

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**Períodos de interferência do capim-amargoso na cultura da
soja e do milho**

**Ana Eliza Piazzentine
Engenheira Agrônoma**

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DO CAPIM-AMARGOSO
NA CULTURA DA SOJA E DO MILHO**

Ana Eliza Piazzentine

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Coorientador: Dr. Willians César Carrega

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2021

P584p

Piazzentine, Ana Eliza

Períodos de interferência do capim-amargoso na cultura da soja e do milho / Ana Eliza Piazzentine. -- Jaboticabal, 2021
58 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Coorientador: Willians César Carrega

1. Erva daninha. 2. Soja. 3. Milho. 4. Produtividade agrícola.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DO CAPIM-AMARGOSO NA CULTURA DA SOJA E DO MILHO


AUTORA: ANA ELIZA PIAZENTINE


ORIENTADOR: PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES

COORIENTADOR: WILLIANS CÉSAR CARREGA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Pesquisador Dr. WILLIANS CÉSAR CARREGA (Participação Virtual)
APTA / Pindorama/SP


Profa. Dra. MARIA JOSÉ PINHEIRO CORRÊA (Participação Virtual)
Universidade Estadual do Maranhão-UEMA / São Luís/MA


Profa. Dra. MARIANA CASARI PARREIRA (Participação Virtual)
Universidade dos Açores (UAç) - Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente (FCAA) / Angra do Heroísmo - Ilha Terceira/Portugal

Jaboticabal, 26 de maio de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANA ELIZA PIAZENTINE - Nascida em 18 de abril de 1995, na cidade de Pitangueiras, Estado de São Paulo, Brasil, filha de Mary Ângela Buzato Piazzentine e Marison Piazzentine. Ingressou no curso de Agronomia do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB) em fevereiro de 2013 e, durante a graduação, participou de projetos de pesquisa e atuou como bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento à Pesquisa (CNPq) por um ano (2014/2015). Durante a graduação atuou em pesquisas com monitoramento ambiental utilizando plantas testes terrestres e aquáticas e auxiliando em estudos de controle de macrófitas aquáticas no Laboratório de Eficácia e Ecotoxicologia de Agrotóxicos – LEEA, onde também estagiou. Foi diretora de planejamento de eventos na empresa júnior do UNIFEB (Feb Júnior) em 2015/2016. Obteve o título de Engenheira Agrônoma em dezembro de 2017. Em março de 2019, iniciou o curso de mestrado no Programa de Pós – Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal – SP (FCAV/UNESP). Foi integrante do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), onde desenvolveu todo o mestrado. Em maio de 2021, submeteu-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Produção Vegetal.

EPÍGRAFE

Rir muito e com frequência; ganhar o respeito de pessoas inteligentes e o afeto das crianças; merecer a consideração de críticos honestos e suportar a traição de falsos amigos; apreciar a beleza, encontrar o melhor nos outros; deixar o mundo um pouco melhor, seja por uma saudável criança, um canteiro de jardim ou uma redimida condição social; saber que ao menos uma vida respirou mais fácil porque você viveu. Isto é sucesso!

Ralph Waldo Emerson

Aos meus pais Marison e Mary, pelo amor e apoio incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e força.

Aos meus pais, Marison Piazzentine e Mary Angela Buzato Piazzentine, pelo apoio, carinho e por me ensinarem os valores da vida.

Aos meus irmãos, Ana Livia Piazzentine e José Piazzentine Neto, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu noivo e grande amigo, Rafael Henrique Miziara Diniz Ribeiro, por todo o companheirismo, amor e apoio sempre.

Ao prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pela orientação, dedicação e paciência dispensada ao longo dessa caminhada.

Ao pesquisador Dr. Willians César Carrega, pela coorientação, amizade e companheirismo ao longo desse trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, através do Programa de Produção Vegetal, que possibilitou a realização do curso de mestrado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo para a realização do curso de mestrado.

Aos colegas do Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), pela colaboração nas atividades do experimento e pelos bons momentos vividos.

A todos que passaram pelo meu caminho e deixaram um pouco de si.

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho e que, por ventura, eu tenha-me esquecido.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	5
INTRODUÇÃO	5
REVISÃO DE LITERATURA	7
As culturas da soja e do milho no Brasil.....	7
Características morfológicas da soja.....	7
Características morfológicas do milho.....	9
Aspectos da <i>Digitaria insularis</i> L.....	11
Interferência das plantas daninhas nas culturas da soja e do milho.....	12
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 2 - Períodos de interferência do capim-amargoso na cultura da soja	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÕES	27
CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES.....	27
AGRADECIMENTOS	27
CONFLITO DE INTERESSE	27
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO 3 - Períodos de interferência de uma comunidade infestante com predominância de capim-amargoso na cultura do milho	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÕES	42
CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES.....	42
AGRADECIMENTOS	43
CONFLITO DE INTERESSE	43

REFERÊNCIAS.....43

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DO CAPIM-AMARGOSO NA CULTURA DA SOJA E DO MILHO

RESUMO—A adoção de cultivares de soja e de milho transgênicos, em especial os resistentes ao glyphosate modificaram o manejo de herbicidas e a flora infestante. Como resultado, o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) tem sido relatado como uma das principais plantas daninhas brasileiras, inclusive com casos de resistência em várias regiões do país. Diante disso, objetivou-se determinar o período de convivência da soja cv. TMG7063 IPRO e do milho cv. P4285VYHR PIONEER com uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PAI), assim como o período em que a cultura deveria permanecer livre dessa interferência (PTPI), na região de Jaboticabal, SP. Os períodos de convivência e de controle estudados foram: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias para soja e 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 130 dias para milho, dispostos em blocos casualizados, quatro repetições. Para ambas as culturas, ao final de cada período de convivência, e ao final do experimento para os períodos de controle (coleta única), foram coletados os dados para calcular a importância relativa (IR). Para soja com o aumento da convivência observou-se maior densidade e massa seca das plantas daninhas, com maior IR para *D. insularis*. O número de vagens foi reduzido drasticamente pelo convívio com a comunidade infestante de 87 vagens (120 DAS de controle) para 49 vagens (a partir dos 75 DAS de convivência) e, a produtividade máxima foi de 5.551,3 kg ha⁻¹ (120 DAS de controle) foi reduzida para 3998,6 kg ha⁻¹ (a partir dos 60 DAS de convivência). O PAI foi estimado aos 9 e 37 DAS, considerando perdas de 5,0% e 10,0%, respectivamente. Pode-se concluir que uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* reduz em até 59,3% a produtividade da soja, por reduzir no número de vagens por planta e sem afetar o peso de 1000 grãos e a altura da planta. A soja 'TMG 7063 IPRO' pode conviver com uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* por até 9 dias após a semeadura da cultura, tolerando-se perdas de até 5% na produtividade. Para o milho, com o aumento da convivência, observou-se menor densidade e maior massa seca das plantas daninhas, com maior importância relativa para o *D. insularis* e *A. tenella*. A altura das plantas de milho foi reduzida aos 130 dias de convivência em relação a todos os períodos de controle. A altura de inserção da primeira espiga apresentou redução a partir dos 30 DAS de convivência. O peso de mil grãos e a produtividade sofreram reduções 29% e 86%, respectivamente. O PAI foi estimado considerando perdas de 5,0% e 10,0% aos 30 e 34 DAS, respectivamente. O milho cv. P4285VYHR PIONEER pode conviver com essa comunidade infestante por até 30 dias após a semeadura da cultura, sem ocorrer perdas significativas na produção.

Palavras-chave: *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Glycine max* (L) Merrill, *Zea mays* L., plantas daninhas, convivência, PAI.

PERIODS OF INTERFERENCE OF AMAZING GRASS IN SOYA AND MAIZE CULTURE

ABSTRACT -The adoption of transgenic soy and corn cultivars, especially those resistant to glyphosate, modified herbicide management and weed flora. As a result, the bitter grass (*Digitaria insularis*) has been reported as one of the main Brazilian weeds, including cases of resistance in several regions of the country. Therefore, the objective was to determine the period of coexistence of soybean cv. TMG7063 IPRO and corn cv. P4285VYHR PIONEER with an infesting community with a predominance of *D. insularis* without negative interference in its final production (PAI), as well as the period when the crop should remain free of this interference (PTPI), in the region of Jaboticabal, SP. The coexistence and control periods studied were: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 days for soybeans and 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 130 days for corn, arranged in randomized blocks, four repetitions. For both cultures, at the end of each coexistence period, and at the end of the experiment for the control periods (single collection), data were collected to calculate the relative importance (RI). For soybeans with increased coexistence, higher weed density and dry mass were observed, with higher RI for *D. insularis*. The number of pods was drastically reduced by living with the infesting community from 87 pods (120 DAS of control) to 49 pods (from the 75 DAS of coexistence) and the maximum productivity was 5,551, 3 kg ha⁻¹ (120 Control DAS) was reduced to 3998.6 kg ha⁻¹ (from the 60 DAS of coexistence). The PAI was estimated at 9 and 37 DAS, considering losses of 5.0% and 10.0%, respectively. It can be concluded that an infesting community with a predominance of *D. insularis* reduces soybean productivity by up to 59.3%, by reducing the number of pods per plant and without affecting the weight of 1000 grains and the height of the plant. The 'TMG 7063 IPRO' soybean can live with an infesting community with a predominance of *D. insularis* for up to 9 days after sowing the crop, tolerating losses of up to 5% in productivity. And for corn, with increasing coexistence, lower weed density and greater dry mass of weeds were observed, with greater relative importance for *D. insularis* and *A. tenella*. The height of the corn plants was reduced to 130 times of coexistence in relation to all control periods. The height of insertion of the first ear showed a reduction after 30 DAS of living together. Thousand grain weight and productivity were reduced by 29% and 86%, respectively. The PAI was estimated considering losses of 5.0% and 10.0% at 30 and 34 DAS, respectively. Corn cv. P4285VYHR PIONEER can live with this infesting community for up to 30 days after sowing the crop, without significant losses in production.

Keywords: *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Glycine max* (L.) Merrill, *Zea mays* L., weeds, coexistence, PAI.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

INTRODUÇÃO

A utilização de tecnologias na produção agrícola é grande e cresce a cada safra e a nova pesquisa, principalmente para grandes culturas, como as da soja e do milho. Para a safra brasileira 2020/21 estima-se produção de 239.304,6 mil t para essas duas *commodities* (Conab, 2021).

O uso de tecnologias como o plantio direto e a transgenia, em especial o desenvolvimento de cultivares resistentes a herbicidas, como o glyphosate (Roundup Ready®) e o glufosinato de amônio (Liberty Link®) vem alterando a flora infestante nas lavouras (Vencill et al., 2012), uma vez que as plantas daninhas respondem rapidamente a mudanças no ambiente.

As plantas daninhas causam sérias reduções na produtividade, em média, de 73 – 94% para soja (Zandoná et al., 2018) e de 38 - 65% para milho (Gantoli et al., 2013). Podem, ainda, depreciar o produto colhido e hospedar pragas e doenças (Pitelli, 1987).

O capim-amargoso (*Digitaria insularis* L. Fedde) tem sido relatado em diversos locais no Brasil e no mundo como resultado dessa seleção, principalmente quanto a resistência ao glyphosate (Heap, 2021). É uma planta de difícil controle, principalmente após perenizar-se, formando touceiras e rizomas (Machado et al., 2006).

O conhecimento da biologia das plantas daninhas e do grau e dos períodos de interferência exercida nas culturas é uma ferramenta importante, principalmente em estudos desenvolvidos a campo e auxilia no planejamento do manejo. Contudo, ainda há carência desses estudos para o capim-amargoso.

Pitelli e Durigan (1984) definiram os períodos de interferência em três: o período anterior a interferência (PAI), período total de prevenção a interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI). Estes são obtidos relacionando-se as perdas de produtividade e os períodos de convivência ou ausência das plantas daninhas para com a cultura.

Em virtude do relatado, este trabalho objetiva determinar o período em que as culturas da soja, cv. TMG7063 e do milho, cv. P4285VYHR PIONER, podem conviver com uma comunidade infestante com predominância de capim-amargoso sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PAI), assim como o período em

que as culturas deverão permanecer livre dessa interferência (PTPI), na região de Jaboticabal, SP.

REVISÃO DE LITERATURA

As culturas da soja e do milho no Brasil

A importância socioeconômica dos grãos de soja e de milho se deve as suas múltiplas formas de utilização; são destinados a produção de farelo, óleo e biocombustíveis (Conab, 2021).

A estimativa nacional de acordo com a Conab (2021) de produção de soja para a safra 2020/21 é de 133.817 mil t, em comparação com a safra anterior demonstra aumento na produção (7,2%), área plantada de 38.266,3 mil ha⁻¹ (3,6%) e produtividade de 3.497 kg/ha⁻¹ (3,5%). E para milho também, produção de 105.481,6 mil t (2,9%), área plantada de 19.092,4 mil ha⁻¹ (3,1%) e 5.525 kg/ha⁻¹ (0,2%).

Segundo a USDA (2021a) é esperado que a produção mundial de soja alcance o patamar de 361,079 mil de toneladas e que o Brasil corresponda a 36,8% (133,000), precedido dos EUA 31,2% (112,549) e da Argentina 13,3% (48,000). Quanto às exportações, essa mesma ordem se mantem, sendo o principal destino a China e a União Europeia. Já para o milho, das 1.134,050 mil toneladas, o maior produtor são os EUA (360,252), seguido da China (260,670), Brasil (109,00) e a União Europeia (63,600) e, também, são os maiores consumidores (USDA, 2021b).

As maiores regiões brasileiras produtoras de grãos são: o Centro-Oeste, Sul e o Sudeste, com previsão de representarem 85,7% (soja) e 89,3% (milho) na safra 2020/2021. Os estados que se destacam são Mato Grosso, Minas Gerais e Paraná (Conab, 2021).

Características morfológicas da soja

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, gênero *Glycine* (Sedyama, 2009).

O sistema radicular da soja apresenta raiz principal e várias raízes secundárias, podendo alcançar até 1,80 m de comprimento, no geral; a maioria está localizada a 15 cm de profundidade e são colonizadas por bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e

Bradyrhizobium elkanii, que fixam nitrogênio do ar atmosférico presente no solo, formando nódulos (Sedyama e Oliveira, 2016).

O caule da soja é herbáceo, ereto e pouco ramificado, nas cultivares de ciclo determinado as inflorescências apresentam-se na extremidade do caule; já nas cultivares de ciclo indeterminado, a inflorescência é apenas axilar (Nepomuceno et al., 2008; Sedyama e Oliveira, 2016).

As folhas durante o ciclo da soja são de quatro tipos: cotiledonares, primárias ou simples, trifoliadas ou compostas por prófilos simples (Gava, 2014). Apresenta coloração verde pálida na maioria das cultivares, e em outras, verde escuro. Acima das folhas unifoliadas (cotiledonares), que apresentam o nó cotiledonar, estas estão dispostas de lados opostos, mas na mesma região do caule, acima destas se desenvolvem na mesma posição, mas alternadas as folhas trifoliadas (trifólios) (Gava, 2014; Shigihara, 2018).

