----		----- % -----			
68,51	6,16	4,41	30,97	29,36	80	3	17

As sementes de milho foram tratadas com tratamento de semente industrial composto por cyantraniliprole 40 mL 60.000 sementes⁻¹, thiametoxan 120 mL 60.000 sementes⁻¹, e fludioxonil + tiabendazole + metalaxil-M (30 mL 60.000 sementes⁻¹) (Fortenza Duo, Syngenta) no dia da semeadura.

Na pós-emergência da cultura foram realizadas duas aplicações com o produto thiametoxan + lambda-cyhalotrin (Engeo Pleno) 150 ml ha⁻¹ no estágio V1 para o controle de percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) e no estágio V8 para controle de pulgão (*Rhopalosiphum maidis*). Aplicações de fungicidas foram realizadas nos estádios V8 e VT, com o produto difenoconazole + azoxistrobina (Priori Top) na dose de 300 mL ha⁻¹, para o controle de doenças.

A semeadura foi realizada nas datas 15/10 e 26/10 para as safras 2018/19 e 2019/20, respectivamente. Foi realizada em espaçamento de 50 cm entrelinhas e densidades de cinco sementes por metro linear. Após a germinação, foi realizado desbaste manual, mantendo-se três plântulas de milho por metro linear e população equivalente a 60.000 plantas de milho ha⁻¹.

Para caracterizar a comunidade infestante da área foi realizado estudo fitossociológico, utilizando como unidade amostral um quadro (0,5 x 0,5 m), lançado 2 vezes, aleatoriamente dentro de cada parcela, antes do controle das invasoras em cada período de convivência. Em cada amostra, as plantas daninhas foram identificadas e quantificadas.

Em relação à cultura, no estágio de maturação fisiológica, dentro da área útil da parcela, foram avaliadas a altura de plantas, altura de inserção de espigas, nº de fileiras por espiga, nº grãos por espiga, massa mil sementes (MMS) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

A colheita da cultura foi realizada aos 135 dias após a emergência

(DAE), coletando-se manualmente todas as espigas de milho da área útil de cada parcela (2 m largura por 4,0 m comprimento). Estas foram trilhadas mecanicamente para determinação de produtividade de grãos, com umidade corrigida para 13%.

Os dados foram verificados quanto à normalidade, por Shapiro-Wilk, e homogeneidade, por Bartlett, e submetidos à análise de variância pelo teste F, com desdobramento em polinômios ortogonais utilizando o software R, pacote AgroR. Foram realizadas análises individuais e conjuntas para as duas safras. Quando a interação Tratamento (Controle ou Convivência) versus Safra foi significativa ou quando a razão entre os QMRES foi superior a 7, considerou-se as análises individuais. Com base nas equações de regressão, foram determinados os períodos de interferência das plantas daninhas para o nível de tolerância de 5% de redução de produtividade em relação ao tratamento mantido na ausência das plantas daninhas.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade infestante foi composta predominantemente por oito espécies de plantas daninhas, das quais 45% eram eudicotiledôneas, *Raphanus raphanistrum* (nabiça), *Amaranthus* spp. (caruru-de-mancha) e *Bidens* spp. (picão preto) e 55% monocotiledôneas, *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Digitaria insularis* (capim-amargoso), *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) e *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) (Tabela 9). A densidade média geral das plantas daninhas na área até 91 dias após a emergência dos cultivares do milho, foi de 87 plantas m⁻².

Tabela 9 – Identificação das principais espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental e suas respectivas proporções. Cambé/PR

Nome botânico	Nome Comum	Família	Proporção (%)
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim braquiaria	Poaceae	10
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim carrapicho	Poaceae	20
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim colchão	Poaceae	10
<i>Eleusine indica</i>	Capim Pé-de-galinha	Poaceae	15
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabo forrageiro	Brassicaceae	20
<i>Amaranthus hybridus</i>	Caruru	Amaranthaceae	15
<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	Asteraceae	5
<i>Digitaria insularis</i>	Capim amargoso	Poaceae	5

Na Tabela 10, observa-se que houve crescimento da comunidade infestante ao longo do período de avaliação. Ou seja, quanto menor o número de capinas ou maior os períodos de convivência, maior a densidade das plantas daninhas. Em cada período de convivência e de controle foi determinado o estágio fenológico da cultura do milho, de acordo com a escala proposta por Ritchie et al. (1993).

