

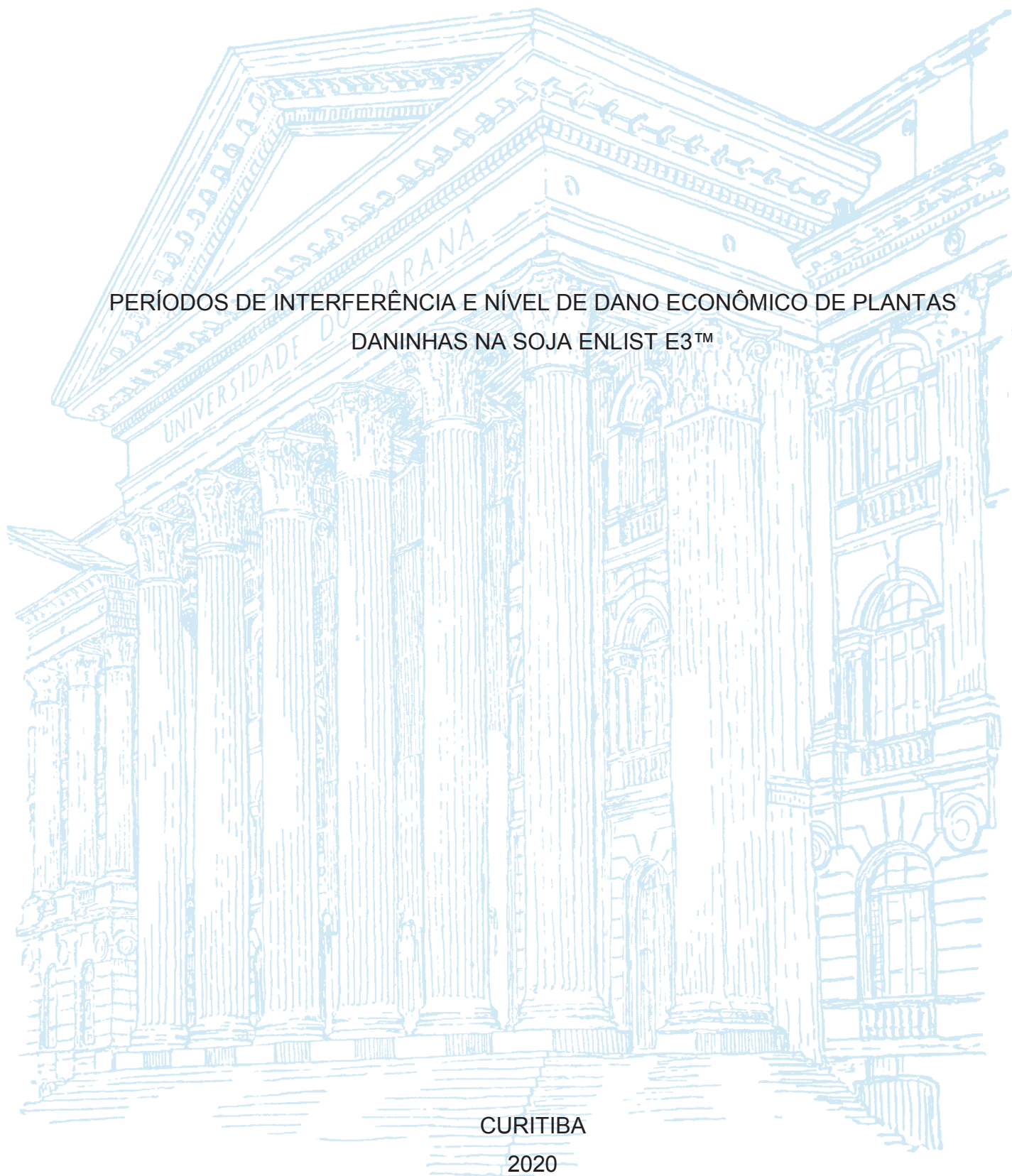
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDO RONCATTO

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PLANTAS  
DANINHAS NA SOJA ENLIST E3™

CURITIBA

2020



EDUARDO RONCATTO

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PLANTAS  
DANINHAS NA SOJA ENLIST E3™

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof.Dr. Arthur Arrobas Martins Barroso

Coorientador: Prof.Dr. Adelino Pelissari

CURITIBA

2020

Roncatto, Eduardo

Períodos de interferência e nível de dano econômico de plantas daninhas na soja Enlist E3™. / Eduardo Roncatto. - Curitiba, 2020.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Orientador: Arthur Arrobas Martins Barroso.

Coorientador: Adelino Pelissari.

1. Herbicidas. 2. Controle de plantas daninhas. 3. Soja - Agricultura. I. Barroso, Arthur Arrobas Martins. II. Pelissari, Adelino. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **EDUARDO RONCATTO** intitulada: **PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PLANTAS DANINHAS NA SOJA ENLIST E3**, sob orientação do Prof. Dr. **ARTHUR ARROBAS MARTINS BARROSO**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

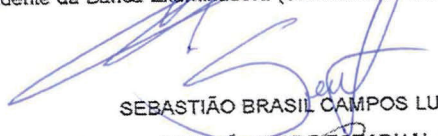
A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 17 de Fevereiro de 2020.