As flores apresentam coloração de branca à roxa, com diâmetro de 3 até 8 mm, o início da floração ocorre quando a planta apresenta de 10 até 12 trifólios, cada botão axilar mostra ráceros de 2 a 35 flores (Gomes, 1990; Borém, 2015; Gava, 2014). A polinização é autógama, pode ocorrer cleistogamia em taxas menores que 1% (Sedyama e Oliveira, 2016).

Os legumes (vagens) são levemente arqueados, pubescentes, formados por duas valvas de um carpelo simples, com cerca de 2 a 7 cm, nele estão alojadas de 1 a 5 sementes (Gava, 2014). A coloração das vagens varia de verde, no início do seu desenvolvimento, à amarelo-palha até marrom ou preta de acordo com o estágio de maturação em que está (Nepomuceno et al., 2008). De acordo com Sedyama e Oliveira (2016), o potencial produtivo da soja é de até 400 vagens por planta, mas as cultivares brasileiras apresentam em média de 30 a 80 vagens por planta.

O ciclo das cultivares é influenciado fortemente pelas condições ambientais, tendo início na germinação da semente e finalizando com a maturação completa desta (Nogueira et al., 2013). A altura das plantas é resultado da interação genótipo (cultivar) x ambiente (condições ambientais). O ideal varia entre 60 a 110 cm, o que dificulta o acamamento e facilita a colheita mecanizada (Sedyama e Oliveira, 2016).

As plantas de soja podem apresentar três hábitos de crescimento que estão diretamente relacionados com seu porte. São eles: indeterminado, semideterminado e

determinado (Sediyama e Oliveira, 2016). A planta de soja é muito influenciada pelo período de iluminação (comprimento do dia) (Gava, 2014).

A floração da soja responde ao fotoperíodo, dias longos atrasam o florescimento e alongam o ciclo. Ou seja, a soja é uma planta de dias curtos (Nepomuceno et al., 2008). Em regiões ou épocas de fotoperíodo mais curto, durante a fase vegetativa da cultura, pode induzir o florescimento antecipado (precoce), e assim acarretar perda de produção (Gomes, 1990; Borém, 2015).

As cultivares podem apresentar ciclo variável de acordo com o local e, ainda, com a data de semeadura, em função da sensibilidade ao fotoperíodo. De maneira generalista, as cultivares são classificadas em ciclo em grupos de maturação (GM) precoce, semiprecoce, médio e tardio (Aliprandini et al., 2009). Quanto menor o período de luz, mais rapidamente a soja entra no estágio reprodutivo (florescimento).

Características morfológicas do milho

O milho, *Zea mays* L., pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Liliopsida*, ordem *Poales*, família *Poaceae*, gênero *Zea* (Demétrio et al., 2008).

Em condições adequadas (temperatura e umidade), a planta emerge dentro de 4 ou 5 dias. O sistema radicular é formado primeiramente pelas raízes seminais (desenvolvidas a partir da semente) que aparecem e se desenvolvem na emergência das plântulas e praticamente desaparecem quando a planta atinge o desenvolvimento de três folhas. As raízes definitivas são chamadas de nodais ou fasciculadas e são abundantes (Magalhaes et al., 2002).

O colmo do milho é ereto, apresenta nós e entre nós, suporta as folhas e partes florais e serve como órgão de reserva de fotossimilados que posteriormente serão utilizados na formação dos grãos; apresenta variabilidade genética e interação com o local, quanto à resistência ao acamamento e ao quebraamento do colmo (Gomes, et al., 2010).

Os estádios de desenvolvimento do milho são identificados antes do aparecimento da espiga (estádios vegetativos) pelo número de folhas totalmente expandidas e, após a emissão da espiga (estádios reprodutivos), são caracterizados com base no desenvolvimento e consistência dos grãos (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

O estágio zero se inicia após a semeadura e começo da germinação (Cruz, 2013). Em aproximadamente uma semana a plântula já apresenta duas folhas totalmente expandidas (V2) e aptas a fotossíntese (Fancelli e Dourado Neto, 2000). No estágio V4 o sistema radicular se encontra bem desenvolvido e o meristema apical ainda embaixo do solo inicia a diferenciação floral, originando o início da inflorescência masculina e da espiga, esse processo pode durar de 25 a 50 dias dependendo da temperatura solo (27 e 14°C, respectivamente) e a deficiência hídrica provoca redução da área foliar e do sistema radicular (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Forsthofer et al., 2006).

O crescimento do colmo em diâmetro e comprimento ocorre até V8 (aproximadamente 30 dias após a emergência) e o processo de formação da inflorescência masculina ocorre de forma acelerada. O sistema radicular apresenta-se bem distribuído e com acentuada absorção de nutrientes, em especial potássio e nitrogênio (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Coelho, 2005).

Em V11 e V12 são definidos o número de óvulos e o tamanho de cada espiga, e tem início o desenvolvimento das raízes adventícias no primeiro nó ao nível do solo. Os déficits hídricos ou nutricionais são potencialmente danosos ao número de sementes e ao tamanho da espiga nesta fase (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Resende; Couto; Albuquerque, 2003)

A emissão da inflorescência acontece de dois a quatro dias antes da exposição dos estilos-estigma, por volta da oitava a nona semana após a emergência. Os estilos-estigmas crescem até a polinização (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Sangoi, 2001; Resende; Couto; Albuquerque, 2003).

O processo de liberação do grão de pólen tem início ao amanhecer e vai até o meio-dia; caso as condições sejam favoráveis, pode permanecer viável por 24 horas. Do contato do pólen com os estigmas, tem origem o tubo polínico, que direciona os gametas masculinos até o ovário para a fecundação. A fertilização acontece entre 12-36 horas após a polinização (Resende; Couto; Albuquerque, 2003).

O acúmulo de amido nos grãos ocorre após 15 dias da polinização através dos fotoassimilados acumulados no colmo e nas folhas (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Resende; Couto; Albuquerque, 2003). Nos estádios seguintes a deposição do amido é

acentuada e depois ocorre a transição do estado pastoso para o farináceo (Magalhães et al., 1994).

Na última etapa, as folhas entram em senescência, o acúmulo de matéria seca nos grãos é paralisado e a maturidade fisiológica é alcançada. Após esse período, os grãos perdem água gradativamente (em média de 25-35 dias) até 20% de umidade, as condições climáticas influenciam na duração desse processo (Fancelli e Dourado Neto, 2000; Castro; Kluge; Sestari, 2008).

A planta de milho se desenvolve satisfatoriamente a temperatura mínima de 10°C e a ótima varia de 28°C a 35°C. Entretanto, a temperatura ótima para um estágio de desenvolvimento não é a mesma para outro. As maiores produções ocorrem nos meses mais quentes desde que as temperaturas oscilem dentre 21°C e 27°C, e tendem a diminuir com o aumento (Shaw, 1988). A energia requerida pela planta de milho é expressa em graus-dia ou unidades térmicas de desenvolvimento, ou seja, é o acumulado de energia que as plantas necessitam para se desenvolver durante todo o ciclo da cultura (Silva et al., 2006).

O período que compreende da semeadura a colheita é chamado de ciclo vegetativo. Para o milho pode variar de 100 a 180 dias de acordo com o genótipo, sendo estes: hiperprecoce, superprecoce, precoce e normal, segundo Demétrio et al. (2008).

Aspectos da *Digitaria insularis* L.

Digitaria insularis (L.) Fedde é uma planta daninha conhecida vulgarmente por capim-amargoso, capim-açú, capim-flexa, capim-pororó, e milhete-gigante. É frequentemente encontrada em áreas de pastagens degradadas, lavouras perenes, beiras de estrada, terrenos baldios e sistemas de plantio direto. É menos comum em áreas de preparo convencional de solo, pois as sementes, quando enterradas em profundidade superior a 4 cm, apresentam baixa germinação (Martins et al., 2009). É nativa de regiões tropicais e subtropicais da América. Tem ocorrência desde o sul dos EUA até o norte das estepes pampeanas argentinas. E, no Brasil, as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste apresentam grande intensidade de infestação. As plantas, quando jovens, são palatáveis ao gado e tem alto teor de matéria nitrogenada. E quando secas podem ser consumidas na falta de forragem mais palatável. Quando bem desenvolvidas são evitadas pelo gado, por serem “amargas” (Kissmann, 1997).

O capim-amargoso é uma planta de ciclo perene, apresenta colmos de coloração amarelo-clara, estriados, aéreos, cilíndricos, pouco lignificados com até 1 cm de espessura na base e com nós amarronzados, forma touceiras vigorosas de até 150 cm de altura. As raízes são fibrosas e as folhas são dispostas alternadamente, de coloração verde, glabra ou com poucos pelos, lâminas lineares com 10-40 cm de comprimento. A inflorescência é branca-prateada, é do tipo panícula de 15-30 cm de comprimento sobre longas hastes. Cada panícula é formada por 20-50 ráceros com 10-15 cm de comprimento, densamente pilosos e estes formados por inúmeras espiguetas, que quando atingem a maturação destacam-se facilmente e são dispersas pelo vento, tornando-as facilmente espalhadas por longas distâncias. É eficiente fotossinteticamente, de ciclo C4 (Kissmann, 1997; Lorenzi, 2008).

Existem variações nas características das plantas de capim-amargoso dependendo do local em que os biótipos estão. Além disso, segundo Machado et al. (2008), há diferenças morfofisiológicas em plantas de capim-amargoso provenientes de rizoma e semente. O índice estomático, assim como o número de estômatos por mm², espessura na epiderme das faces adaxial e abaxial e espessura da lâmina foliar apresentam valores superiores para os indivíduos originários do rizoma quando comparados aos de semente. Entretanto para a variável quantidade de amido nos rizomas desses biótipos, não há diferença com relação a origem da planta.

A velocidade de crescimento de um biótipo resistente é superior quando comparada com um suscetível, de acordo com Melo et al. (2011). As plantas resistentes produzem sementes que germinam mais rápido do que as plantas suscetíveis, anulando a dormência das sementes e, quanto ao crescimento radicular, os biótipos não apresentam diferença (Barroso et al., 2015).

Interferência das plantas daninhas nas culturas da soja e do milho

Um dos pontos mais críticos da produção é a interferência negativa atribuída às plantas daninhas infestantes no ambiente agrícola. Além de competirem por recursos limitantes do meio essenciais ao crescimento (nutrientes, água, luz, espaço), podem liberar substâncias alelopáticas (substâncias quimicamente ativas prejudiciais às plantas cultivadas), depreciar a produtividade, pois causam prejuízo no crescimento e

desenvolvimento das culturas e a qualidade do produto colhido, o que caracteriza a interferência direta, podem ainda interferir de forma indireta, hospedando pragas e doenças e dificultando a colheita (Pitelli, 1987).

O espectro de plantas daninhas nos sistemas agrícolas brasileiros é muito diverso, tanto em monocotiledôneas, quanto em dicotiledôneas, nos quais destacam-se os gêneros *Urochloa* spp., *Cyperus* spp. e *Digitaria* spp., e *Amaranthus* spp., *Conyza* spp., *Ipomoea* spp. e *Sida* spp., respectivamente. Segundo levantamentos fitossociológicos em áreas cultivadas com soja e milho, de maneira geral, as espécies de maior ocorrência/importância são *Alternanthera tenella* Colla, *Amaranthus viridis* L., *Bidens subalternans* DC., *Cardiospermum halicacabum* L., *Cenchrus echinatus* L., *Centratherum punctatum* Cass., *Chamaesyce hirta* (L.) Milisp, *Commelina benghalensis* L., *Desmodium tortuosum* (Sw.) DC., *Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult., *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler, *Digitaria horizontalis* Wild, *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop, *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hirta* L., *Ipomoea aristolochiaefolia* G. Don, *Ischaemum rugosum* Salisb, *Paspalum notatum* Flügge, *Phyllanthus tenellus* Roxb., *Praxelis pauciflora* (Kunth) R. M. King & H. Rob., *Sida glaziovii* K. Schum, *Sida spinosa* L., *Tridax procumbens* L., *Triumfetta bartramia* L., *Uruchoa plantaginea* (Link) RD Webster e o gênero *Cyperus* spp. (Pereira et al., 2000; Santi et al., 2014; Fontana et al., 2016; Albuquerque et al., 2017; Caetano et al., 2018; Pittelkow, et al., 2009; Santos et al., 2016, 2018).

A densidade da infestação e a espécie da planta daninha em uma área agrícola são fatores cruciais para determinar a intensidade da interferência. Densidades crescentes de uma espécie de planta daninha diminuem o rendimento da espécie cultivada. A intensidade da redução depende de três fatores, a eficácia de cada espécie na competição pelo recurso limitado, a capacidade de resposta de cada espécie ao suprimento de recursos, e os efeitos de diferentes proporções de espécies nas misturas dos fatores acima (Jolliffe et al., 1984; Cousens, 1991; Ronchi e Silva, 2006).

O uso de cultivares que apresentam crescimento inicial mais rápido, semeadas em densidades mais altas com espaçamentos reduzidos, que facilita o desenvolvimento da copa e maximiza a utilização de recursos pelas culturas, podem dar vantagem competitiva as culturas em relação às plantas daninhas. Entretanto, plantas daninhas mais competitivas, distribuídas na área de produção, em grande densidade podem

afetar mais a produtividade das culturas. Nas relações de interferência entre as culturas e as plantas daninhas as condições do ambiente são fundamentais, semear a cultura na época adequada, é um exemplo que pode dar vantagem competitiva à cultura. Em densidade crítica independente do potencial de competitividade da comunidade infestante a convivência com a cultura durante o período crítico de interferência pode deprimir a produção (Carvalho, 2011; Jha et al., 2017).

Os períodos em que as plantas daninhas podem interferir ou não na produtividade das culturas foram definidos por Pitelli e Durigan (1984). Eles são três: o período que antecede a interferência (PAI), onde ainda não há perdas significativas na produtividade da cultura, o período crítico de prevenção da interferência (PCPI), em que após uma data específica, ocorreram perdas significativas e o período total de prevenção da interferência (PTPI) que é a soma desses dois períodos, ou seja, o período (dias) em que a cultura deverá permanecer livre de plantas daninhas. Os períodos são obtidos com base na produtividade em função dos períodos de convivência/controlado, através de curvas de regressão e da determinação das perdas aceitáveis.