Tabela 10 – Estádio da cultura, número de capinas realizados e densidade de plantas daninhas (plantas m⁻²) para os diferentes períodos de convivência com a cultura do milho SUPREMO VIP3. Cambé-PR

Períodos Convivência com as plantas daninhas ¹	Nº capinas	Estádios da Cultura Milho	Densidade Plantas Daninhas plantas m ⁻²
0-5	14	VE	4
0-7	13	V1	9
0 – 14	12	V2	24
0 – 21	11	V4	24
0 – 28	10	V5	26
0 – 35	9	V6	32
0 - 42	8	V7	32
0 – 49	7	V8	41
0 – 56	6	V9	48
0 – 63	5	V10	53
0 – 70	4	R1	60
0 – 77	3	R2	65
0 – 84	2	R3	70
0 – 91	1	R4	77
0 -120	0	Colheita	87

¹ Dias após a emergência

Na Tabela 11, estão apresentados os resumos das análises de variância conjuntas para as variáveis respostas analisadas nos experimentos de convivência e controle. Observa-se que para os períodos de convivência e controle o efeito foi não significativo ($p < 0,05$) sobre a variável nº de grãos por espiga e significativo para as variáveis altura, inserção de espiga e produtividade. Para as variáveis massa de mil sementes (MMS) e produtividade foram consideradas as análises individuais, pois a

razão entre os quadrados médios do resíduo foi superior a 7 e a interação foi significativa, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 11 - Resumo das análises da variância conjuntas (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura do milho. Cambé, PR.

	Altura de Planta (cm)		Altura Inserção da espiga(cm)		Número de Fileiras por Espiga	
	Convivência	Controle	Convivência	Controle	Convivência	Controle
Controle ou Convivência (p-valor)	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000
Safra (p-valor)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Interação (p-valor)	1,000	0,996	0,999	1,000	0,991	0,999
Razão QMRES	1,780	6,050	4,120	5,430	3,680	1,410
CV (%)	4,81	4,17	7,07	7,06	5,82	5,46
	Número de Grãos por espiga		Massa Mil Sementes (g)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Convivência	Controle	Convivência	Controle	Convivência	Controle
Controle ou Convivência (p-valor)	0,000	0,001	0,457	0,737	0,002	0,002
Safra (p-valor)	0,000	0,306	0,000	0,000	0,000	0,000
Interação (p-valor)	0,999	0,984	0,549	0,008	0,999	0,999
Razão QMRES	1,410	2,770	4,250	2,970	16,300	8,140
CV (%)	11,42	14,106	14,23	11,54	3,120	0,005

Tabela 12 - Resumo das análises da variância individuais (p-valores) para o experimento de períodos de convivência e plantas daninhas com a cultura do milho. Cambé, PR

	Safra	Convivência	CV (%)	Controle	CV (%)
		(p-valor)		(p-valor)	
Produtividade (kg ha⁻¹)	2018/19	0,9231	28,68	0,8459	18,51
	2019/20	0,0949	8,41	0,6215	8,72
Massa 1000 Sementes (g)	2018/19			0,0397	15,36
	2019/20			0,0373	7,58

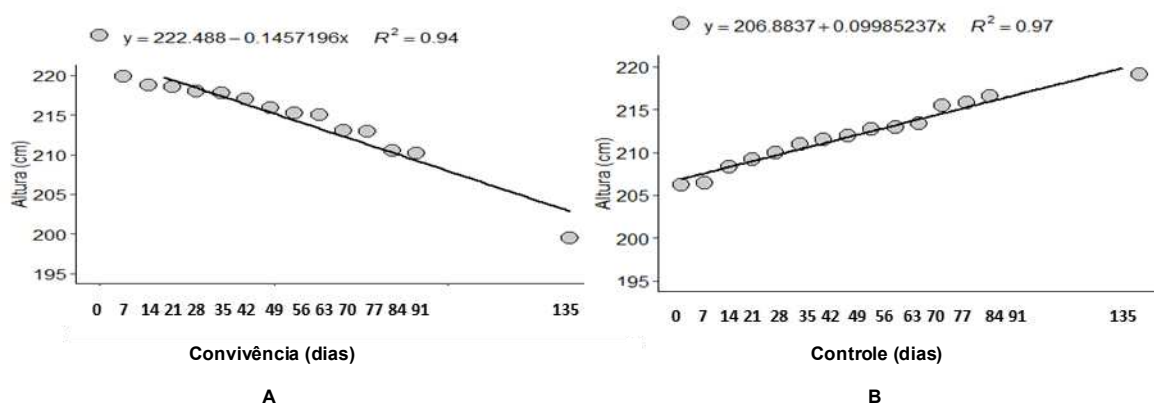
Os resultados para a variável altura de plantas (AP) demonstram que houve redução linear na altura com o aumento do período de convivência com as plantas daninhas (Figura 9). As parcelas que foram mantidas livres de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura apresentaram plantas de milho com aproximadamente 266 cm de altura, no tratamento com a cultura mantida infestada até a colheita a altura média foi 242 cm.