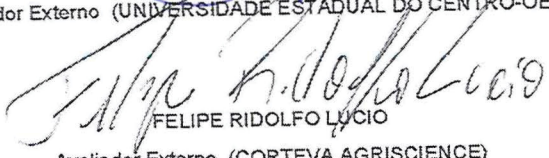
ARTHUR ARROBAS MARTINS BARROSO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)



FELIPE RIDOLFO LUCIO

Avaliador Externo (CORTEVA AGRISCIENCE)

Aos meus amados pais,  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

À Glória do Grande Arquiteto do Universo.

À minha família que sempre me apoiou de forma incondicional. Ao meu pai, Abel pelo exemplo de ser humano. A minha mãe Sueli pelo carinho e esforço para permitir sempre o melhor para a minha educação. Aos meus padrinhos e professores, Elizabete e Luciano que me incentivaram desde cedo a galgar os caminhos do conhecimento. Compartilho com vocês a minha alegria e esta conquista. A vocês meu eterno reconhecimento, carinho, amor e respeito.

A todas as pessoas especiais que me fizeram acreditar na beleza dos meus sonhos e que de alguma maneira me ajudaram a enfrentar meus medos. A pessoa que sempre me disse que o mestrado era difícil, mas, mesmo assim, me levou pra entrevista no dia da segunda etapa do processo seletivo.

A todos os amigos e irmãos, que dividiram comigo momentos de alegria e deixaram a minha vida mais leve.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Arthur Arrobas Martins Barroso, pela dedicação em me orientar nesse importante trabalho, pela confiança, empatia, tolerância e positividade manifestadas durante todo esse período, pela oportunidade de convivência, aprendizado e amizade. O meu muito obrigado e eterno reconhecimento.

Ao meu coorientador Prof.Dr. Adelino Pelissari pelo exemplo de ser humano e profissional, agradeço por orientar o Dr. Paulo Fernando Adami e o Dr. Christiano Pitta, dois grandes professores e amigos que me auxiliaram nessa caminhada e me incentivaram desde o início da graduação. A minha professora, amiga e “segunda mãe”, Prof.Dra. Marcia Fernanda Franchin pela preocupação e pelos conselhos todas as vezes que os ventos mudaram. Ao meu amigo, professor e orientador na graduação, Prof.Dr. Clovis Pierozan Junior, que sempre pungiu o meu lado pesquisador.

Ao Engenheiro Agrônomo Felipe Ridolfo Lucio e a Corteva Agriscience por acreditar e fomentar a pesquisa em parceria com a Universidade Federal do Paraná.

Ao professor Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa pelos ensinamentos durante o mestrado e também por elevar a qualidade do presente trabalho diante de suas considerações como membro da banca examinadora.

Aos professores e amigos Dr. Anibal de Moraes, Dra. Claudete Reisdorfer Lang e Dr. Amadeu Bona Filho pelo acolhimento no início e pelo apoio durante todo o processo.

A todos os professores que colaboraram com o meu aprendizado durante o mestrado no Programa de pós-graduação em Produção Vegetal (PGAPV) da Universidade Federal do Paraná.

Aos integrantes da RPM - Rede de Pesquisas em Matologia e do NITA – Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária, os meus agradecimentos pela parceria nos experimentos e nos momentos de descontração; eu cresci e aprendi muito com a amizade de vocês.

Aos servidores da UFPR, em especial à Lucimara Antunes, secretária do PGAPV, à técnica do laboratório de Fitotecnia, Maria Emilia Kudla, pela boa vontade e benevolência.

À Universidade Federal do Paraná, que faz parte da minha história e da minha formação profissional.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos, tornando possível a execução dessa pesquisa.

A todos que de alguma forma colaboraram para a minha trajetória até aqui, os meus mais sinceros agradecimentos.

“Não importa o que digam ou pensem, alcançaremos os nossos objetivos com aquele que nos protege”

**(JAQUES DEMOLAY)**

“Para fazer uma obra de arte não basta ter talento, não basta ter força, é preciso também viver um grande amor.”

**(WOLFGANG AMADEUS MOZART)**

“Se enxerguei mais longe, foi porque estava sobre os ombros de gigantes.”

**(ISAAC NEWTON)**

## RESUMO

Plantas daninhas são responsáveis por perdas de produtividade em culturas agrícolas, dentre elas a soja. Dentre os métodos de controle destas plantas está a aplicação de herbicidas, entre eles, o glifosato. A aplicação repetida e exclusiva do glifosato tem selecionado plantas daninhas resistentes. O cultivo de plantas com tolerância a outros herbicidas é uma alternativa de controle da resistência. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia agrônômica dos herbicidas glifosato, 2,4-D, glufosinato, e 2,4-D + glifosato no controle de plantas de *Ipomoea hederifolia*, *Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla* e *Conyza* spp.; determinar o nível crítico de dano e o nível de dano econômico destas espécies na soja ENLIST E3<sup>TM</sup> e os períodos de interferência de uma comunidade infestante com predominância de *I. hederifolia* na soja ENLIST E3<sup>TM</sup>. O controle de plantas daninhas foi avaliado utilizando-se escala visual e massa seca da parte aérea das plantas aos 21 dias após a aplicação dos herbicidas. O nível crítico de dano, obtido pela convivência da soja com densidades crescentes das espécies daninhas durante todo seu ciclo e o nível de dano econômico levando em conta o controle das espécies, sua interferência e dados econômicos do custo de herbicidas e preço da soja. Os períodos de interferência foram obtidos pelo convívio ou controle de plantas daninhas por diferentes períodos na soja. Todos os dados foram submetidos a análise de variância que quando significativa, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade ou submetidos a regressões não-lineares. No controle das plantas avaliadas, os herbicidas glufosinato e 2,4-D + glifosato foram os mais eficazes. O cálculo do nível de dano econômico sugere controle para todas as espécies em baixas densidades, sendo *Conyza* spp. a espécie mais agressiva. A soja EnlistE3<sup>TM</sup> obteve elevada competitividade com a comunidade infestante sendo necessário um único controle de plantas daninhas no seu ciclo entre 18 e 48 dias após sua emergência.