Diversos trabalhos foram realizados para determinar os períodos de interferência de plantas daninhas nas culturas da soja e do milho (Galon et al., 2008; Pittelkow et al., 2009; Kozłowski, 2009; Tavares et al., 2012; Balbinot et al., 2016; Galon et al., 2018; Helving et al., 2020), entretanto trabalhos específicos com o capim-amargoso são raros.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque JAA, Santos TS, Castro TS, Melo Vf, Rocha PRR (2017) Weed incidence after soybean harvest in no-till and conventional tillage crop rotation systems in Roraima's cerrado. **Planta Daninha** 35:1-12.
- Aliprandini FL, Krensk A, Gabe HL (2009) Sping: Um cultivar super-precoce para o sul do Brasil (Abstract). In.: EMBRAPA (Ed.) **Reunião de soja da Região Central do Brasil, 24**. São Pedro: EMBRAPA, p. 57.
- Balbinot C R, Dariva PA, Sordi A, Lajús CR, Cericato A, Luz GL, Klein C (2016) Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho. **Unoesc & Ciência** 7: 211-218.
- Barroso AAM, Martins D, Carvalho B, Alves PLCA (2015) Biologia e desenvolvimento de capim-amargoso. In.: Barroso AAM, Alves PLCA (Eds.) **Biologia e manejo da resistência do capim-amargoso no Brasil**. Jaboticabal: Funep, p. 17.
- Borém A (2005) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 969p.
- Caetano APO (2018) Levantamento Fitossociológico na cultura da soja em Luís Eduardo Magalhães - BA. **Scientia Agraria Paranaensis** 17:359-367.
- CARVALHO LB (2011) **Interferência de Digitaria insularis em Coffea arabica e respostas destas espécies ao glyphosate**. 133 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Unesp, Jaboticabal.
- Castro PRC, Kluge RA, Sestari (2008) **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 864p.
- Coelho AM (2005) O potássio na cultura do milho. In.: Yamada T; Roberts TL (Eds.) **Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.610-658.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira 2020/2021**., v.8, n.5, p. 1–95, 2021.
- Cousens R (1991) Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology** 5:664–673.
- Cruz SJS (2013) **Características morfofisiológicas de plantas e produtividade do milho**. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp, Botucatu.
- Demétrio CS, Fornasieri Filho D, Cazetta JO, Cazetta DA (2008) Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira** 43:1691-1697.
- Fancelli AL, Dourado Neto D (2000) **Produção de Milho**. Guaíba: Agropecuária, 360p.
- Fontana LC, Agostinetto D, Magro TD; Ulguim AR, Canto-dorow TS (2016) Levantamento de espécies de Digitaria (“milhã”) em áreas de cultivo agrícola no Rio Grande do Sul (Brasil). **Revista Brasileira de Biociências** 14:1-8.
- Forsthofer EL, Strider ML, Minetto T, Rambo L, Argenta G, Sangoi L, Suhre E, Silva AA (2006) Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41:399-407.

Galon LG, Bagnara MAM, Gabiatti RL, Júnior Reichert FW, Bassol FJM, Nonemacher F, Agazzi LR, Radunz LL, Forte CT (2018) Interference Periods of Weeds Infesting Maize Crop. **Journal of Agricultural Science** 10: 197-205.

Galon L, Pinto JJO, Rocha AA, Concenço G, Silva AF, Aspiazú I, et al. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na Região Sul do Rio Grande do Sul (2008). **Planta Daninha** 26:779-788.

Gantoli G, Ayala VR, Gerhards R (2013) Determination of the Critical Period for Weed Control in Corn. **Weed Technology** 27:63-71.

Gava R (2014) Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (*Glycine max*, (L.) Merrill). 124 f. Tese (Doutorado em Ciências) – ESALQ, Piracicaba.

Gomes LS, Brandão AF, Brito CH, Moraes DF, Lopes MTG (2010). **Pesquisa agropecuária Brasileira** 45:140-145.

Gomes P (1990) A soja. São Paulo: Nobel, 152p.

Heap I. **Herbicide Resistant Weeds in Corn Globally**. Disponível em <<http://www.weedscience.org/Pages/crop.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

Helvig EO, Pinheiro KKG, Dranca AC, Silva AAP, Mendes MC, Maciel CDG (2020) Interference periods of weeds in maize in no-tillage and conventional systems at high altitudes. **Planta Daninha** 38:1-10.

JHA P, Kumar V, Godara RK, Chauhan BS (2017) Weed management using crop competition in the United States : A review. **Crop Protection** 95:31-37.

Jolliffe PA, Minjas AN, Runeckles VC (1984) A reinterpretation of yield relationships in replacement series experiments. **Journal of applied ecology** 21:227–243.

Kissmann KG (1997) Plantas infestante e nocivas - Tomo I. São Paulo: BASF, 825p.

Kozłowski LA (2009) Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha** 20:365-372.

Lorenzi H (2008) Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 495p.

Machado AFL, Ferreira LR, Ferreira FA, Fialho CMT, Tuffi Santos LD, Machado, M.S (2006) Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha** 24:641-647.

Machado AFL, Meira RMS, Ferreira LR, Ferreira FA, Tuffi Santos LD, Fialho CMT, Machado MS (2008) Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha** 26:1-8.

Magalhaes PC, Duraes FOM, Carneiro NP, Paiva E (2002) **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa: CNPMS, 23 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 22).

Magalhães PC, Resende M, Oliveira AC, Durães FOM, Sans LMA (1994) Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos. In.: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, GOIÂNIA. **Resumos...** Goiânia: ABMS, p.190.

MARTINS JF (2009) Efeito da profundidade de semeadura na emergência do capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICO DA UNESP (CIC), 21, SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **Anais...** São José do Rio Preto: UNESP.

Melo MSC (2011) **Alternativas de controle, acúmulo dechiquimato e curva de crescimento de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) suscetível e resistente ao glyphosate**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – ESALQ, Piracicaba.

Nepomuceno AL, Faria JRB, Neumaier N. **Características da soja**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html>. Acesso em: 7 nov. 2019.

Nogueira APOSediyama T, Oliveira RCT, Destro D (2013) Estádios de desenvolvimento. In.: Sediyama T. (Ed.) Tecnologia de produção de sementes de soja. Londrina: Macenas, 2013. p. 15–44.

Pereira E, Velini ED, Carvalho LR, Maimoni-rodella RCS(2000) Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**18:207-216.

Pitelli RA (1987) **Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas**. Piracicaba: IPEF, 1-24 p. (Série técnica).

Pitelli RA, Durigan JC (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: SBHED, p.37.

Pittelkow FK, Jakelaitis A, Conus LA, Oliveira AA, Gil JO, Assis FCA, Borchardt L (2009) Interferência de plantas daninhas na cultura da soja transgênica. **Global science and technology** 53:1689-1699.

Resende M, Couto L, Albuquerque PEP (2003) Manejo de irrigação. In.: Resende M, Albuquerque PEP, Couto L (Eds.) **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 265-301.

Ronchi CP, Silva AA (2006) Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha** 24:415-423.

Sangoi L, Argenta G, Silva RRF, Minetto TJ, Bisoto V (2003) Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**33:1021-1029.

Santi AL, Bona SD, Lamego FP, Basso CJ, Eitelwein MT, Cherubin MR, Kaspary TE, Ruchel Q, Gallon M (2014) Variabilidade fitossociológica de plantas daninhas em uma lavoura de soja. **Planta Daninha**32:39-49.

Santos WF, Procópio SO, Silva AG, Fernandes MF, Santos ER(2018) Phytosociology of weed in the southwestern Goiás region. **Acta Scientiarum - Agronomy** 40:1-11.

Santos WF, Procópio SO, Silva AG, Fernandes MF, Barroso ALL (2016) Weed phytosociological and floristic survey in agricultural areas of southwestern goiás region. **Planta Daninha** 34:65-80.

Sediyama T, OLiveira RCT (2016) A soja. In.: Sediyama T, Oliveira, RCT, Sediyama, HA (Eds.) **Produtividade da soja**. Londrina: Macenas, p. 11–18.

Sediyama T (2009) Origem, evolução e importância econômica. In.: Sediyama T (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Macenas, p. 1–5.

Shaw RH (1988) Climatic requirements. In.: Sprague GF, Dudley JW (Eds.) **Corn and corn improvement**. Madison: American Society of Agronomy, p. 591-623. (Série

Agronomy, 18).

Shigihara D (2018) **Herança de caracteres agronômicos e avaliação de fosfitos e fosfonatos em soja**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFU, Uberlândia.

Silva WJ, Sans LMA, Magalhães PC, Durões FOM (2006) Exigências climática do milho em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário** 27:14-25.

Tavares CJ, Jakelaitis A, Marangoni RE, Rezende BPM, Cunha PCR, Dornelles MS (2012) Interferência de plantas daninhas em dois cultivares de soja. **Agrarian** 5:223-235.

USDA - United States Department of Agriculture. **Grain: World Markets and Trade** - Relatório mensal: Produção mundial, mercados e comércio - fev/2021b. Informativo.

USDA - United States Department of Agriculture. **Oilseeds: World Markets and Trade** – Relatório mensal: Produção mundial, mercados e comércio - fev/2021a. Informativo.

Vencill WK, Nichols RL, Webster TM, Webster JK, Mallory-smith C, Burgos NR, Johnson WG, McClelland MR (2012) Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. **Weed Science** 60:2-30.

Zandoná RR, Agostinetto D, Silva BM, Ruchel Q, Fraga DS (2018) Interference periods in soybean crop as affected by emergence times of weeds. **Planta Daninha** 36:1-11.

CAPÍTULO 2 - Períodos de interferência do capim-amargoso na cultura da soja

RESUMO: A adoção de plantas resistentes ao glyphosate modificou o manejo de herbicidas e a flora infestante. O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) tem sido relatado como uma das principais plantas daninhas no Brasil, inclusive com relatos de resistência ao glyphosate. Em virtude disso, objetivou-se determinar o período de convivência da soja cv. TMG7063 IPRO com uma comunidade infestante com predominância de *D. Insularis* sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PAI), assim como o período em que a cultura deveria permanecer livre dessa interferência (PTPI), na região de Jaboticabal, SP. Os períodos de convivência e de controle estudados foram: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a semeadura da cultura (DAS), dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições. Ao final de cada período de convivência, e ao final do experimento para os períodos de controle (coleta única), foram coletados os dados para calcular a importância relativa (IR). Com o aumento da convivência observou-se maior densidade e massa seca das plantas daninhas, com maior IR para *D. insularis*. O número de vagens foi reduzido drasticamente pelo convívio com a comunidade infestante de 87 vagens (120 DAS de controle) para 49 vagens (a partir dos 75 DAS de convivência) e, a produtividade máxima foi de 5.551,3 kg ha⁻¹ (120 DAS de controle) foi reduzindo para 3998,6 kg ha⁻¹ (a partir dos 60 DAS de convivência). O PAI foi estimado aos 9 e 37 DAS, considerando perdas de 5,0% e 10,0%, respectivamente. Pode-se concluir que uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* (IR ~100%, 3,5 plantas m⁻², acumulando até 2.205 g m⁻²) reduz em até 59,3% a produtividade da soja 'TMG 7063 IPRO', por reduzir no número de vagens por planta e sem afetar o peso de 1000 grãos e a altura da planta. A soja 'TMG 7063 IPRO' pode conviver com uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* por até 9 dias após a semeadura da cultura, tolerando-se perdas de até 5% na produtividade.

Palavras-chave: *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Glycine max* (L) Merrill, plantas daninhas, convivência, PAI.

CHAPTER 2 –Periods of sourgrass interference in the soybean crop

ABSTRACT: The adoption of glyphosate-resistant plants modified herbicide management and the weed flora. Sourgrass (*Digitaria insularis*) has been reported as one of the main weeds in Brazil, including reports of it being glyphosate-resistant. Therefore, this study determines the coexistence period of soybean cv. TMG7063 IPRO with a weed community predominated by *D. Insularis* without negative interference in its final production (period prior to interference - PPI), as well as the period in which the crop should remain free of this interference (total period of interference prevention - TPIP) in the region of Jaboticabal, São Paulo state, Brazil. The periods of coexistence and control studied were 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, and 120 days after sowing (DAS) of the crop, arranged in a randomized block design with four replicates. At the end of each coexistence period and at the end of the experiment for control periods (single collection), data were collected to calculate relative importance (RI). Increased weed density and dry matter was observed with increasing coexistence, with increased RI for

D. insularis. The number of pods dramatically decreased from 87 pods (120 DAS of control) to 49 pods (from 75 DAS of coexistence) and maximum yield decreased from 5,551.3 kg ha⁻¹ (120 DAS of control) to 3,998.6 kg ha⁻¹ (from 60 DAS of coexistence) by coexistence with the weed community. PPI was estimated at 9 and 37 DAS, observing losses of 5.0%, and 10.0%, respectively. It can be concluded that a weed community predominated by *D. insularis* (RI ~ 100%, 3.5 plants m⁻², accumulating up to 2,205 g m⁻²) decreases soybean yield of cv. TMG 7063 IPRO by up to 59.3% for decreasing the number of pods per plant, without affecting 1000-seed weight and plant height. TMG 7063 IPRO soybean can coexist with a weed community predominated by *D. insularis* for up to 9 days after sowing, tolerating yield losses of up to 5%.

Keywords: *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Glycine max* (L.) Merrill, weeds, coexistence, PPI.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem sido conduzida com alto nível técnico em todas as suas operações. Mesmo assim, vem passando por diversas alterações, como mudanças nas técnicas de manejo, a exemplo do sistema de semeadura direta, além daquelas decorrentes da introdução das cultivares transgênicas, que tem acarretado na mudança da flora infestante, em especial, as cultivares de soja tolerantes a glyphosate (Roundup Ready®) e ao glufosinato de amônio (Liberty Link®). A adoção destas cultivares modificou o uso de herbicidas pós-emergentes e acarretou a modificação na composição da flora de plantas daninhas (Vencill et al., 2012).

Dentre as plantas daninhas de difícil controle, o capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) vem apresentando crescente importância nas lavouras brasileiras produtoras de soja (Lopez Ovejero et al., 2017), principalmente em decorrência de suas características agressivas como, reprodução tanto por sementes quanto por curtos rizomas, formação de touceiras, crescimento inicial lento e posterior acúmulo de massa seca exponencial (Machado et al., 2006). É encontrado em áreas de sistema de plantio direto, lavouras perenes, pastagens degradadas, beiras de estrada e terrenos baldios (Machado et al., 2008).

É uma das espécies que frequentemente tem sido relatada como resultado dessa seleção de flora, inclusive com relatos de sua resistência ao glyphosate em várias regiões do país (Lopez Ovejero et al., 2017, Carvalho et al., 2011).

Sementes provenientes de plantas resistentes ao glyphosate apresentam maior porcentagem de germinação e isso ocorre em maiores faixas de temperatura (entre 15

e 30°C) (Martins et al., 2017, Mondo et al., 2010), em maior deficiência hídrica e profundidade de semeadura do que as sementes de plantas suscetíveis (Martins et al., 2017). As plantas originadas de rizomas apresentam maior número de estômatos por mm² e epiderme mais espessa, mas quanto ao acúmulo de amido nos rizomas, não há diferença (Machado et al., 2008).

O aumento na ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas após a adoção das cultivares transgênicas de soja, em razão da ineficiência do controle dessas, pode resultar em potenciais perdas de rendimento para essa cultura (Soltani et al., 2017). No caso específico do *D. insularis*, embora seja uma das principais infestantes da cultura da soja, ainda há carência de estudos a campo que determinem o grau da interferência exercida e dos períodos de interferência, caso ela exista efetivamente.

Os períodos de interferência foram definidos por Pitelli e Durigan (1984) como: o período anterior a interferência (PAI), período total de prevenção a interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI). Estes períodos são obtidos através de curvas de regressão que relacionam o rendimento da cultura em função dos tempos de ausência e presença das plantas daninhas.