A altura da planta é um fator importante pois pode reduzir a habilidade

competitiva das plantas daninhas através da redução da luminosidade, resultando em maiores produtividades. Isto depende da cultura, do desenvolvimento da planta daninha e do período de interferência.

De maneira geral, a convivência de plantas daninhas com a cultura do milho resultou em plantas mais baixas em aproximadamente 10% (Figura 9). Corroborando com esses resultados, Galon et al. (2008) constataram que quanto maior a competição menor a altura e inserção de espigas. Portanto, há influência na altura de plantas e inserção de espigas quando há matocompetição com a cultura do milho. Melo et al. (2018), ao avaliarem a interferência das plantas daninhas com a cultura, perceberam que a altura e diâmetro do colmo do milho têm os valores diminuídos, e quando não há esta influência os valores são maiores.

Figura 8 - Altura de plantas de milho (cm) submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.

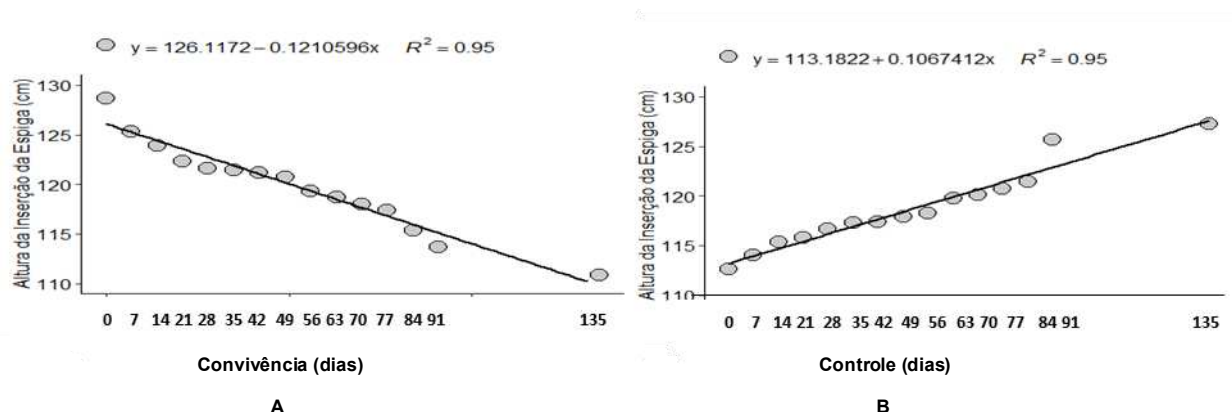


Para a variável altura de inserção da espiga (AIE), assim como para a altura de plantas (AP), observou-se maiores valores em plantas de milho que não conviveram com plantas daninhas (Figura 10). A redução da AIE em função do período de convivência apresentou comportamento linear, sendo de 152,5 cm no tratamento livre de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura, e de 142,3 cm quando não foi realizado controle. Também aqui observa-se uma redução de aproximadamente 7%, ou seja, quanto menor o período de convivência ou maior o período de controle, a altura de inserção de espiga é maior.

Resultados semelhantes foram apresentados por Zagonel et al. (2000) ao verificarem que entre o período de emergência até os 10 DAE, a cultura do milho pode reduzir a altura de inserção de espiga pela matocompetição. Segundo

Rizzardi et al. (2008), quando o controle foi realizado mais tardiamente, com as plantas daninhas totalmente desenvolvidas, paralisou o desenvolvimento da cultura, a altura de plantas e de inserção da primeira espiga de milho, necessitando de medidas mais antecipadas de controle.

Figura 9 - Altura Inserção da Espiga (cm) em plantas de milho submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.



Os resultados para o número de fileiras por espiga (NFE), assim como os parâmetros mencionados anteriormente, altura de inserção espiga (AIE) e a altura de plantas (AP), mostraram a mesma tendência. Quanto menor o período de convivência ou maior o período de controle, maior o número de fileiras por espiga. O NFE foi afetado, em aproximadamente 13% pela convivência com as plantas daninhas independente dos tratamentos (Figura 11).

Estudos realizados por Zagonel et al. (2000) verificaram que a partir de 5 DAE de convivência a matocompetição inicial pode prejudicar a formação do número de fileiras de grãos. Silva et al. (2014) observaram resultados diferentes nos dois espaçamentos utilizados para a variável número de fileiras de grãos por espigas. No espaçamento de 0,45 m, os híbridos não apresentaram diferenças e, no de 0,90 m, houve redução nos valores.