**Palavras-chave:** glufosinato; 2,4-D; glifosato; buva; poia-branca; corda-de-viola; leiteiro.

## ABSTRACT

Weeds are responsible for crop yield reduction, including soybean. Major control of these plants is done by herbicides, among them glyphosate. The repeated and exclusive application of glyphosate has selected resistant weeds. The cultivation of new herbicides tolerant plants is an alternative to control resistance. Thus, the present study aimed to evaluate the agronomic effectiveness of glyphosate, 2,4-D, glufosinate, and 2,4-D + glyphosate, in *Ipomoea hederifolia*, *Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla* and *Conyza* spp, control; to determine the critical level of damage and the economic threshold level (ETL) of these species in ENLIST E3™ soybeans; and the periods of interference of an infesting community with *I. hederifolia* predominance in ENLIST E3™ soybeans. Weed control was evaluated by visual control rates and aboveground biomass determination after herbicide application. The critical level of damage was obtained by living soybeans with increasing densities of species throughout their cycle and the economic threshold level, taking into account the species control, their interference and economic data on herbicide costs and soybean prices. The interference periods were obtained by the coexistence or control of weeds for different periods in the soybean. All data were subjected to analysis of variance which, when significant, had their averages compared by the Tukey test at 5% probability or subjected to non-linear regressions. In the species control the herbicides glufosinate and 2,4-D + glyphosate were the most effective. The economic threshold level calculation suggest control of all species at low densities being *Conyza* spp. the most aggressive species. ENLIST E3™ soybean obtained high competitiveness with the weed community, requiring a single weed control in its cycle between 18 and 48 days after its emergence.

**Keywords:** Glufosinate; 2,4-D; Glyphosate; Hairy Fleabane; Brazil Pusley; Morning Glory; Wild Poinsettia.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 EFICÁCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS.....	14
2.2 NÍVEL CRÍTICO DE DANO E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO .....	15
2.3 PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA.....	17
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
3.1 EFICÁCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS.....	19
3.2 NÍVEL CRÍTICO DE DANO E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO .....	21
3.3 PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA.....	24
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é importante cultura destinada à nutrição humana e animal, sendo semeados no Brasil 36,2 milhões de hectares e produzidas 341 milhões de toneladas (USDA, 2018). No cenário econômico brasileiro, representa mais de 50% da área agricultável do País (CONAB, 2018). Dentre os entraves para maiores índices de lucratividade está a presença de plantas daninhas resistentes e tolerantes a herbicidas, que além de encarecerem os custos de produção, uma vez não controladas, interferem no desenvolvimento da cultura e levam a perdas de produção (VARAH et al., 2019). A melhor tomada de decisão do controle de plantas daninhas, decorre da determinação dos níveis de interferência de cada espécie, em conjunto com os dados de eficácia de controle de diferentes herbicidas, somados aos custos de produção da cultura (GALON et al., 2019; ZHANG et al., 2016).

A interferência de plantas daninhas pode ser estimada utilizando-se o nível crítico de dano que representa a porcentagem de interferência na produtividade da cultura causada por cada indivíduo de determinada espécie (VIDAL; PORTUGAL, 2010). Na soja, os níveis críticos de dano de espécies como a buva e a poaia-branca podem atingir valores entre 0,97% e 2% (TREZZI et al., 2013; DIESEL et al., 2016). Outras espécies de difícil controle como a corda de viola e o leiteiro, podem reduzir respectivamente a produtividade da cultura em 45% e 22,7% (PICCININI et al. 2018; RIZZARDI et al., 2004).

O nível de dano econômico das plantas daninhas corresponde a densidade da espécie em que o custo de controle se iguala ao prejuízo de produtividade, sendo calculado baseado em níveis de interferência, potencial produtivo da cultura sem interferência, preço pago pela produção, custo e eficiência do método de controle adotado. Este cálculo auxilia na adoção de estratégias de manejo, além de mitigar o uso errôneo dos herbicidas (KALSING E VIDAL, 2010; DAS et al. 2008; GALON et al., 2007; TIRONI ET AL., 2016).

Outro aspecto importante para o sucesso no manejo de plantas daninhas está na definição do momento da cultura em que o controle deve ocorrer (SWANTON et al., 2015). Segundo esquema proposto por Bleasdale (1960) e adaptado por Pitelli (1985), destacam-se três períodos: período total de prevenção da interferência (PTPI), período anterior à interferência (PAI) e período crítico de prevenção da interferência (PCPI). O estudo desses períodos determina o período em que

efetivamente os métodos de controle das plantas daninhas devem atuar, pois o período crítico de competição é o período de tempo em que medidas de controle são necessárias para evitar a continuidade da interferência entre a cultura e as plantas daninhas (TURSUN et al., 2016).