Diante do exposto, levantou-se a hipótese de que *D. Insularis* interfere negativamente no crescimento e na produtividade da cultura da soja, e essa interferência dependeria do período de convivência. Em virtude disto, este trabalho objetivou determinar: a) A interferência de *D. insularis* na soja, cv. TMG7063 IPRO; b) o período em que a cultura da soja, cv. TMG7063 IPRO semeada em sistema de plantio direto, pode conviver com uma comunidade infestante com predominância de plantas de *D. Insularis* originadas de rizomas (touceiras), sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PAI), e c) o período em que a cultura deveria permanecer livre dessa interferência (PTPI), na região de Jaboticabal, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa constou de um experimento, instalado e conduzido em área de produção de soja na primeira safra e milho na safrinha, que se encontra à latitude de 21°15'22"S, longitude de 48°18'58"W e altitude de 595m, durante a safra agrícola de 2019/2020. O clima da região, baseado na classificação internacional de Köppen, é do tipo Aw. Na época das águas, predominam as chuvas de verão. O experimento foi

instalado em área com histórico de infestação predominante de *D. Insularis* proveniente de rizoma.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico, apresenta topografia suavemente ondulada e condições de boa drenagem (Embrapa, 2018). A análise química da amostra composta de solo (0-20 cm) apresentou pH 5,7, com 13 g dm⁻³ de matéria orgânica, 41 mg P dm⁻³ e 2,3; 24 e 8 mmolc dm⁻³ de K, Ca e Mg, respectivamente, resultando em uma porcentagem de saturação por bases (V%) de 61. A adubação de plantio foi de 300 kg ha⁻¹ 04-28-08 (NPK). As condições climáticas durante a realização do experimento encontram-se na Figura 1.

O experimento foi instalado no sistema de semeadura direta com a semeadora-adubadora Frankhouse com cinco linhas no dia 31/10/2019. A área foi dessecada antes da semeadura da soja com glyphosate (Zap QI 620[®] - 2,0 L ha⁻¹ do p.c.) e cletodim (Cletodim Nortox[®] - 1,00 L ha⁻¹ do p.c.). A cultivar de soja utilizada foi a TMG 7063 IPRO, que apresenta hábito de crescimento indeterminado, moderadamente resistente ao acamamento, com ciclo médio (cerca de 114-135 dias), com população (stand) recomendada de aproximadamente 222.222 plantas ha⁻¹ de acordo com a época de semeadura (10 pl m⁻¹) (TMG, 2021).

As sementes foram tratadas industrialmente com o inseticida fipronil (Fipronil[®] - 200 mL do p.c.) e carbendazim e tiram (Derosal Plus[®] - 200 mL) para cada 100 kg de sementes. Foram distribuídas 15 sementes por metro, com espaçamento de 0,45 entre linhas. As sementes foram tratadas com inoculante líquido *Bradyrhizobium japonicum* (Atmo[®] - 100 mL/50 kg de sementes, concentração bacteriana: 5 x 10⁹ UFC/mL). O tratamento fitossanitário foi realizado de forma preventiva, utilizando o inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina (Engeo Pleno[®] - 250 mL ha⁻¹ do p.c.) e os fungicidas azoxistrobina + ciproconazol (Monaris[®] - 300 mL ha⁻¹ do p.c.) e piraclostrobina; epoxiconazol (Opera[®] - 500 mL ha⁻¹ do p.c.).

Os tratamentos consistiram em modelos para determinar o período crítico de prevenção da interferência. Foram utilizados dois modelos de interferência: (a) inicialmente sujo (períodos de convivência) e (b) inicialmente limpo (períodos de controle). O modelo dos períodos de convivência visou determinar o período anterior à interferência (PAI), no qual as parcelas foram mantidas na presença das plantas daninhas com a soja (convivência), desde a sua emergência até os diferentes períodos

de desenvolvimento (15; 30; 45; 60; 75, 90; 105 e 120 (colheita) dias após a semeadura). Após estes períodos, as touceiras de *D. Insularis* e as demais plantas daninhas presentes nas parcelas foram removidas por meio de capina manual e as parcelas mantidas limpas até o final do ciclo. O modelo dos períodos de controle visou a determinação do período total de prevenção da interferência (PTPI), nos quais as parcelas foram mantidas sem plantas daninhas, desde a semeadura da soja até os diferentes estádios de desenvolvimento (15; 30; 45; 60; 75, 90; 105 e 120 (colheita) dias após a semeadura). Após estes períodos, as plantas de *D. insularis* e as demais plantas daninhas que emergiram na área cresceram livremente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x8, no qual constituíram os fatores os dois modelos de interferência (períodos de convivência e de controle) e os oito períodos, totalizando 16 tratamentos (Tabela 1) em quatro repetições. Cada parcela foi constituída de sete linhas de semeadura de soja (espaçadas de 0,45 m entre si) de 6 m de comprimento, totalizando 18,9 m². Como área útil para as amostragens e avaliações foram utilizadas as cinco linhas centrais, desprezando-se 0,5 m das extremidades, totalizando 11,25 m².

O levantamento fitossociológico foi realizado ao término de cada período de convivência das plantas daninhas com a cultura da soja. As plantas daninhas presentes em duas áreas amostrais (quadro vazado) de 0,25 m² foram tomadas aleatoriamente na área útil da parcela, somando, portanto, 0,5 m² por parcela. As partes aéreas das plantas situadas dentro da amostra foram seccionadas rentes ao solo, removidas das parcelas, identificadas com base em literatura especializada (Kissman e Groth, 1999; Lorenzi, 2014). Após separadas por espécie, foram contadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, por 96 horas, para a determinação da massa seca, realizada com auxílio de balança com precisão de 0,01 g. Com isso, determinou-se os valores de densidade e a massa seca das plantas daninhas de cada espécie na comunidade, que possibilitaram a análise fitossociológica, sendo calculada a importância relativa (IR), que consiste em um índice que envolve outros três: frequência relativa, densidade relativa e dominância relativa, que juntos formam o índice de valor de importância (IVI) para cada espécie; este dividido pelo IVI de todas as espécies e multiplicado por 100, resulta no IR (Mueller-Dombois e Elleberg, 1974), e os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade (E') (Pinto-Coelho, 2000).

Para determinar a produtividade da soja, foram colhidas as cinco linhas centrais de cada parcela quando a umidade dos grãos aproximou-se de 13%. As vagens foram debulhadas de forma mecânica, com uma trilhadora de grãos da marca Nogueira e os grãos colhidos pesados em balança de precisão de 0,01g. Os dados de produtividade foram extrapolados para hectare.

As análises dos dados de produtividade foram processadas separadamente, dentro de cada modelo (períodos iniciais de convivência ou de controle das plantas daninhas). Os resultados de produtividade foram submetidos à análise de regressão pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, conforme utilizado por Kuva et al. (2001).

$$Y=A_2 + \left[\frac{A_1-A_2}{1+e^{((x-z_0)/dz)}} \right]$$

Com base nas equações de regressão foram determinados os períodos de interferência das plantas daninhas para os níveis arbitrários de tolerância de 5,0; e 10,0% de redução na produtividade, em relação ao tratamento mantido na ausência das plantas daninhas. Na análise de regressão foi utilizado o programa OriginPro v. 8.5 (OriginalLab Corporation, USA).

Foram, ainda, avaliadas dez plantas por parcela quanto aos parâmetros altura (m) das plantas e número de vagens das plantas de soja. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento fitossociológico foram identificadas apenas seis espécies de plantas daninhas (Tabela 2), pertencentes a seis famílias. Para os períodos de convivência foram identificadas apenas duas espécies dentre as seis: *D. Insularis* e *Acanthospermum hispidum*, enquanto nos períodos de controle as seis espécies estavam presentes. A baixa diversidade de espécies infestantes na área é justificada pelo manejo anterior adotado (plantio direto com glyphosate e cletodim) e pela agressividade das espécies presentes que, a medida que foram se desenvolvendo, se tornam dominantes na área, enquanto as demais foram suprimidas ou morreram (Radosevich e Holt, 1984), com destaque para *D. Insularis*, possivelmente já com resistência ao glyphosate.

Analisando a densidade das plantas daninhas em resposta aos períodos de convivência, aos 30 dias após a semeadura da cultura (DAS) ocorreu o primeiro pico de densidade da comunidade infestante ($4,00 \text{ plantas m}^{-2}$), decrescendo aos 45 e 60 DAS ($3,50$ e $2,75 \text{ plantas m}^{-2}$, respectivamente), tendo um novo fluxo aos 75 DAS e atingindo também o valor máximo de $4,75 \text{ plantas m}^{-2}$; a densidade da comunidade infestante voltou a cair na avaliação seguinte e depois se manteve estável até o final do experimento (Figura 2), resultando numa média de $3,5 \text{ plantas m}^{-2}$ ao longo do período experimental. Nas parcelas dos períodos de controle, ocorreram dois fluxos de emergência, aos 45 e 105 DAS, com $3,25$ e $3,00 \text{ plantas m}^{-2}$, respectivamente, o número máximo de indivíduos foi atingido aos 45 DAS, antes e depois de cada fluxo de maneira geral, as densidades foram decrescentes. De acordo com Ross e Lembi (2009), durante o ciclo da cultura, em decorrência da germinação assincrônica das sementes das plantas daninhas, pode ocorrer mais de um fluxo de germinação.

O acúmulo de massa seca na parte aérea das plantas daninhas para os períodos de convivência foi exponencial (Figura 3), o que corrobora o observado por Machado et al. (2006) para *D. insularis* em experimento com plantas originadas de rizomas. E, para os períodos de controle, foi mínimo, atingindo o valor máximo de aproximadamente 61 g aos 75 DAS. O baixo acúmulo de massa seca se deve ao fato de que as espécies de plantas daninhas que infestavam a área tem crescimento inicial lento e podem ter sido suprimidas pela rápida formação do dossel da soja (Gazziero et al., 2019). E, também, a reprodução da maioria das plantas daninhas presentes na área ser por semente (Lorenzi, 2000) e a baixa pluviosidade e temperatura (Figura 1) durante a condução do experimento colaboraram para a baixa germinação e estabelecimento das plantas.

A planta daninha que mais se destacou para os períodos de convivência foi *D. insularis* (DIGIN) (Figura 4), sendo que nas avaliações aos 15, 30, 45, 60, 90 e 105 DAS foi a única espécie presente nas parcelas; nas demais, alcançou IR de $94,45$ e $93,51$, aos 75 e 120 DAS, respectivamente. Para os períodos de controle, o IR das outras plantas daninhas (Outras) foi de 100% para todas as avaliações, exceto aos 45 DAS ($92,79$), quando *D. insularis* foi de $7,21$. A supressão de *D. insularis* pode ter sido causada pelas outras espécies infestantes, já que o crescimento inicial é lento até os 45 dias, principalmente em condições de sombreamento ou baixa luminosidade

(Machado et al., 2006) e ao manejo empregado, já que a parte aérea das plantas foi seccionada. Este resultado demonstra que a adoção de uma medida de controle até os 15 DAS já proporciona que a cultura exerça o controle da comunidade infestante.

Os índices de diversidade (H') e de equitabilidade (E') para as épocas de avaliação (Tabela 3) para os períodos de convivência foram nulos, o que demonstra a dominância da *D. insularis* na área, com exceção nas avaliações 75 e aos 120 DAS, 0,35 para H' e E' e, 0,29 (H') e 0,41 (E'), respectivamente. Para os períodos de controle, os índices de diversidade e equitabilidade não sofreram grande variação durante as avaliações, sendo possível afirmar que a área não sofreu grandes mudanças (Dajoz, 2005).

Em relação à altura das plantas de soja e ao peso de mil grãos, não houve diferença significativa para os períodos de interferência das plantas daninhas (Tabela 4), o que corrobora o observado por Gazziero et al. (2019) para soja sob a interferência de rebrotes de *D. insularis*.

O número de vagens por planta (NVP) presente na tabela 4, foi reduzido em 44% a partir de 75 DAS para os períodos de convivência e para períodos de controle em 31% dos 60 DAS em diante. Tal resultado corrobora a redução obtida por Tavares et al. (2012) de 29% para cv. Pionner 98Y11 e de 49% para cv. Pionner 98C81 convivendo com plantas daninhas.

Os resultados de produtividade dos grãos de soja (Tabela 4) demonstraram redução média de 28% para os períodos de convivência a partir de 60 DAS em comparação com o período de controle de 120 DAS. A estimativa dos valores do limite superior do período anterior a interferência (PAI) foi estabelecido em função de redução tolerável de 5,0 e 10,0% na produtividade da cultura da soja. Sendo assim, foi possível determinar o PAI em 9 e 37 DAS (Figura 5). Resultado similar foi encontrado por Zandoná et al. (2018) para três épocas de semeadura da soja em competição com plantas daninhas de 14, 15 e 5 dias após a emergência da cultura, respectivamente. Analisando a equação, verificou-se redução na produtividade de 5.899 para 5.604 e 5.309 kg ha⁻¹, respectivamente nestes PAIs determinados. Contudo, quando se compara os extremos, ou seja, o período inteiro no limpo com o período inteiro no sujo, a redução na produtividade da soja 'TMG 7063 IPRO' foi de 59,3% (2.401 kg ha⁻¹), demonstrando a inquestionável necessidade de se controlar uma comunidade

infestante composta quase que exclusivamente por *D. insularis*. Esses resultados são similares aos encontrados por Gazziero et al. (2019), que observaram grandes reduções de produtividade de grãos de soja que variaram de 500 a 1.400 kg ha⁻¹ em função de pequenas densidades de plantas de *D. Insularis* originadas da rebrota das touceiras. Ao se analisar os períodos crescentes de controle, não foi possível um ajuste para a determinação do PTPI.

CONCLUSÕES

Uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* reduz em até 57,5% a produtividade da soja 'TMG 7063 IPRO', por reduzir no número de vagens por planta e sem afetar o peso de 1000 grãos e a altura da planta.

A soja 'TMG 7063 IPRO' pode conviver com uma comunidade infestante com predominância de *D. insularis* por até 9 dias após a semeadura da cultura, tolerando-se perdas de até 5% na produtividade.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

AEP – Desenvolvimento da pesquisa, análises estatísticas e redação; WCC – Análises estatísticas e redação; PLCAA – Idealização, desenvolvimento da pesquisa e redação

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Plantas Daninhas pelo apoio dado para o desenvolvimento dessa pesquisa. À CAPES, pela concessão de bolsa a AEP, e ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisador a PLCAA.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse em relação a publicação deste manuscrito.

REFERÊNCIAS

Carvalho LB, Cruz-Hipolito H, González-Torralva F, Alves PLCA, Christoffoleti PJ, De Prado, R. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. Weed Sci. 2011; 59(2): 171–176.