O número de sementes por espiga (NSE) e a massa de mil sementes (MMS) são os caracteres que estão diretamente associados à produtividade de grãos e segundo Ribeiro (2012), há uma hierarquia na influência dos caracteres na produtividade do milho. São chamados componentes primários da produção. Lopes et al. (2007) mostram que o componente que é determinante no rendimento de grãos de

milho é a MMS, apresentando complexa relações com as características morfológicas da espiga. De acordo com Mundstock & Silva (1989), um dos principais componentes do rendimento da cultura é o número de sementes por espiga (NSE).

Na avaliação destes parâmetros, em função do período de convivência, o NSE foi afetado linearmente em aproximadamente 25% pela convivência com as plantas daninhas (Figura 12).

Figura 10 - Número de Fileiras por Espiga de plantas de milho submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.

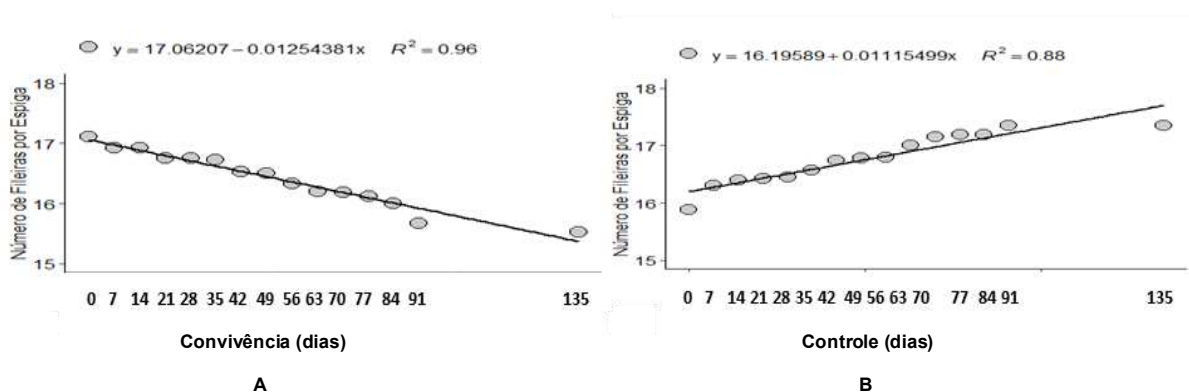
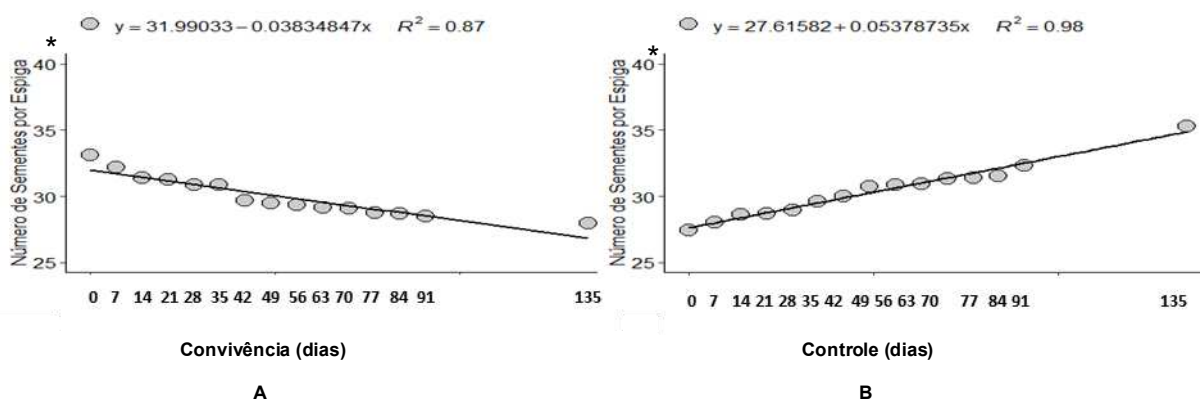


Figura 11 – Número de Sementes por Espiga de plantas de milho submetidas a diferentes períodos de convivência (A) e de controle (B) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.