Pensando ainda no controle de plantas daninhas, a adoção de ferramentas biotecnológicas, como por exemplo, cultivares de soja tolerantes ao herbicida 2,4-D permite a rotação do herbicida glifosato, alterando o espectro de espécies alvo controladas por um diferente mecanismo de ação e diminuindo a pressão de seleção dentro dos sistemas de produção. A soja ENLIST E3<sup>TM</sup> é uma nova soja que promove tolerância em pós-emergência nas plantas à aplicação de 2,4-D, tornando-se uma alternativa importante para o manejo de espécies tais como plantas do gênero *Conyza* e plantas de *Euphorbia heterophylla*, ambas resistentes ao glyphosate (SIMPSON, et al., 2017; ROBINSON et al., 2015a; WRIGHT et al., 2010).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o controle de *Ipomoea hederifolia*, *Conyza* spp., *Euphorbia heterophylla* e *Richardia brasiliensis* na soja, utilizando dados da eficácia dos herbicidas 2,4-D, glifosato, glufosinato e 2,4-D + glifosato; calcular os níveis críticos de dano e níveis de dano econômico destas espécies para cada herbicida e determinar os períodos de interferência de uma comunidade infestante na soja ENLIST E3<sup>TM</sup>.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram instalados e conduzidos na região de Curitiba, PR, a fim de se identificar a eficácia de controle de diferentes herbicidas em diferentes plantas daninhas, a interferência destas mesmas espécies na soja ENLIST E3™ e determinar os períodos de interferência de uma comunidade infestante na soja ENLIST E3™.

### 2.1 EFICÁCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Este experimento foi instalado e conduzido sob condições semicontroladas (controle de irrigação) em casa de vegetação na Universidade Federal do Paraná – UFPR (25° 24' 42.40" S; 49° 14' 54.00" O), Curitiba, Paraná-Brasil, em altitude de 935m e clima Cfb na classificação de Köppen, caracterizado sem estação seca definida, verões frescos, inverno moderado, precipitação média anual entre 1.400 e 1.600 mm e temperatura mínima média anual entre 17°C e 18°C. Avaliou-se a eficácia de controle de quatro espécies de plantas daninhas, *Ipomoea hederifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Conyza* spp. e *Richardia brasiliensis*, utilizando-se quatro diferentes herbicidas em duas doses cada: glifosato (Glizmax Prime, 480 g e a L<sup>-1</sup>, Dow AgroSciences, São Paulo, Brasil), nas doses de 720 e 1.440 g e a ha<sup>-1</sup>, 2,4-D (DMA 806BR, 670 g e a L<sup>-1</sup>, Dow AgroSciences, São Paulo, Brasil) nas doses de 670 e 1.340 g e a ha<sup>-1</sup>, glufosinato (Finale, 200 g ea L<sup>-1</sup>, BASF, São Paulo, Brasil) nas doses de 400 e 600 g e a ha<sup>-1</sup> e glifosato + 2,4-D (Enlist DuoColex-D, 205 + 195 g e a L<sup>-1</sup>, Dow AgroSciences, São Paulo, Brasil) nas doses de 410 + 390 e 820 + 780 g e a ha<sup>-1</sup>, além de uma testemunha livre da aplicação de herbicidas. O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x8+1, onde quatro foram as espécies estudadas, oito os tratamentos herbicidas testados, e uma testemunha sem aplicação, ambos com seis repetições.

Cada espécie de planta daninha foi semeada diretamente em vasos de dois litros em solo com as seguintes características químicas: pH em água, 4,8; Ca, 8,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg, 4,9 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al, 0,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al, 8,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC pH7, 21,62 cmolc dm<sup>-3</sup>; SMP, 5,3; P, 7,0 mg dm<sup>-3</sup>; K, 0,12 cmolc dm<sup>-3</sup> e saturação de base (V%) de 61%. Uma vez germinadas, estas plantas foram desbastadas para a densidade de uma planta por vaso, e quando as plantas possuíam entre quatro e seis folhas, foi realizada a aplicação dos herbicidas utilizando-se pulverizador costal

pressurizado por CO<sub>2</sub> a pressão constante de 3 kPa, munido de barra de aplicação de um metro equipada com duas pontas e bicos do tipo AIXR110015 (TeeJet Technologies, Wheaton, IL), regulado a distribuir 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. A temperatura no momento da aplicação era de 27° C e umidade relativa do ar de 39%.

Aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) foram avaliadas a eficácia de controle de cada espécie em escala de 0% a 100%, onde 0% representou a ausência de controle e 100% o controle e a morte de plantas, avaliando também sintomas de clorose, necrose foliar, crescimento atrofiado e a massa seca da parte aérea das plantas, obtida pela secagem do material vegetal em estufa com circulação forçada de ar à 60°C por 72 horas até obtenção de massa seca constante de acordo com a metodologia proposta pela SBCPD (1995). Os dados foram então submetidos à análise de variância que, quando significativa, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o programa estatístico AgroEstat.