- Dajoz R. Princípios de Ecologia. 7th. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5th. ed. Brasília: Embrapa, 2018.
- Gazziero DLP, Adegas FS, Silva AF, Concenço G. Estimating yield losses in soybean due to sourgrass interference. *Planta Daninha*. 2019; 37: 1-10.
- Kissman KG, Groth D. Plantas Infestantes e Nocivas. 2th. ed. São Paulo: BASF, 1999.
- Kuva MA, Gravena R, Pitelli RA, Christoffoleti PJ, Alves PLCA. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). *Planta Daninha*. 2001; 19(3): 323-330.
- Lopez Ovejero RF, Takano HK, Nicolai M, Ferreira A, Melo MSC, Cavenaghi AL, et al. Frequency and dispersal of glyphosate resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across Brazilian agricultural production areas. *Weed Sci*. 2017; 65(2): 285-94.
- Lorenzi H. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas. 7th. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.
- Machado AFL, Ferreira LR, Ferreira FA, Fialho CMT, Tuffi Santos LD, Machado, M.S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*. 2006; 24(1): 641-647.
- Machado AFL, Meira RMS, Ferreira LR, Ferreira FA, Tuffi Santos LD, Fialho CMT, et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*. 2008; 26(1), 1-8.
- Martins JF, Barroso AAM, Alves PLCA. Effects of environmental factors on seed germination and emergence of glyphosate resistant and susceptible sourgrass. *Planta Daninha*. 2017; 35(1): 1-8.
- Mondo VHV, Carvalho SJP, Dias ACR, Marcos Filho J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. *Rev Bras Sem*. 2010; 32(1): 131-7.
- Mueller-dombois D, Ellenberg H. Aims and methods of vegetation ecology. 1th. ed. New York: John Wiley e Sons, 1974.
- Pinto-coelho R.M. Fundamentos em ecologia. 1th. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul,

2000.

Pitelli RA, Durigan JC. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 15, 1984, Belo Horizonte. Resumos... Piracicaba: SBHED, 1984. p.3.

Radosevich S.R, Holt J.S. Weed ecology: implications for vegetation management. 2th. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

Ross M.A, Lembi C.A. Applied weed science: including the ecology and management of invasive plants. 3th. ed. Columbus: Pearson Prentice Hall, 2008.

Soltani N, Dille JA, Burke IC, Everman WJ, VanGessel MJ, Davis VM, Sikkema PH. Perspectives on Potential Soybean Yield Losses from Weeds in North America. Weed Tech. 2017; 31(1): 148-154.

Tavares CJ, Jakelaitis A, Marangoni RE, Rezende BPM, Cunha PCR, Dornelles MS. Interferência de plantas daninhas em dois cultivares de soja. Agrarian. 2012; 5(17): 223-235.

Tropical Melhoramento & Genética S.A – TMG. 2010. Características da cultivar TMG7063 IPRO. Disponível em: <http://www.tmg.agr.br/ptbr/cultivar/tmg-7063-ipro>. Acesso: Fevereiro 02, 2021.

Vencill WK, Nichols RL, Webster TM, Webster JK, Mallory-Smith C, Burgos NR, Johnson WG, McClelland MR. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. Weed Sci. 2012; 60(SP1): 2-30.

Zandoná RR, Agostinetto D, Silva BM, Ruchel Q, Fraga DS. Interference periods in soybean crop as affected by emergence times of weeds. Planta Daninha. 2018; 36: 1-11.

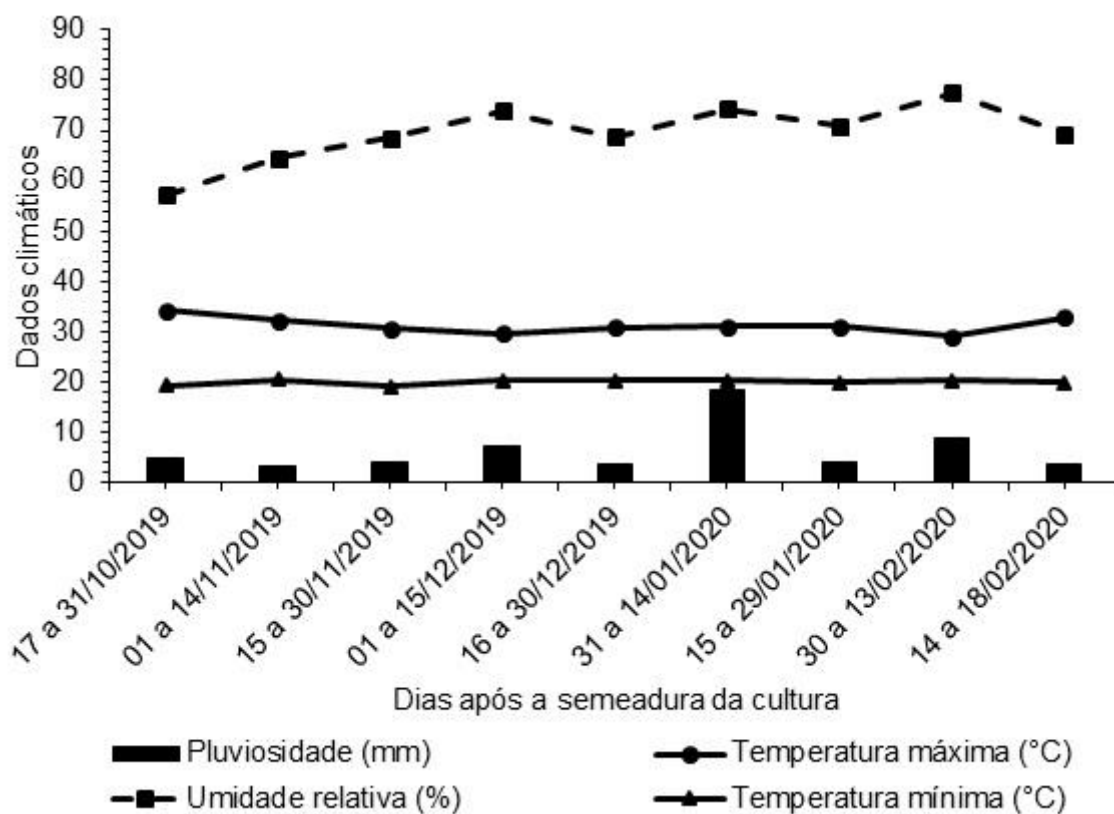


Figura 1. Condições climáticas durante a condução do experimento com a cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', pluviosidade (mm), umidade relativa (%), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C), em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

Tabela 1. Tratamentos experimentais para determinação dos períodos de interferência na cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

Períodos de convivência	Períodos de controle
0 - 15	0 - 15
0 - 30	0 - 30
0 - 45	0 - 45
0 - 60	0 - 60
0 - 75	0 - 75
0 - 90	0 - 90
0 - 105	0 - 105
0 - 120	0 - 120

Tabela 2. Relação de espécies de plantas daninhas encontradas na cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

Família	Espécie	Código*	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	ALRTE	Apaga-fogo
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	ACNHI	Carrapicho-de-carneiro
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	COMBE	Trapoeraba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	-	Corda-de-viola
Fabaceae	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	INDHI	Anilera
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i> L.	DIGIN	Capim-amargoso

*Código internacional, segundo International Weed Society.

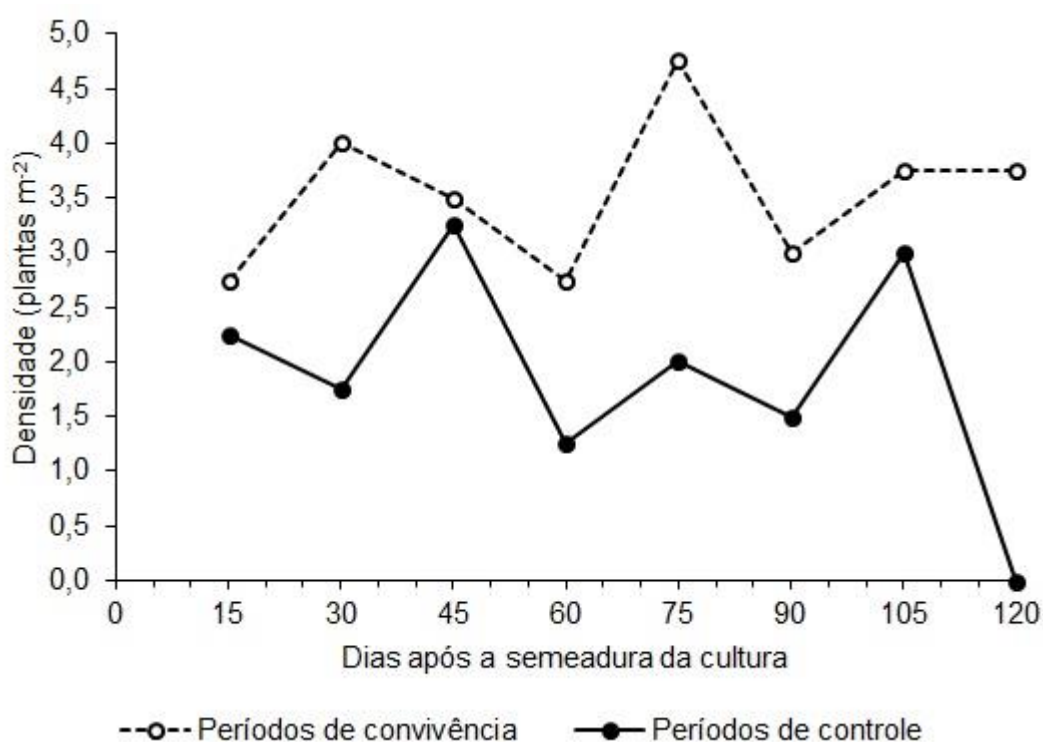


Figura 2. Densidade da comunidade de plantas daninhas em função dos períodos de convivência e de controle na cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

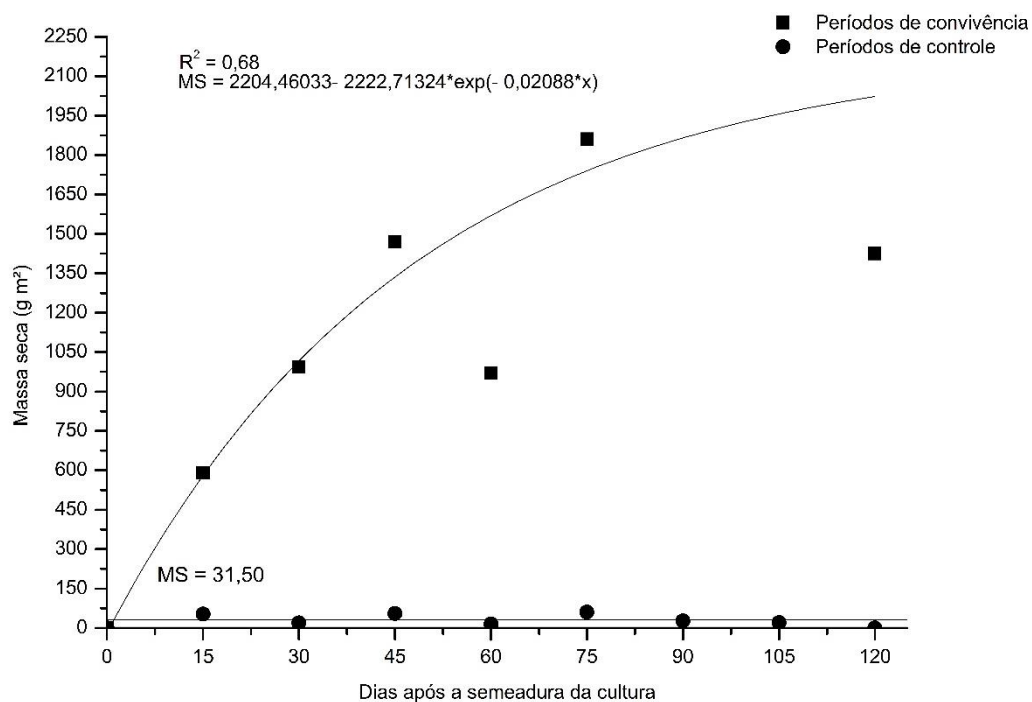


Figura 3. Massa seca da parte aérea da comunidade de plantas daninhas na cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', em função de períodos de convivência e de controle, em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

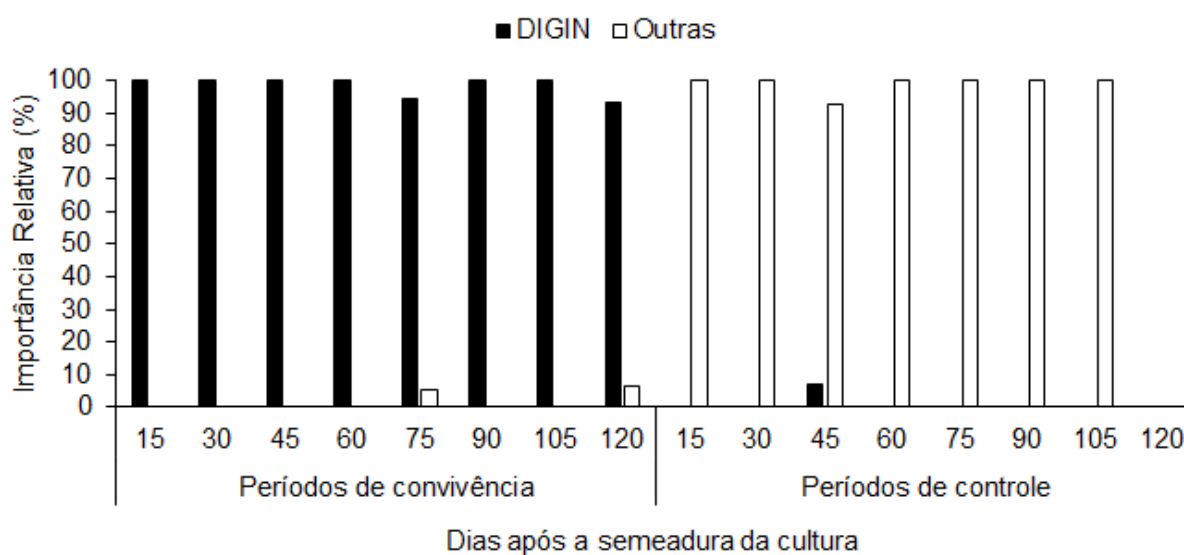


Figura 4. Importância relativa de capim amargoso (DIGIN) e das demais plantas daninhas (Outras) em função dos períodos de (A) convivência e de (B) controle na cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

Tabela 3. Coeficientes de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de Equitabilidade (E') das plantas daninhas em função das épocas de avaliação na cultura da soja, 'TMG 7063 IPRO', em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

DAS	Período de convivência		Período de controle	
	H'	E'	H'	E'
15	0,00	0,00	1,21	0,61
30	0,00	0,00	0,60	0,60
45	0,00	0,00	1,41	0,55
60	0,00	0,00	0,67	0,67
75	0,35	0,35	0,90	0,57
90	0,00	0,00	1,01	0,64
105	0,00	0,00	0,72	0,45
120	0,29	0,41	0,00	0,00

DAS: Dias após a semeadura da cultura; H': Coeficientes de diversidade de Shannon-Wiener; E': Equitabilidade.

Tabela 4. Efeito de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas sobre a altura das plantas, o número de vagens por planta e o peso de 1000 grãos de soja, 'TMG 7063 IPRO', nas épocas de avaliação em Jaboticabal-SP, 2019/2020.