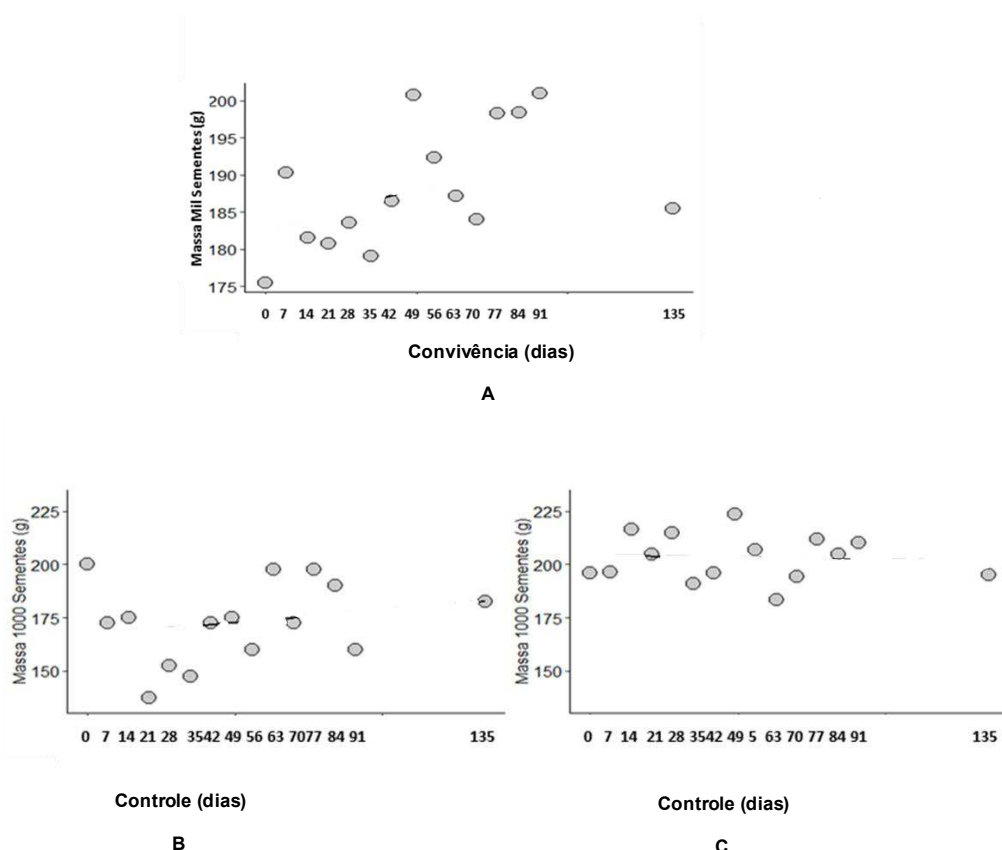


*Número de sementes por espiga, multiplica-se por 10

Na Figura 12 observa-se que o aumento do período de convivência das plantas daninhas com o milho resultou em redução significativa de 21% para a

massa de mil sementes (MMS). Em trabalhos realizados por Silva et al. (2014) no espaçamento de 0,90 m, houve maior MMS em relação ao espaçamento de 0,45 m. Outros autores não verificaram este efeito do espaçamento sobre essa variável, justificando que essa característica é de origem genética (DEMÉTRIO et al., 2008; MODOLO et al., 2010; GILO et al., 2011; CALONEGO et al., 2011). Por outro lado, Fumagalli et al. (2017) encontraram nos maiores espaçamentos entre fileiras de 0,7 e 0,9 metros, reduções acentuadas da massa de mil sementes.

Figura 12 – Massa de Mil Sementes (g) de plantas de milho submetidas a diferentes plantas de milho submetidas a diferentes períodos de convivência, análise conjunta entre as duas safras (A) e de controle análise individual nos períodos de controle em 2018/19 (B) e em 2019/20 (C) de plantas daninhas em sistema de plantio direto.



A convivência da cultura do milho com as plantas daninhas influenciou os resultados de produtividade em mais de 25% (Figura 13), sendo menor no tratamento em que não foi realizado controle de plantas daninhas. Ou seja, quanto maior o período de convivência da cultura com as plantas daninhas ou quanto maior o atraso em proceder o controle, menor foi a produtividade.

Diversos autores possuem resultados semelhantes e relatam a redução de produtividade de acordo com a maior convivência com as plantas daninhas. Duarte et al. (2002) observaram redução da produtividade em 22%, enquanto Silva et al. (2014) observaram que nos tratamentos em convivência com as plantas daninhas ocorreram as menores produtividades de milho. Carvalho et al. (2007) observaram redução de produtividade de 13% a 85% quando nenhuma medida de controle é adotada. De forma semelhante, Merotto Jr. et al. (1997) observaram perdas superiores a 90%.