## 2.2 NÍVEL CRÍTICO DE DANO E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO

Este experimento foi instalado e conduzido sob condições semicontroladas (irrigação diária) na Universidade Federal do Paraná - UFPR (25° 24' 42.40" S; 49° 14' 54.00" O ), Curitiba, Paraná-Brasil com altitude de 935m e clima Cfb na classificação de Köppen , caracterizado sem estação seca definida, verões frescos, inverno moderado, precipitação média anual entre 1.400 e 1.600 mm e temperatura mínima média anual entre 17°C e 18°C. Neste experimento avaliou-se o efeito da interferência das mesmas espécies utilizadas no experimento anterior, na soja ENLIST E3™, adotando densidades crescentes das espécies daninhas e fixa da planta de soja (OLIVEIRA et al., 2018). A soja foi semeada em vasos de oito litros na densidade de 21 plantas m<sup>-2</sup> junto com cada espécie daninha nas densidades de 21, 42, 84, 168 e 336 plantas m<sup>-2</sup>, somada a uma testemunha, representada pela soja sem a presença de plantas daninhas. Este experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado com 25 tratamentos (cinco densidades de cada uma das quatro espécies daninhas e uma testemunha), com quatro repetições.

A soja e as plantas daninhas conviveram até os 120 dias após a semeadura (DAS), ocasião a qual as plantas daninhas tiveram sua parte aérea cortada rente ao solo e seca em estufa de circulação de ar forçada à 60°C por 72 horas para obtenção da massa seca constante. Na soja, as vagens de cada planta foram

colhidas e trilhadas. Os grãos tiveram sua umidade corrigida para 13% de umidade. Com base nestes dados calculou-se a perda relativa de rendimento em cada tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância que, quando significativa, tiveram seus dados submetidos à análise de regressão para cálculo do nível crítico de dano (NCD) de cada espécie na soja, utilizando-se regressão não linear do tipo hipérbole retangular proposta por Cousens (1985) adaptada de acordo com a equação 1:

$$[\text{Eq. 1}] PP = (a \times X_0) / (b + X_0).$$

Em que:  $PP$  representa a perda de rendimento (%),  $X_0$  valor da variável,  $a$ , a assíntota de máximo valor e  $b$ , o valor de nível de infestação das plantas daninhas, que equivale a 50% da assíntota de máximo valor. O nível crítico de dano (NCD) foi então obtido pela razão entre os parâmetros  $a$  e  $b$  da equação, representando o impacto de cada planta no rendimento da cultura.

Para o cálculo do nível de dano econômico (NDE), utilizaram-se as estimativas do NCD originados da equação um, e também a equação adaptada de Lindquist e Kropff (1996), seguindo a equação 2:

$$[\text{Eq. 2}] NDE = [CC / (P \times Y \times (NCD/100) \times (H/100))]$$

Em que:  $NDE$  representa o nível de dano econômico (número de plantas por metro quadrado),  $CC$  o custo de controle (herbicida + custo de aplicação em reais),  $P$  o preço da soja (reais por kg de grãos),  $Y$  o rendimento máximo da soja no experimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ),  $NCD$  o nível crítico de dano e  $H$  a eficácia de cada herbicida (%) (PIASECKI; RIZZARDI, 2017).

Na determinação do custo de controle, o preço de cada tratamento foi levantado seguindo os valores existentes na média de dez anos até 2019, utilizando-se como referência dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2019). O custo da aplicação foi fixado em R\$ 16,40 reais  $\text{ha}^{-1}$  (OLIVEIRA; DALCHIAVON, 2019). A eficácia de controle determinada no primeiro experimento (eficácia de controle) e o preço pago pela soja, o valor pago a produtores na região onde o experimento foi estabelecido, sendo igual a 71,00 reais a saca de 60 Kg (CONAB, 2019).

### 2.3 PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA

Este experimento foi instalado e conduzido à campo na cidade de Colombo, Paraná-Brasil na safra de 2018/2019 (25° 21' 10.90" S; 49° 08' 42.00" O), em solo hidromórfico do tipo Gleissolo Háplico (EMBRAPA 1999). A semeadura ocorreu em sistema de preparo de solo convencional, sendo o solo adubado na semeadura com 350 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-20-20 (N-P-K). A soja ENLIST E3™, mesma utilizada no experimento anterior, foi semeada em densidade de 13 sementes por metro linear e espaço de entrelinhas de 0,45 m, visando população inicial de 288.886 plantas por hectare e obtendo um estande final de 244.000 plantas por hectare.

Cada unidade experimental foi composta de parcelas com 5 linhas de semeadura com três metros de comprimento, totalizando 6,75 m<sup>2</sup>. Cada linha da extremidade foi considerada como bordadura, bem como cada 0,5 m das extremidades das parcelas. O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 2x7+2, sendo dois, o início ou final do controle de plantas daninhas e sete as datas de intervenção, que se deram aos 7, 14, 21, 28, 35, 49 e 70 dias, mais duas testemunhas, uma com a soja livre e outra com a soja na presença de plantas daninhas durante todo o ciclo (120 dias). Os períodos iniciaram-se após 70% da emergência da soja, sendo as plantas daninhas removidas através de capinas manuais.

Ao final de cada período de convivência as espécies presentes foram identificadas, quantificadas e secas para obtenção da massa seca. Para isso, dois quadros com área de 0,25m<sup>2</sup> foram lançados aleatoriamente em cada parcela. Após contagem, as plantas foram removidas, armazenadas em sacos de papel e secas em circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas. Estes dados foram utilizados para cálculos fitossociológicos e determinação da importância relativa (IR) das espécies (MUELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974).