Tratamento DAS	ALT (m)	NVP	P1000G (g)	PD (kg ha ⁻¹)
Períodos de convivência				
0 - 15	1,1 a	76 ab	172,0 a	5397,3 ab
0 - 30	1,1 a	72 abc	174,6 a	5966,1 a
0 - 45	1,0 a	78 ab	173,1 a	4932,1 ab
0 - 60	1,1 a	75 ab	184,7 a	3998,6 bcd
0 - 75	1,1 a	49 e	188,6 a	3913,1 bcd
0 - 90	1,1 a	52 cde	175,3 a	3020,7 cd
0 - 105	1,1 a	50 de	171,4 a	2670,7 d
0 - 120	1,1 a	52 cde	170,9 a	2523,0 d
Períodos de controle				
0 - 15	1,2 a	71 abc	175,6 a	4816,9 abc
0 - 30	1,2 a	70 abcde	174,8 a	4612,8 abc
0 - 45	1,2 a	68 abcde	167,8 a	4766,7 abc
0 - 60	1,1 a	60 bcde	166,9 a	4842,1 abc
0 - 75	1,2 a	60 bcde	171,6 a	4945,9 ab
0 - 90	1,1 a	70 abcd	174,4 a	4948,8 ab
0 - 105	1,2 a	70 abcd	172,5 a	5134,1 ab
0 - 120	1,2 a	87 a	186,2 a	5551,3 ab
F tratamento	1,26NS	7,57**	1,98*	7,81**
F bloco	5,64**	1,65NS	0,72NS	4,19*
DMS (5%)	0,21	21,01	22,73	1858,36
CV (%)	7,27	12,36	5,01	16,10

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 = < p < .05$).

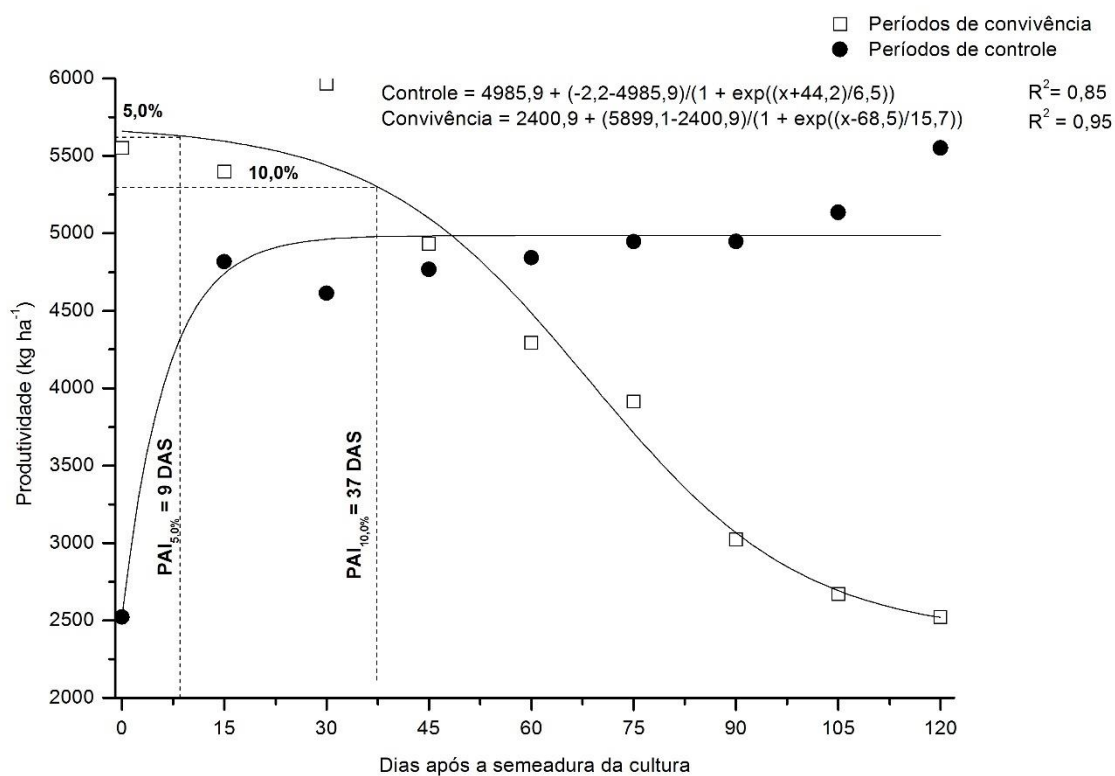


Figura 5. Produtividade de grãos de soja, 'TMG 7063 IPRO', em função dos períodos de interferência das plantas daninhas, com a estimativa do período anterior à interferência (PAI). Jaboticabal-SP, 2019/2020.

CAPÍTULO 3 - Períodos de interferência de uma comunidade infestante com predominância de capim-amargoso na cultura do milho

RESUMO: A facilidade no controle de plantas daninhas com a adoção de culturas resistentes a herbicidas modificou o manejo e a composição da flora infestante. O capim-amargoso (*D. insularis*) é frequentemente relatado como uma das principais plantas daninhas na produção de grãos, inclusive com diversos relatos de resistência a herbicidas. Objetivou-se determinar o período que o milho cv. P4285VYHR PIONEER pode conviver com uma comunidade infestante com predominância de plantas de *D. insularis* de origem rizomatosa (touceiras) sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PAI), assim como o período em que a cultura deveria permanecer livre dessa interferência (PTPI), na região de Jaboticabal, SP. Foram estudados os períodos de convivência e de controle: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 130 dias após a semeadura da cultura (DAS), dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições. Ao término de cada período de convivência foram coletados os dados fitossociológicos usados para calcular os índices, o mesmo foi realizado para os períodos de controle, mas em coleta única ao final do experimento. Com o aumento da convivência observou-se menor densidade e maior massa seca das plantas daninhas, com maior importância relativa para o *D. insularis* e *A. tenella*. A altura das plantas de milho foi reduzida aos 130 de convivência em relação a todos os períodos de controle. A altura de inserção da primeira espiga apresentou redução a partir dos 30 DAS de convivência. O Peso de mil grãos e a produtividade sofreram reduções 29 e 86%, respectivamente. O PAI foi estimado considerando perdas de 5,0% e 10,0% aos 30 e 34 DAS, respectivamente. O milho cv. P4285VYHR PIONEER pode conviver com essa comunidade infestante por até 30 dias após a semeadura da cultura, sem ocorrer perdas significativas na produção.

Palavras-chave: *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Zea mays* L., plantas daninhas, convivência, PAI.

CHAPTER 3 - Interference periods of a weed community with a predominance of sourgrass in the corn crop

ABSTRACT: The ease in the control of weeds with the adoption of herbicide resistant crops, modified the management and the composition of the weed flora. Bitter grass (*D. insularis*) is frequently reported as one of the main weeds in grain production, including several reports of resistance to herbicides. The objective was to determine the period that maize cv. P4285VYHR PIONEER can live with an infesting community with a predominance of *D. insularis* plants of rhizomatous origin (clumps) without negative interference in their final production (PAI), as well as the period when the crop should remain free of this interference (PTPI), in the region of Jaboticabal, SP. The coexistence and control periods were studied: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 130 days after sowing the crop (DAS), arranged in randomized blocks, with four replications. At the end of each coexistence period, the phytosociological data used to calculate the indices were collected, the same was done for the control periods, but in a single collection at the end

Keywords: *Digitaria insularis* (L.) Fedde, *Zea mays* L., weeds, coexistence, PAI.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é a segunda mais cultivada no Brasil; estima-se para a safra 2020/2021 produção de 105.481,6 mil t em 19.092,4 mil ha⁻¹ (Conab, 2021). A adoção de tecnologias em todo o processo produtivo da cultura, como por exemplo, o plantio direto e as cultivares geneticamente modificadas, principalmente as que conferiram resistência a herbicidas para a cultura, modificaram o manejo das plantas daninhas (Melo et al., 2017). A interferência das plantas daninhas com a cultura do milho pode acarretar perdas de produtividade que podem variar de 38 até 65% (Gantoli et al., 2013).

Não são raros os casos de resistência de plantas daninhas em áreas de produção de grãos (Heap, 2021). A utilização indiscriminada de herbicidas de amplo espectro de controle, como glyphosate e glufosinato de amônio, possibilitada pela introdução de cultivares geneticamente modificadas (Roundup Ready™ e LibertyLink®, respectivamente) intensificou a seleção de plantas daninhas resistentes a esses herbicidas, pois tornou mais simples a operação de controle, reduzindo a diversidade de técnicas de manejo anteriormente empregadas (Vencill et al., 2012).

As plantas daninhas de difícil controle são caracterizadas principalmente pela agressividade em competir por recursos do meio, rápido desenvolvimento e alta capacidade de reprodução (Pitelli, 1985). Dentre essas plantas, o capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde) vem se destacando, inclusive com vários casos de resistência a herbicidas no Brasil e no mundo, principalmente em áreas produtoras de grãos. Este fato que evidencia a seleção da flora infestante, por exemplo, pelo uso do glyphosate (Lopez Ovejero et al., 2017, Carvalho et al., 2011).

O biótipo de amargoso resistente é mais competitivo que o suscetível, pois germina mais e em maior faixa de temperatura (Martins et al., 2017, Mondo et al., 2010), tolera maior déficit hídrico e profundidade de semeadura também (Martins et al., 2017). Possui a epiderme mais espessa (Machado et al., 2008).

O aumento no número de casos de plantas daninhas resistentes após o desenvolvimento e adoção plantas geneticamente modificadas de milho e a ineficiência

de controle dessas plantas daninhas, podem acarretar em perdas maiores para essa cultura (Vencill et al., 2012). Os estudos a campo, principalmente no caso *D. insularis*, para determinar o grau e os períodos de interferência, caso existam, são fundamentais para dar suporte ao manejo dessa planta daninha. Contudo, no caso da cultura do milho, inexistem estes tipos de estudos até então.

Pitelli e Durigan (1984) definiram os períodos de interferência das plantas daninhas sobre as culturas em três: o período que antecede a interferência (PAI), o período total de prevenção a interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção a interferência (PCPI). Para obter esses períodos são utilizadas curvas de regressão, que relacionam a produtividade da cultura em função dos períodos de convivência/controlado com as plantas daninhas.

Com base nas informações mencionadas, levantou-se a hipótese de que *D. insularis* interfere negativamente no crescimento e na produtividade da cultura do milho, e que essa interferência estaria ligada ao período de convivência. Objetivou-se com este trabalho, determinar o período em que a cultura do milho, cv. P4285VYHR PIONEER semeada em sistema de plantio direto pode conviver com uma comunidade infestante com predominância de plantas de *D. insularis* de origem rizomatosa (touceiras), sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PAI), assim como o período em que a cultura deveria permanecer livre dessa interferência (PTPI), na região de Jaboticabal, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área de produção agrícola no município de Jaboticabal - SP, localizado à 21°15'22"S, longitude de 48°18'58"W e altitude de 595 m de fevereiro a junho de 2020. O clima da região, segundo a classificação internacional de Köppen, é do tipo Aw. Na época das águas, predominam as chuvas de verão. O experimento foi desenvolvido em área com histórico de infestação predominante de *D. insularis* rizomatoso.

A área apresenta topografia suavemente ondulada, condições de boa drenagem, o solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (Embrapa, 2018). A análise química do solo foi constituída de uma amostra composta de solo de até 20 cm de profundidade, apresentou pH de 5,7, matéria orgânica de 13 g dm³, 41 mg dm³ de P e K, Ca e Mg de ,3; 24 e 8 mmolc dm³, respectivamente. E porcentagem de saturação

por bases (V%) de 61. A adubação de plantio foi de 100 kg/ha⁻¹ 04-28-08 (NPK) e de cobertura de 100 kg/ha⁻¹ de ureia aos 30 dias após a semeadura da cultura. As condições climáticas durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.

A cultura do milho cv. P4285VYHR PIONEER, foi semeada em sucessão da soja primeira safra em sistema de semeadura direta, com espaçamento de 0,90 m entre linhas, após a dessecação da área com glyphosate (Zap QI 620[®] - 2,0 L/ha⁻¹ do p.c.) + 0,5 v/v de óleo mineral. A cultivar transgênica apresenta ciclo precoce, as tecnologias Leptra[®], Herculex[®], LibertyLink[®], YieldGard[®], Agrisure Viptera[®], Roundup Ready[™] e stand recomendado de 55.000 pl/ha⁻¹ (Pioneer, 2021). Não foram realizadas pulverizações fitossanitárias com inseticidas e fungicidas no decorrer do período experimental.

Foram utilizados dois modelos para determinar o período crítico de prevenção da interferência: (a) inicialmente sujo (períodos de convivência) e (b) inicialmente limpo (períodos de controle). Assim, os tratamentos foram compostos de oito períodos crescentes para cada modelo, dispostos conforme a Tabela 1. Sendo eles 15; 30; 45; 60; 75; 90; 105 e 130 dias após a semeadura da cultura, em que esta conviveu com as plantas daninhas que emergiram na área, após o término de cada período as plantas daninhas foram removidas através da capina manual e as parcelas foram mantidas na ausência de plantas daninhas até o final do ciclo da cultura. Esse modelo teve como objetivo determinar o período anterior a interferência (PAI). O segundo modelo (períodos de controle) visou determinar o período total de prevenção da interferência (PTPI), as parcelas foram mantidas livres de plantas daninhas por períodos crescentes, ao término de cada período as plantas daninhas que emergiram na área foram deixadas crescer livremente nas parcelas até o final do ciclo da cultura.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2x8, sendo dois modelos de interferência (períodos de convivência e de controle) e oito períodos (15; 30; 45; 60; 75; 90; 105 e 130 DAS). As parcelas foram constituídas de três linhas de semeadura espaçadas de 0,90 metros, com seis metros de comprimento cada, totalizando numa área de 16,2 m². Como área útil para amostragens e avaliações foi considerada a linha central, desprezando-se 0,5 m das extremidades, totalizando 4,5 m².

Ao final de cada período de convivência das plantas daninhas com a cultura do milho foi realizado o levantamento fitossociológico. Foram cortadas rente ao solo as plantas daninhas que se encontravam dentro de um quadro amostral vazado de 0,25m², lançado aleatoriamente duas vezes em cada parcela, perfazendo uma área amostral de 0,5m². Estas plantas foram removidas das parcelas e identificadas com base em literatura especializada (Kissman e Groth, 1999; Lorenzi, 2014), separadas por espécie, foram contadas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar forçada por 96 horas (70°C) para a obtenção da massa seca, com o auxílio de balança com precisão de 0,01 g. Assim, foi possível calcular o índice de valor de importância (IVI) (frequência relativa + densidade relativa + dominância relativa) de cada espécie, que dividido pelo IVI de todas as espécies e multiplicado por 100, resulta no IR (Mueller-dombois e Elleberg, 1974), e os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade (E') (Pinto-Coelho, 2000).

Para determinar a produtividade do milho, foi colhida a linha central de cada parcela quando a umidade dos grãos aproximou-se de 13%. As espigas foram debulhadas de forma semi mecânica, com debulhador de milho da marca Botini e os grãos foram pesados em balança de precisão de 0,01g e a produtividade foi extrapolada para hectare.