Para Fancelli e Dourado Neto (2000), a presença de plantas daninhas na cultura do milho a partir da emissão da quinta folha começa a impactar em queda de produtividade de grãos, no comprimento médio da espiga e o número médio de grãos por fileira. Ribas et al. (2013) constataram que a convivência com plantas daninhas reduziu a altura de plantas, o comprimento de espiga, o rendimento de grãos e a massa de mil grãos dos híbridos, independente do espaçamento entrelinhas adotado. Sangoi (2001) relata que a competição das plantas pela radiação solar incidente, por nutrientes e água determina a formação da espiga, sobretudo em suprimento de carbono e nitrogênio para as plantas.

A partir dos dados de produtividade obtidos e da regressão ajustadas para o experimento de controle, foi possível definir o período anterior a interferência (PAI), o qual foi de 10 dias após a emergência da cultura do milho. A partir do experimento de convivência, definiu-se o final do período crítico de prevenção da interferência (PCPI), o qual teve duração de 70 dias, dos 10 aos 80 dias após a emergência do milho. Dessa forma, o período total de prevenção da interferência (PTPI) foi de 80 dias após a emergência da cultura. (Tabela 15)

Quando colocamos os resultados destes ensaios em estádios da cultura precoce, diferente arquitetura, espaçamento reduzido e em plantio direto, estes indicam um PCPI com início entre V1 e V2 (primeira – segunda folhas) até o período entre R2 e R3 (grão leitoso a grão pastoso), segundo a escala de Ritchie et al. (1993), apresentada na Tabela 10.

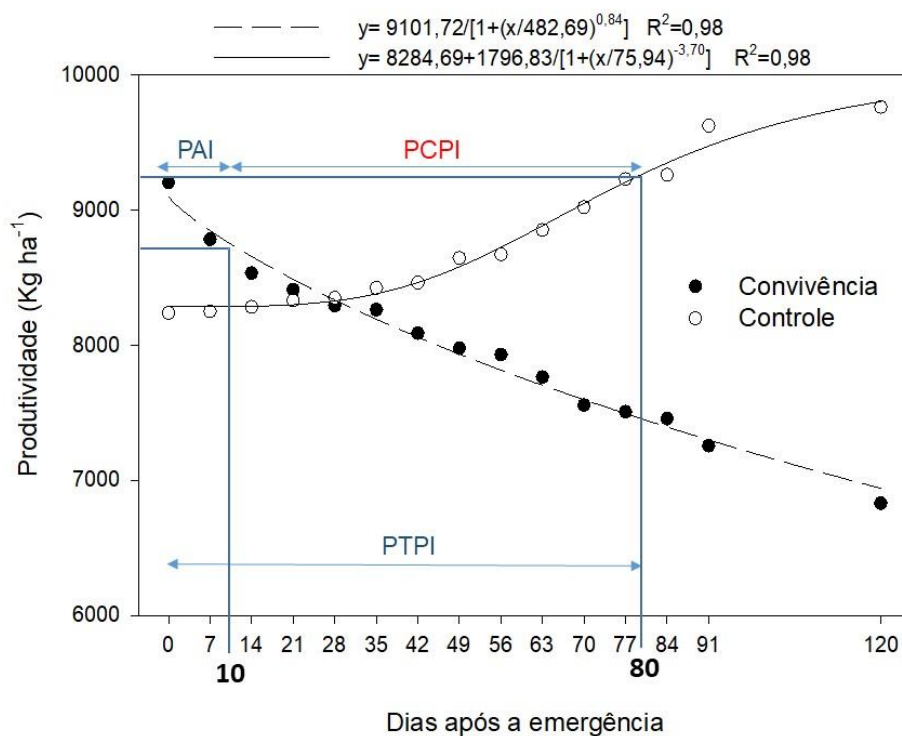
Kozlowski (2002) relatou em seu estudo que a fase da emergência do milho até o estádio V7 deve permanecer livre da infestação das plantas daninhas, para que o seu potencial produtivo não seja influenciado negativamente. Skóra Neto (2003) verificou que a competição da comunidade infestante ocorreu a partir de 28 DAE. Os efeitos da convivência foram irreversíveis, não havendo recuperação das plantas de

milho após a retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas.

Resultados de diferentes autores mostram que na cultura do milho, os períodos de interferência das plantas daninhas foram valores variáveis de 15 a 45 dias após a emergência para o PAI (PITELLI & DURIGAN, 1984; PITELLI, 1985; SALES, 1991). E para o PCPI, 28 dias (HALL et al., 1992), ou 34 a 40 (SINGH et al., 1996) ou ainda 56 dias após a emergência (DAE) da cultura (HAAN et al., 1994). Galon 2008, determinou um PAI de 11 DAE e PCPI 11 – 27 DAE na cultura.