A soja foi avaliada pela colheita das plantas na parcela útil de cada tratamento quando os grãos atingiram 13% de umidade (120 dias após a semeadura). Estes dados foram submetidos à análise não-linear do tipo Boltzmann no programa Origin 9, utilizando-se a equação 3 (BELUCI et al., 2018):

$$[\text{Eq.3}] Y = [(P1-P2)/(1+ e^{(x-x_i)/dx})]$$

Em que:  $Y$  corresponde ao rendimento da soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de acordo com o período de convívio ou controle das plantas daninhas,  $P1$  o rendimento máximo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) obtida pela soja na ausência de plantas daninhas durante todo seu ciclo,  $P2$  o rendimento mínimo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) obtida da soja convivendo com plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura,  $(P1-P2)$  a perda de rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) causada pela comunidade infestante presente,  $x$  o limite superior do período de controle ou convívio (dias),  $x_i$  o valor intermediário entre a máxima e mínima produção (dias) e  $dxa$  taxa de perda de rendimento pela convivência entre plantas daninhas e soja ( $(\text{kg ha}^{-1}) \text{ dia}^{-1}$ ).

O período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI), foram determinados considerando-se o nível arbitrário de 5% de perda de rendimento da soja, expresso em  $\text{kg ha}^{-1}$ , valor relativo à média do custo de controle de plantas daninhas (GALON et al., 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 EFICÁCIA DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Para o controle das plantas daninhas (Tabela 1), houve diferenças significativas tanto na análise visual como na análise da massa seca da parte aérea das plantas. Para o controle visual, houve interação significativa entre herbicidas e espécies, enquanto para massa seca, apenas entre os herbicidas.

**Tabela 1.** Valores de significância para os fatores isolados e da interação entre eles (espécies de plantas daninhas e herbicidas aplicados) no controle visual e massa seca das plantas daninhas.

Fatores	Controle Visual (%)	Massa Seca (g)
Espécies	<0,0001	0,0952
Herbicidas	<0,0001	<0,0001
Espécies x Herbicidas	<0,0001	0,4181
CV	9,18	38,70

No controle visual (Tabela 2), o glifosato (1.440 g e a ha<sup>-1</sup>) e o glufosinato (400 e 600 g e a ha<sup>-1</sup>) se mostraram eficazes no controle de todas as espécies (Tabela 2). Na menor dose utilizada (720 g e a ha<sup>-1</sup>), o glifosato não foi efetivo para o controle de poaia-branca e leiteiro. Resultados semelhantes aos observados na literatura (CARVALHO 2002; TAKANO et al., 2013). Nota-se nestes casos que os maiores problemas com o uso de glifosato seriam decorrentes da presença de plantas de poaia-branca e leiteiro, que exigiriam maiores doses ou manejo com outro herbicida.

As populações de leiteiro e poaia-branca se mostraram também mais tolerantes as doses de 2,4-D isolado ou em mistura com glifosato se comparadas às outras espécies. Para a poaia-branca, os tratamentos mais eficazes foram à aplicação das maiores doses de glifosato e 2,4-D, do herbicida glufosinato em ambas as doses e da mistura entre glifosato + 2,4-D (410 + 390 g e a ha<sup>-1</sup>) e para o leiteiro, os herbicidas glifosato (1.440 g e a ha<sup>-1</sup>), glufosinato e a mistura entre glifosato + 2,4-D (820 + 780 g e a ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 2.** Médias do controle visual (%) de plantas de *Conyza* spp, *Richardia brasiliensis*, *Ipomoea hederifolia* e *Euphorbia heterophylla* submetidas à aplicação de diferentes herbicidas, aos vinte e um dias após a aplicação.

Tratamentos	Dose	Espécies			
	g e a ha <sup>-1</sup>	<i>Conyza</i> spp.	<i>Richardia</i> <i>brasiliensis</i>	<i>Ipomoea</i> <i>hederifolia</i>	<i>Euphorbia</i> <i>heterophylla</i>
glifosato	720	100 Aa	16 Ce	96 Aa	45 Bd
glifosato	1.440	100 Aa	88 Aab	99 Aa	99 Aa
2,4-D	806	90 Aa	60 Bd	89 Aa	68 Bc
2,4-D	1.209	97 Aa	80 Bbc	97 Aa	76 Bc
glufosinato	400	100 Aa	94 Aab	99 Aa	91 Aab
glufosinato	600	100 Aa	99 Aab	99 Aa	97 Aa
glifosato + 2,4-D	410 + 390	100 Aa	82 Bbc	100 Aa	80 Bbc
glifosato + 2,4-D	820 + 780	100 Aa	72 Bcd	100 Aa	93 Aab

\*Letras maiúsculas comparam as médias de cada tratamento dentro das espécies (leitura horizontal), letras minúsculas comparam as médias de controle de cada espécie em todos os tratamentos (leitura vertical). †Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O glufosinato obteve os melhores resultados de controle em comparação as duas doses do herbicida 2,4-D utilizadas no estudo. Em sua menor dose (400 g e a ha<sup>-1</sup>) promoveu controle acima de 90% em todas as espécies. Dados similares foram encontrados por Castro (2018), que observou controle de 100% nas populações de leiteiro em doses a partir de 300 g e a ha<sup>-1</sup> e corda-de-viola abaixo de 150 g e a ha<sup>-1</sup>.