As análises de produtividade para cada modelo (períodos iniciais de controle ou de convivência das plantas daninhas) foram processadas separadamente, e os resultados foram submetidos à análise de regressão, conforme utilizado por Kuva et al. (2001) pelo modelo de Boltzmann.

$$Y=A_2 + \left[\frac{A_1-A_2}{1+e^{((x-z_0)/dz)}} \right]$$

As equações de regressão foram usadas para determinar os períodos de interferência das plantas daninhas para os níveis arbitrários de tolerância de 5,0; e 10,0% de redução na produtividade, em comparação com o tratamento mantido na ausência de plantas daninhas. Para tanto, foi utilizado o programa OriginPro v. 8.5 (OriginalLab Corporation, USA).

Quanto as plantas de milho, foram tomadas aleatoriamente 10 plantas por repetição e avaliados as características: altura (m), número de espigas por planta e altura de inserção da primeira espiga e, ainda, o peso de 1000 grãos. Os dados foram

submetidos análise de variância e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a comunidade infestante foi composta por sete espécies de plantas daninhas, pertencentes a seis famílias botânicas (Tabela 2). A principal família presente foi Poaceae, com duas espécies. A baixa diversidade na flora infestante se deve principalmente as características agressivas e a adaptação dessas plantas ao sistema de plantio direto (Timossi, 2009).

Em relação a densidade de plantas daninhas (Figura 2), os períodos de convivência apresentaram maior número de indivíduos em todas as avaliações, com pico populacional de 16 plantas m^{-2} aos 30 e 45 DAS. Aos 60 DAS ocorreu redução acentuada, para 5 plantas m^{-2} , que se manteve até 75 DAS, enquanto nas demais avaliações o número de indivíduos foi constante (~ 6 plantas m^{-2}). Para os períodos de controle, nas três primeiras avaliações (15, 30 e 45 DAS) o número de indivíduos foi constante (~ 3 plantas m^{-2}), com queda na avaliação seguinte para 1 plantas m^{-2} ; a partir dessa avaliação, não foram encontradas mais plantas daninhas.

Quanto ao acúmulo de massa seca das plantas daninhas (parte aérea) foi distinto entre os períodos de interferência (Figura 3). Para os períodos de convivência, o acúmulo foi exponencial. Quanto aos períodos de controle, o acúmulo foi mínimo, em média de 48,4 g m^2 e, nas últimas avaliações, não foram encontradas plantas daninhas, como já mencionado.

A redução na densidade das plantas daninhas e o acúmulo exponencial de massa seca para os períodos de convivência indicam que as plantas daninhas presentes nas parcelas se desenvolveram e que no decorrer das avaliações, as espécies mais agressivas e/ou que germinaram/rebrotaram e se estabeleceram primeiro, dominaram a área (Radosevich & Holt, 1984). E, para os períodos de controle, a remoção das plantas daninhas por períodos crescentes favoreceu o desenvolvimento do milho em detrimento as plantas daninhas, que juntamente com a falta de chuva (Figura 1), que é uma característica marcante da segunda safra, dificultou o rebrote e/ou germinação das plantas daninhas, principalmente a partir dos 60 DAS.

As plantas daninhas com maior importância relativa (IR) na comunidade infestante foram *D. insularis* (DIGIN) e *A. tenella* (ALRTE), conforme demonstrado na

Figura 4. Para os períodos de convivência a diversidade de plantas daninhas que infestavam as parcelas foi maior nas primeiras avaliações e diminuiu no decorrer do experimento. Nas duas últimas avaliações (105 e 130 DAS) foram identificadas apenas *A. tenella* e *D. insularis*. Para os períodos de controle, de maneira geral, somente *D. insularis* (DIGIN) e *A. tenella* (ALRTE) foram identificadas, enquanto nas últimas três avaliações (90, 105 e 130 DAS) não foram encontradas plantas daninhas. A grande importância da *A. tenella* em áreas de plantio direto com infestação predominantemente de rebrotes de *D. insularis* também foi observada por Timossi (2009), ainda que o crescimento de *D. insularis* seja rápido após 45 dias (Machado et al., 2006), a *A. tenella* apresenta taxa de germinação de 79% na luz e de 69% no escuro e máxima germinação aos 28,2°C (Canossa et al., 2008).

Os índices de diversidade (H') para os períodos de convivência (Tabela 3) demonstram maior diversidade da flora infestante em comparação com os períodos de controle. De acordo com os índices de equitabilidade (E'), ocorreu equilíbrio dentro comunidade, pois segundo Dajoz (2005) quando uma espécie domina o local, tal índice tende a ser 0, o que foi encontrado apenas aos 75 DAS dos períodos de controle.

Em relação à altura das plantas de milho (Tabela 4) ocorreu redução para os períodos de convivência a partir de 45 DAS em relação a todos os períodos de controle. Resultado semelhante foi observado por Helving et al. (2020) para os híbridos de milho P2530™ e P3271H™ convivendo com dicotiledôneas a partir de 7 e 14 dias após a emergência da cultura, respectivamente. E quanto ao número de espigas por planta, não houve diferença significativa para os períodos de interferência, o que corrobora o observado por Kozlowski (2009).

A altura de inserção da primeira espiga apresentou redução aos 130 DAS de convivência em relação a todos os períodos de controle. Essa diminuição também foi observada por Galon et al. (2008) quando a cultura conviveu com *Brachiaria plantaginea*. O peso de mil grãos apresentou redução acentuada a partir dos 60 DAS (períodos de convivência). Tal resultado pode ser devido ao estresse durante o período de enchimento dos grãos (Figura 1), fato este também observado por Safdar et al. (2016).

Os resultados de produtividade dos grãos de milho (Tabela 4) demonstraram redução drástica (~85,6%) a partir dos 60 DAS (período de convivência) em comparação com o período de controle de 130 DAS.

A estimativa dos valores do limite superior do período anterior a interferência (PAI) foi de 30 e 34 DAS (Figura 5) para redução tolerável de 5 e 10% na produtividade, respectivamente. O PAI obtido para 5% de perda aproxima-se do observado por Balbinot et al. (2016) que foi de 21 DAS e corrobora Helvig et al. (2020) que foi de 33 e de 31 dias para os híbridos P2530™ e P3271H™ da cultura no sistema de plantio direto sob palhada de aveia-preta (*Avena strigosa*). Isto representa redução de 2.137,4 para 2030,5 kg ha⁻¹ (5%) e 1.923,7 (10%), para esses PAIs de acordo com a equação. Entretanto, quando os extremos são comparados (período inteiro no limpo versus o período inteiro no sujo), a redução na produtividade do milho “P4285VYHR PIONEER” foi de 2.137,4 para 301,2 kg ha⁻¹, o que corresponde a redução de 1.836,2 kg ha⁻¹ ou 86%, comprovando a necessidade de controle efetivo de uma comunidade infestante predominantemente composta por *D. insularis* e *A. tenella*. Redução semelhante foi observada por Tursun et al., (2016) de 72% para infestação predominante de *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus* e *Amaranthus retroflexus*.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que uma comunidade com predominância de *D. insularis* e *A. tenella* convivendo com a cultura do milho com reduz a produtividade da cv. P4285VYHR PIONEER em até 86%, por reduzir a altura das plantas e da inserção da primeira espiga, e o peso de mil grãos.

O milho cv. P4285VYHR PIONEER pode conviver com tal comunidade por 30 DAS tolerando-se perdas de até 5% de produtividade.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

AEP – Desenvolvimento da pesquisa, análises estatísticas e redação; WCC – Análises estatísticas e redação; PLCAA – Idealização, desenvolvimento da pesquisa e redação.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Plantas Daninhas pelo apoio dado para o desenvolvimento dessa pesquisa. À CAPES, pela concessão de bolsa a AEP, e ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisador a PLCAA.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesses em relação a publicação deste manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Balbinot C R, Dariva PA, Sordi A, Lajús CR, Cericato A, Luz GL, Klein C. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho. *Unoesc Ci.* 2016; 7(2): 211-218.
- Canossa RS, Oliveira Jr RS, Constantin J, Braccini AI, Biffe DF, Alonso DG, Blainski E. Temperatura e luz na germinação das sementes de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). *Planta Daninha.* 2008; 26(4): 745-750.
- Carvalho LB, Cruz-Hipolito H, González-Torralva F, Alves PLCA, Christoffoleti PJ, De Prado, R. Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. *Weed Sci.* 2011; 59(2): 171–176.
- Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. Acompanhamento de safra brasileira de grãos, quinto levantamento, safra 2020/21, fevereiro 2021. Brasília: Conab; 2021.v.8.
- Dajoz R. Princípios de Ecologia. 7th. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5th. ed. Brasília: Embrapa, 2018.
- Galon L, Pinto JJO, Rocha AA, Concenço G, Silva AF, Aspiazú I, et al. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na Região Sul do Rio Grande do Sul. *Planta Daninha.* 2008; 26(4):779-788.
- Gantoli G, Ayala VR, Gerhards R. Determination of the Critical Period for Weed Control in Corn. *Weed Tech.* 2013; 27: 63-71.

- Heap I. Herbicide Resistant Weeds in Corn Globally. Disponível em <<http://www.weedscience.org/Pages/crop.aspx>>. Acesso em: 15 de mar. 2021.
- Helvig EO, Pinheiro KKG, Dranca AC, Silva AAP, Mendes MC, Maciel CDG. Interference periods of weeds in maize in no-tillage and conventional systems at high altitudes. *Planta Daninha*. 2020; 38: 1-10.
- Kissman K.G, Groth D. Plantas Infestantes e Nocivas. 2th. ed. São Paulo: BASF, 1999.
- Kozlowski LA. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*. 2009; 20(3): 365-372.
- Kuva MA, Gravena R, Pitelli RA, Christoffoleti PJ, Alves PLCA. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). *Planta Daninha*. 2001; 19(3): 323-330.
- Lopez Ovejero RF, Takano HK, Nicolai M, Ferreira A, Melo MSC, Cavenaghi AL, et al. Frequency and dispersal of glyphosate resistant sourgrass (*Digitaria insularis*) populations across Brazilian agricultural production areas. *Weed Sci*. 2017; 65(2): 285-94.
- Lorenzi H. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas. 7th. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.
- Machado AFL, Ferreira LR, Ferreira FA, Fialho CMT, Tuffi Santos LD, Machado, M.S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*. 2006; 24(1): 641-647.
- Machado AFL, Meira RMS, Ferreira LR, Ferreira FA, Tuffi Santos LD, Fialho CMT, et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*. 2008; 26(1), 1-8.
- Martins JF, Barroso AAM, Alves PLCA. Effects of environmental factors on seed germination and emergence of glyphosate resistant and susceptible sourgrass. *Planta Daninha*. 2017; 35(1): 1-8.
- Melo MSC, Rocha LJFN, Brunharo CACG, Silva DCP, Nicolai M, Christoffoleti PJ. Alternativas de controle químico do capim-amargoso resistente ao glyphosate, com herbicidas registrados para as culturas de milho e algodão. *Rev Bras Herb*. 2017; 16(3): 206-215.

Mondo VHV, Carvalho SJP, Dias ACR, Marcos Filho J. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. Rev Bras Sem. 2010; 32(1): 131-7.

Mueller-dombois D, Ellenberg H. Aims and methods of vegetation ecology. 1th. ed. New York: John Wiley e Sons, 1974.

Pinto-coelho R.M. Fundamentos em ecologia. 1th. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

Pioneer. 2020. Características da cultivar de milho P4285VYHR. Disponível em: <https://www.pioneer.com/content/dam/dpagco/pioneer/la/br/pt/files/880.3_lay_guia_milho_ver_uo_safrinha_2020_18.pdf>. Acesso: 18 de mar. de 2021.

Pitelli RA, Durigan JC. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 15, 1984, Belo Horizonte. Resumos... Piracicaba: SBHED, 1984. p.3.

Pitelli RA. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. Série técnica, Piracicaba, v.4, n.12, p. 1-24, 1987.

Radosevich S.R, Holt J.S. Weed ecology: implications for vegetation management. 2th. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

Safdar ME, Tanveer A, Khaliq A, Maqbool R. Critical competition period of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.) in maize. Crop Protection. 2016; 80: 101-107.

Timossi PC. Manejo de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. Planta Daninha. 2009; 27(1): 175-179.

Tursun N, Datta A, Sakinmaz M S, Kantarci Z, Knezevic S Z, Chauhan B S. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. Crop Prot. 2016; 90: 59-65.

Vencill WK, Nichols RL, Webster TM, Webster JK, Mallory-Smith C, Burgos NR, Johnson WG, McClelland MR. Herbicide Resistance: Toward an Understanding of Resistance Development and the Impact of Herbicide-Resistant Crops. Weed Sci. 2012; 60(SP1): 2-30.

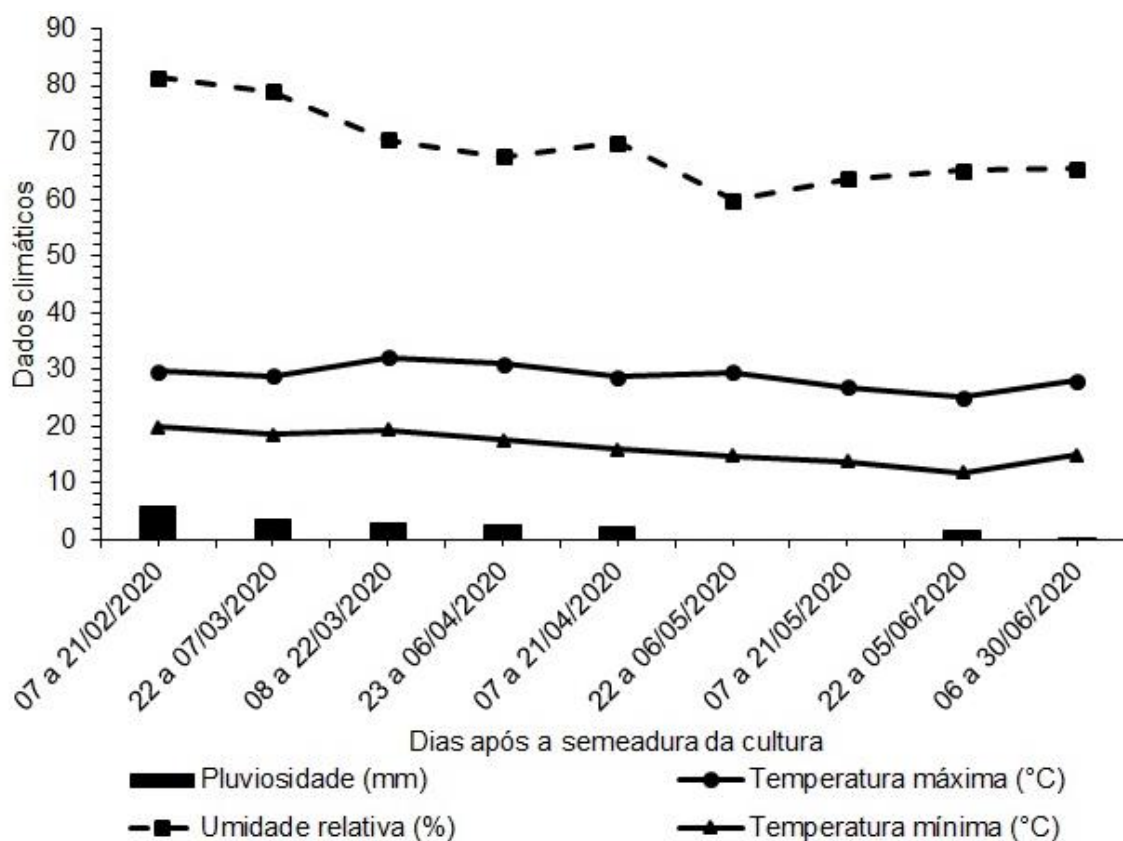


Figura 1. Condições climáticas durante a condução do experimento com a cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', pluviosidade (mm), umidade relativa (%), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C), em Jaboticabal-SP, 2020.