Convém ressaltar que a maioria dos trabalhos encontrados na literatura para determinação dos períodos de interferência, o espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,8 a 1,0 m. Portanto, no presente trabalho observa-se que as características morfológicas (altura e altura de inserção de espigas) e os componentes de produtividade avaliados (número de fileiras por espigas, número de sementes por espiga e produtividade) foram afetados para menos, quando em convivência com as plantas daninhas. Também os resultados mostram uma antecipação do final do PAI, indicando que o controle deve ser iniciado de forma mais precoce para que não ocorram reduções significativas da produtividade de grãos. Por outro lado, por apresentar ciclo precoce, os presentes resultados não indicam a antecipação do final do PCPI sem comprometer a produtividade da cultura. Pelo contrário, os resultados demonstram que o PCPI é prolongado em relação a trabalhos anteriores. Possivelmente pelo menor índice de área foliar das cultivares modernas, assim como o menor crescimento vegetativo e posição das folhas para melhor aproveitamento da luz, o que sombreia menos as entrelinhas.

Figura 13 - Produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) e períodos de interferência de plantas daninhas em resposta a diferentes períodos de convivência e de controle. PAI: período anterior à interferência; PCPI: período crítico de prevenção da interferência; PTPI: período total de prevenção da interferência.



Conclui-se que para a cultura do milho, híbrido SUPREMO VIP3 cultivada em sistema de plantio direto, espaçamento de 50 cm, as características morfológicas e os componentes de produção avaliados foram alteradas. É possível inferir que o PAI teve duração de 10 dias a partir da emergência, e que o PCPI ocorreu dos 10 aos 80 dias, sendo esses períodos diferentes aos presentes na literatura. Portanto, confirma-se a necessidade de estudos regulares dos períodos de interferência de plantas daninhas com a cultura do milho nos sistemas de cultivo atuais.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIGHENTI, A. M; OLIVEIRA, M. F. **Biologia de plantas daninhas**. IN: OLIVEIRA JR., R. 30 S; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba Omnipax. p.09, 2011.

DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1691-1697, 2008.

CALONEGO, J. C. et al. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

CARVALHO, L. B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea* **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 293-301, 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento – **Brasil: série histórica de área plantada: safras 1976/1977 – 2020/2021 em mil hectares.2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 15 julho 2021.

DUARTE, N. de F.; SILVA, J. B. da; SOUZA, I. F. de. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 983-992, 2002.

FANCELLI, L. A.; DOURADO NETO, D. Manejo de plantas daninhas. In: FANCELLI, L.A.; DOURADO NETO, D. (Eds.). *Produção de milho*. **Guaíba: Agropecuária, 2000**. p. 183-215.

FUMAGALLI, M. et al. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 426–439, 2017.

GALON, L.; PINTO, J. J. O.; ROCHA, A. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, F. A.; AGOSTINETTO, D.; PINHO, C. F. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na Região Sul do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 779-788, 2008.

GILO, E.G. et al. Comportamento de híbridos de milho no cerrado sul-mato-grossense sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 908-914, 2001.

HALL, Michael R.; SWANTON, Clarence J.; ANDERSON, Glenn W. O período crítico de controle de ervas daninhas em grãos de milho (*Zea mays*). **Ciência de ervas daninhas**, v. 40, n. 3, p. 441-447, 1992.

HAAN, R. L. et al. Simulation of springseeded smother plants for weed control in corn

(*Zea mays*). **Weed Science**, v. 42, n. 1, p. 35-43, 1994

KOZLOWSKI, L.A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.365- 372, 2002.

LOPES, S. J. et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1536-1542, 2007.

MELO, A. M.; OLIVEIRA, G. C.; CHAGAS, J. F. R. Interferência das plantas daninhas no desenvolvimento do milho verde (*Zea mays* L.). In: V Congresso Interdisciplinar da Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018, Goianésia.

MEROTTO Jr., A. et al. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELO, E.; SGARBOSA, M. Desempenho de híbridos de milho na região sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. **Manejo da cultura do milho**. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, 1989. 76 p.

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

PITELLI, R. A & DURIGAN, J. C. 1984. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. **Resumos**. Belo Horizonte: SBHDE. 37p.

RIBAS, M. R.; TAVARES, C. J.; REZENDE, B. P. M.; CUNHA, P. C. R.; JAKELAITIS, A. Competição de Híbridos de Milho com Plantas Daninhas em Dois Espaçamentos Entrelinhas. **Global Science and Technology**, v. 6, p. 38-47, 2013.

RIBEIRO, C. B. Caracteres que explicam a heterose na produtividade de grãos de milho. 2012. 64 p. **Dissertação** (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G.O. 1993. **How a Corn Plant Develops**. Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa. Special Report no 48.