O tratamento glifosato + 2,4-D (410 + 390 g e a ha<sup>-1</sup>) promoveu, em todas as espécies estudadas controle superior ou igual a 80%. Autores como Carvalho (2002); Takano et al., (2013); Osipe et al., (2017) e Kozlowski (2001) realizando aplicação de glifosato + 2,4D em plantas de leiteiro, corda-de-viola, buva e poaia-branca respectivamente, concluíram que a mistura se mostra sinérgica para controle destas espécies. Tal fato é importante, principalmente no atual cenário, onde a resistência de *E. heterophylla* ao glifosato foi detectada em populações no Paraná.

Para a redução da massa seca de plantas (Tabela 3), todos os tratamentos diferiram da testemunha sem aplicação. Reduziram de maneira mais significativa a massa de plantas todos os tratamentos, com exceção ao glifosato (720 g e a ha<sup>-1</sup>) se comparado ao uso de 2,4-D(1.209 g ea ha<sup>-1</sup>), glufosinato e de glifosato + 2,4-D (820 + 780 g e a ha<sup>-1</sup>).

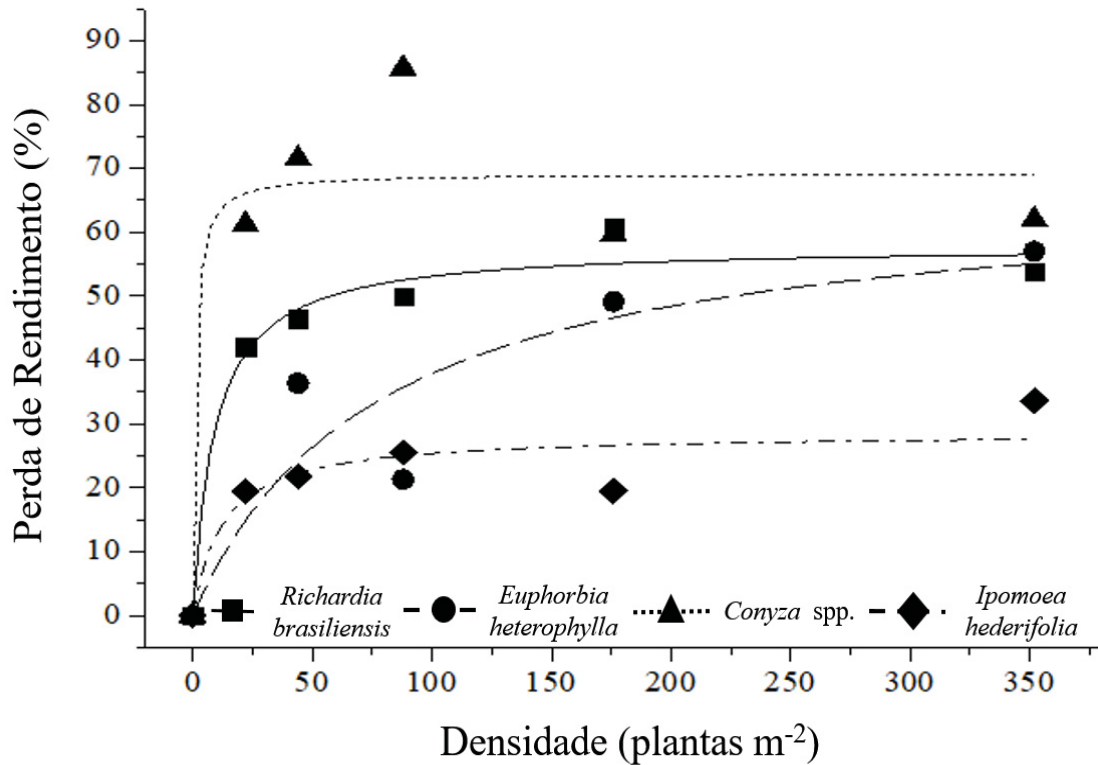
**Tabela 3.** Médias de massa seca (g) de plantas de *Conyza* spp, *Richardia brasiliensis*, *Ipomoea hederifolia* e *Euphorbia heterophylla*, submetidas à aplicação de herbicidas, aos vinte e um dias após a aplicação.

Tratamentos	Dose g e a ha <sup>-1</sup>	Massa Seca (g) †
testemunha	-	0,28 a
glifosato	720	0,19 b
glifosato	1.440	0,15 bc
2,4-D	806	0,14 bc
2,4-D	1.209	0,13 c
glufosinato	400	0,11 c
glufosinato	600	0,11 c
glifosato + 2,4-D	410 + 390	0,14 bc
glifosato + 2,4-D	820 + 780	0,13 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