Tabela 1. Tratamentos experimentais para determinação dos períodos de interferência na cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', em Jaboticabal-SP, 2020.

Períodos de convivência	Períodos de controle
0 - 15	0 - 15
0 - 30	0 - 30
0 - 45	0 - 45
0 - 60	0 - 60
0 - 75	0 - 75
0 - 90	0 - 90
0 - 105	0 - 105
0 - 130	0 - 130

Tabela 2. Relação de espécies de plantas daninhas encontradas na cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', em Jaboticabal-SP, 2020.

Família	Espécie	Código*	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	ALRTE	Apaga-fogo
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	ACNHI	Carrapicho-de-carneiro
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	COMBE	Trapoeraba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	-	Corda-de-viola
Malvaceae	<i>Sida glaziovii</i> K. Schum.	SIDGZ	Malva-branca
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	CCHEC	Capim-carrapicho
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i> L.	DIGIN	Capim-amargoso

*Código internacional, segundo International Weed Society.

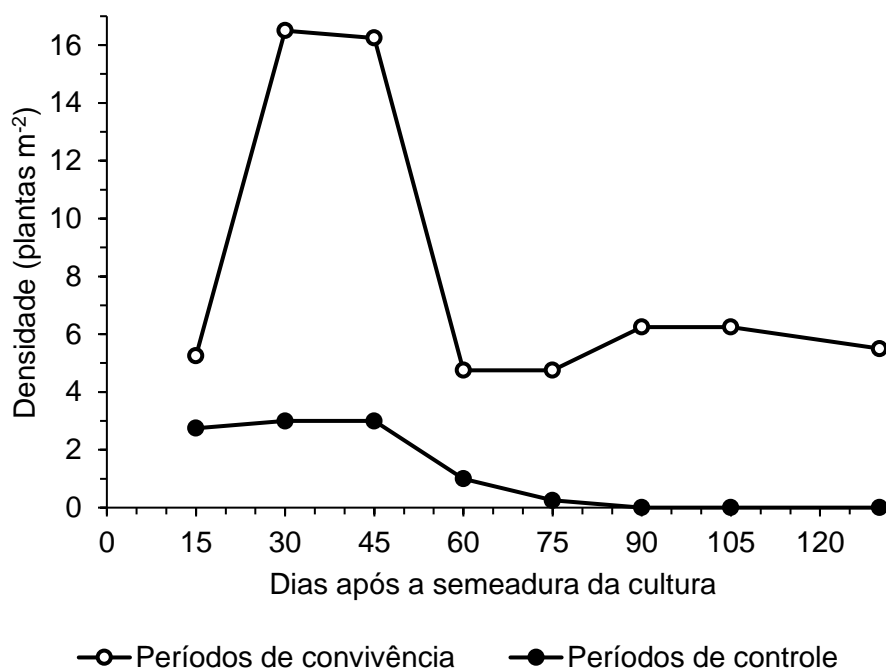


Figura 2. Densidade da comunidade de plantas daninhas em função dos períodos de convivência e de controle na cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', em Jaboticabal-SP, 2020.

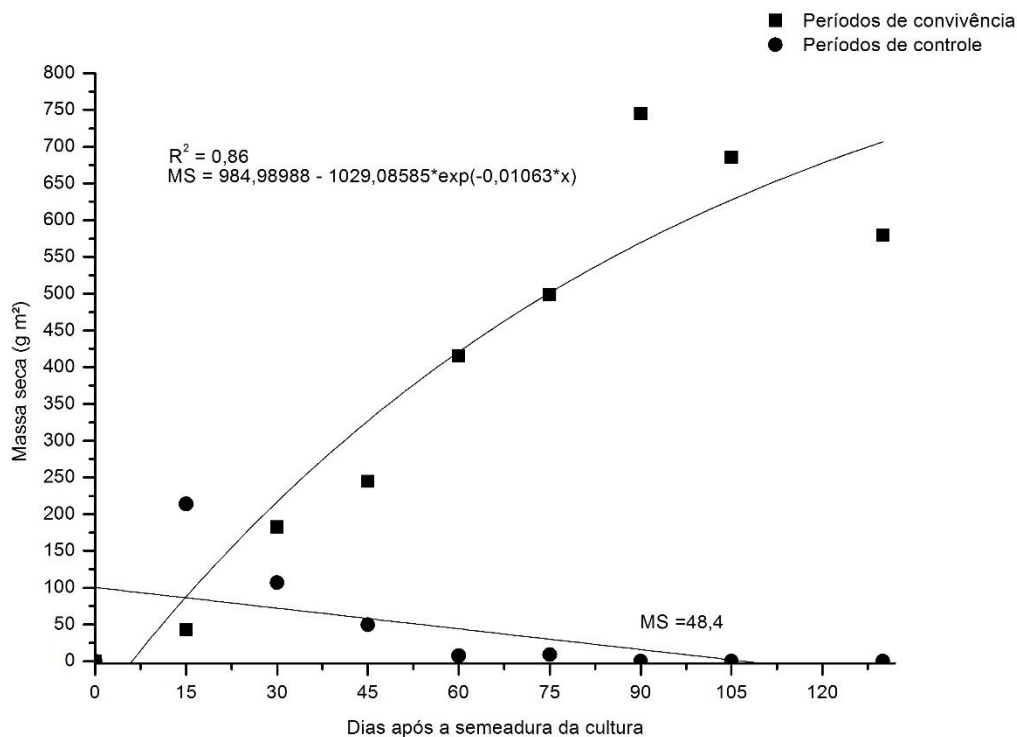


Figura 3. Massa seca da parte aérea da comunidade de plantas daninhas na cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', em função de períodos de convivência e de controle, em Jaboticabal-SP, 2020.

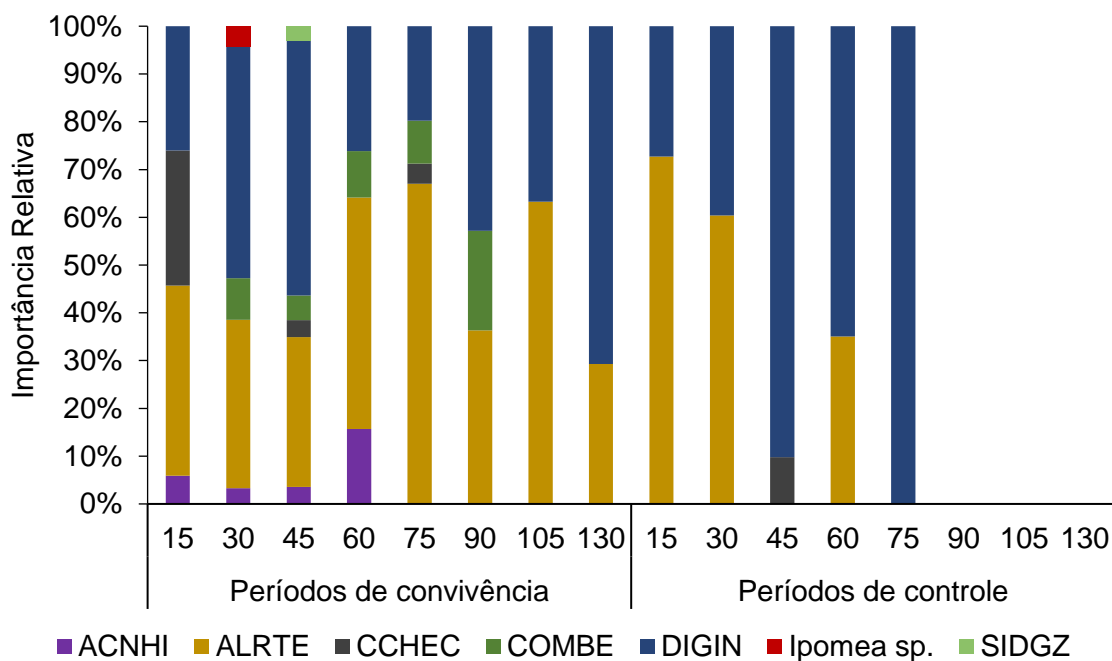


Figura 4. Importância relativa de carrapicho-de-carneiro (ACNHI), apaga-fogo (ALRTE), Capim-carrapicho (CCHEC), Trapoeraba (COMBE), capim amargoso (DIGIN) e corda-de-viola (*Ipomoea* sp.) em função dos períodos de convivência e de controle na cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', em Jaboticabal-SP, 2020.

Tabela 3. Coeficientes de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de Equitabilidade (E') das plantas daninhas em função das épocas de avaliação na cultura do milho 'P4285VYHR PIONEER', em Jaboticabal-SP, 2020.

DAS	Período de convivência		Período de controle	
	H'	E'	H'	E'
15	1,14	0,57	0,66	0,66
30	0,73	0,31	0,69	0,69
45	1,07	0,41	0,69	0,69
60	1,28	0,64	0,56	0,56
75	0,45	0,23	0,00	0,00
90	0,98	0,62	-	-
105	0,68	0,68	-	-
130	0,67	0,67	-	-

(-) Ausência de plantas daninhas. DAS: Dias após a semeadura da cultura; H': Coeficientes de diversidade de Shannon-Wiener; E': Equitabilidade.

Tabela 4. Efeito de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas sobre a altura das plantas, o número de espigas por planta, altura de inserção da espiga, peso de 1000 grãos de milho e produtividade, 'P4285VYHR PIONEER', nas épocas de avaliação em Jaboticabal-SP, 2020.

Tratamento DAS	ALT (m)	NEP	ALTE (cm)	P1000G (g)	PD (kg ha ⁻¹)
Períodos de convivência					
0 - 15	1,6 ab	1,0 a	66,4 a	301,2 ab	2063,7 ab
0 - 30	1,5 abc	1,0 a	56,5 ab	305,1 ab	2029,5 ab
0 - 45	1,4 bcd	1,0 a	48,1 ab	287,5 abc	1163,0 bc
0 - 60	1,3 cd	1,0 a	48,4 ab	246,8 cd	394,2 cd
0 - 75	1,2 d	1,0 a	49,3 ab	227,3 d	296,0 cd
0 - 90	1,3 cd	1,0 a	50,9 ab	214,6 d	348,4 cd
0 - 105	1,4 bcd	1,0 a	53,4 ab	222,2 d	374,1 cd
0 - 130	1,3 d	0,8 a	39,4 b	229,2 d	200,8 d
Períodos de controle					
0 - 15	1,6 ab	1,0 a	62,8 a	271,0 bc	1600,7 ab
0 - 30	1,6 ab	1,0 a	64,3 a	291,7 ab	2110,4 a
0 - 45	1,7 a	1,0 a	67,1 a	285,1 abc	2126,5 a
0 - 60	1,7 a	1,0 a	64,8 a	289,6 ab	2031,2 ab
0 - 75	1,7 a	1,0 a	65,0 a	301,2 ab	2154,2 a
0 - 90	1,6 a	1,0 a	64,0 a	283,8 abc	2064,2 ab
0 - 105	1,7 a	1,0 a	68,8 a	299,5 ab	2207,6 a
0 - 130	1,6 ab	1,0 a	61,2 a	321,3 a	2238,4 a
F tratamento	14,01**	1,00NS	4,45**	18,09**	20,74**
F bloco	1,71NS	1,00NS	0,96NS	3,20*	2,66NS
DMS (5%)	0,22	0,32	21,37	41,11	941,66
CV (%)	5,81	12,70	14,34	5,86	25,11

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 = p < .05$).

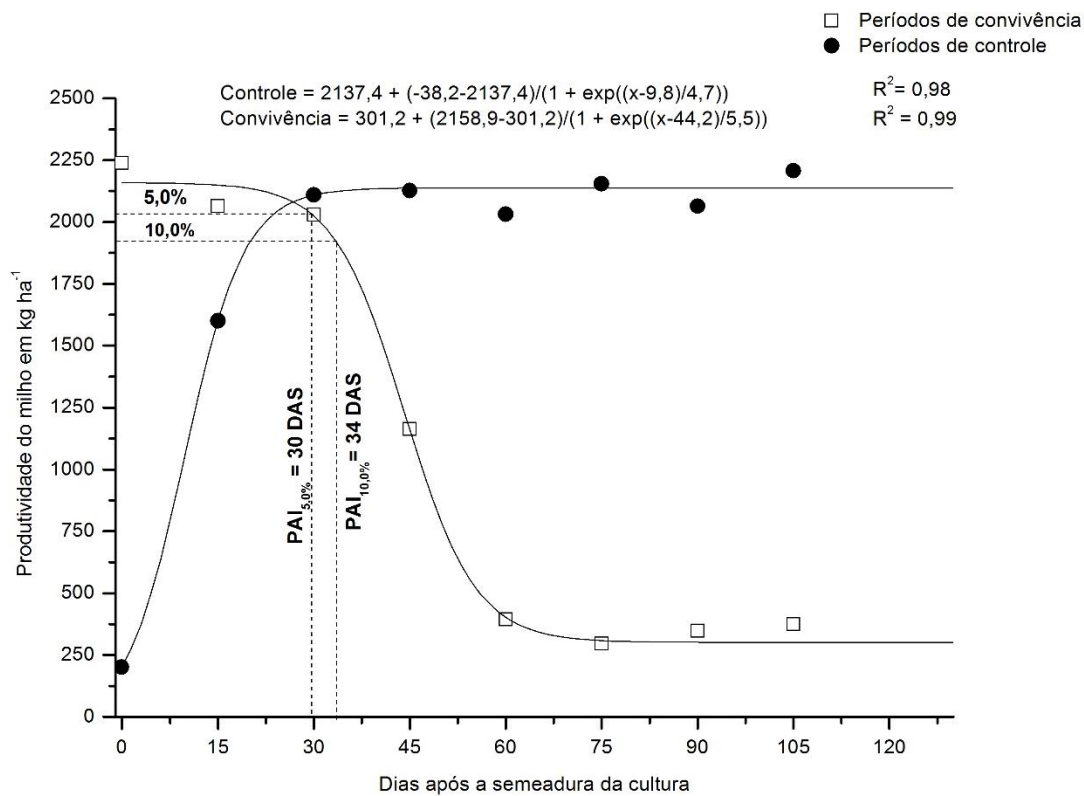


Figura 5. Produtividade de grãos de milho “P4285VYHR PIONEER”, em função dos períodos de interferência das plantas daninhas, com a estimativa do período anterior à interferência (PAI). Jaboticabal-SP, 2020.