RIZZARDI, M. A. et al. Controle de plantas daninhas em milho em função de épocas de aplicação de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 113-121, 2008.

SALES, J. L. Determinação dos períodos de interferência e integração de práticas culturais com herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.). 1991. 151 f. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

SANGOI, L. A Compreensão dos efeitos da densidade de plantas sobre o crescimento e desenvolvimento do milho é importante para maximizar o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2001.

- SKÓRA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 81-87, 2003.
- SINGH, M. et al. Estimation of critical period of weed control. **Weed Science**, v. 44, n. 2, p. 273-283, 1996.
- SILVA, A.K. Redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho. In: In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 5., 2005, Chapecó, SC. **Resumos Expandidos...** Chapecó: Epagri-Cepaf, 2005. p.27-30.
- SILVA, A. F.; SCHONINGER, E. L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M. A. C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014.
- VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 1, p. 01-06, 2012.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Germinação de sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 333- 342, 2011.
- ZAGONEL, J.; VENÂNCIO. W. S.; KUNZ, R. P. Efeito de métodos e épocas de controle das plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, p. 143-150, 2000.
- ZELAYA, I. A.; OVEN, M. D. K.; PITY, A. Effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. **Ceiba**, v. 38, n. 2, p. 123-135, 1997.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos autores citados neste trabalho e que realizaram seus estudos com períodos de interferência, tiveram em média os seguintes resultados: na soja o PAI variou dos 14 aos 31 DAE e o PCPI 20 à 50 DAE. No caso do milho, os resultados dos autores mostram um PAI dos 15 aos 45 DAE e o PCPI variando de 11 a 56 DAE. Os resultados deste trabalho mostram uma redução no PAI e aumento do PCPI, para ambas as culturas.

Constatou-se que para a soja, cultivar SYN 1562 cultivada em Sistema Plantio Direto o PAI obtido foi de 8 dias, e o PCPI foi dos 8 aos 54 DAE. Para a cultura do milho, híbrido Supremo VIP3 em Sistema Plantio Direto, constatou-se que o PAI foi de 10 dias, e que o PCPI foi dos 10 aos 80 DAE. Em relação aos estádios fenológicos da cultura, em relação ao número de dias após a emergência (DAE) da cultura é uma tendência pois define os tratos culturais nas culturas. Desta forma, o PAI vai até estágio V1 nas culturas da soja e milho. O PCPI para estas culturas variou de V1 a R1 na soja e V1 a R2 no milho.

O critério utilizado neste trabalho de 5%, para definir a perda aceitável do rendimento das culturas para determinar os períodos de interferência das plantas, é aceitável. Muitos autores têm fixado valores fixos entre 2 e 10% do rendimento máximo (BLANCO et al., 1973, 1978; DURIGAN et al., 1983; HALL et al., 1992; VAN ACKER et al., 1993). Contudo, se esse valor for reduzido a 3%, o final do PAI seria antecipado para 5 DAE, as perdas seriam de aproximadamente 112 kg de soja ha⁻¹, que nos preços atuais (R\$ 154,00 por saca de 60 kg (CEPEA, 2023)), resultariam em aproximadamente R\$ 290,00 ha⁻¹. No caso do milho, embora o PAI definido no presente trabalho seja menor que os encontrados na literatura, se fosse considerado também uma perda menor, de 3%, esse valor seria menor ainda, de apenas 4 DAE. Nesse período de convivência inicial as perdas de 3% equivalem a 276 kg ha⁻¹ de milho, que nos preços atuais (R\$82,60 por saca de 60 kg) equivalem a R\$ 380,00 ha⁻¹ (CEPEA, 2023).

As características morfológicas avaliados na soja (altura plantas, altura inserção do primeiro legume) e no milho (altura de plantas, altura de inserção da espiga) e os componentes de produção na soja (nº legumes por planta e produtividade) e no milho (número de fileiras e de sementes por espiga, além da produtividade) foram alteradas conforme o período de convivência, ou seja, quanto

maior a convivência com as plantas daninhas menor o número total das características e componentes avaliados.

A cultivar de soja utilizada, de grupo de maturação relativo 6.2, ciclo precoce, hábito de crescimento indeterminado, com uma arquitetura em “pinheirinho”, mostrou respostas aos períodos de interferência, antecipando o PAI e aumentando o PCPI. Resultados semelhantes foram observado para o milho. Pode-se inferir que esses resultados podem ser ampliados para cultivares/híbridos com estas mesmas características, porém podendo variar de acordo com o ambiente e comunidade infestante.