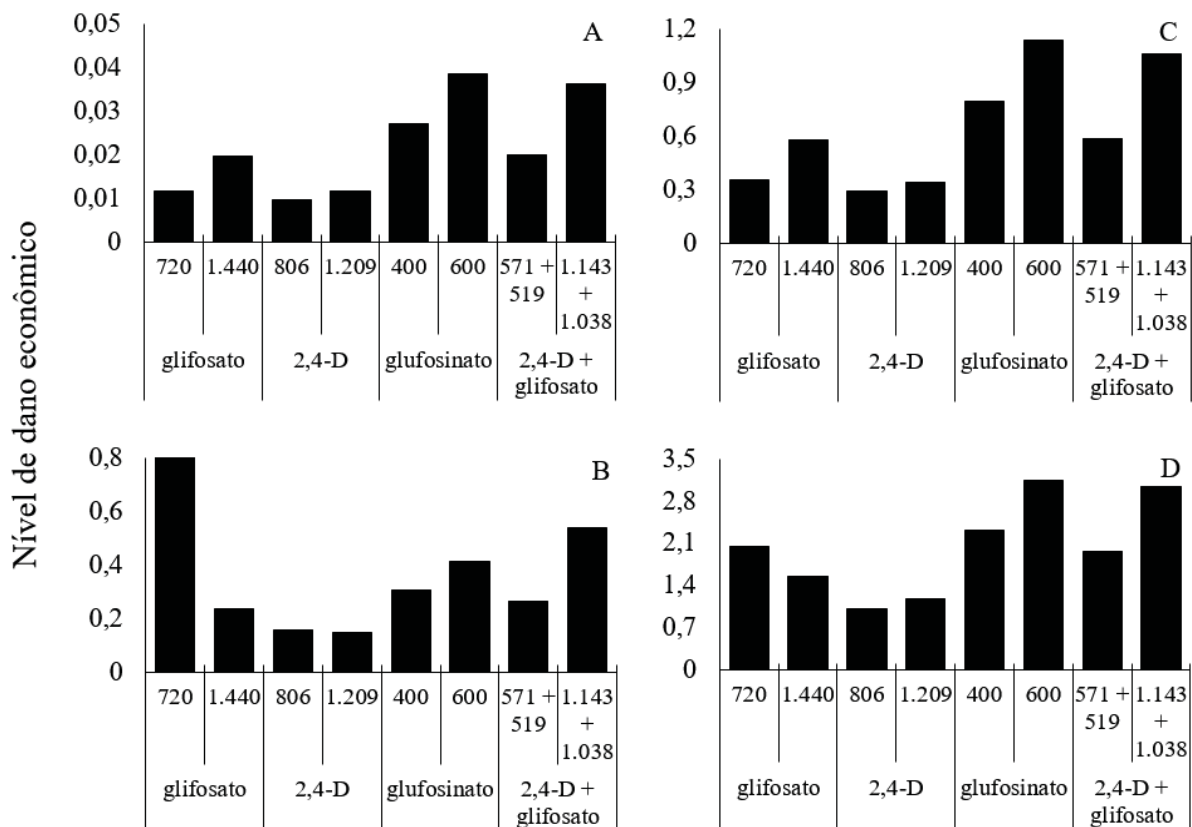
### 3.2 NÍVEL CRÍTICO DE DANO E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO

Observando-se a interferência de cada espécie na soja (Figura 2), notou-se que as espécies avaliadas são competidoras mesmo em baixas densidades, entretanto, plantas de buva causam maiores prejuízos em menores densidades e plantas de corda-de-viola os menores (Figura 1). Calculando-se o nível crítico de dano de cada planta na cultura (NCD), ou seja, o quanto a cultura perde no convívio com uma planta daninha/m<sup>-2</sup>, chegaram-se aos valores de 0,85% para leiteiro, 2,12% para corda-de-viola, 5,71% para poaia-branca e buva.



**Figura 1.** Relação entre a perda de rendimento da soja em função do convívio com densidades crescentes das plantas daninhas de *Richardia brasiliensis* (■), *Euphorbia heterophylla* (●), *Conyza* spp. (▲) e *Ipomoea hederifolia* (◆). *R. brasiliensis*:  $PP = (57,94x)/(9,13+x)$ ,  $R^2=0,97$ , *E. heterophylla*:  $PP = (61,17,94x)/(77,54+x)$ ,  $R^2=0,76$ , *Conyza*spp.:  $PP = (69,18x)/(1,02+x)$ ,  $R^2=0,86$ , *I. hederifolia*:  $PP = (28,49x)/(12,38+x)$ ,  $R^2=0,81$ .

Partindo-se então para o cálculo do nível de dano econômico (NDE), notou-se que o controle deve priorizar em escala de maior importância para menor importância respectivamente as espécies de *Conyza* spp. > *Richardia brasiliensis* > *Ipomoea hederifolia* > *Euphorbia heterophylla* (Figura 2). Nas circunstâncias estudadas, levando em consideração o rendimento da cultura e a interferência causada pelas plantas, diante de todos os tratamentos utilizados para plantas de *Conyza* spp. e *R. brasiliensis*, o NDE foi sempre inferior à uma planta m<sup>-2</sup>, ou seja, deve-se realizar o controle da espécie independentemente de sua densidade por metro quadrado. Nesse caso, a escolha do herbicida para manejo dependerá primeiramente de sua eficácia. Em alguns países a prática da semeadura e colheita no limpo sem a presença de quaisquer plantas já é adotada, principalmente levando-se em conta a problemática de uma eventual planta de *Conyza* resistente, que pode produzir até mais de 200 mil sementes por indivíduo.



**Figura 2.** Nível de dano econômico para as diferentes espécies de plantas daninhas (A: *Conyza* spp, B: *Richardia brasiliensis*, C: *Ipomoea hederifolia* e D: *Euphorbia heterophylla*) quando da aplicação de diferentes herbicidas e doses, considerando fixos os custos de aplicação (R\$ 14,00) e valor pago pela soja (R\$ 1,18/Kg).

O NDE para *I. hederifolia* levou em consideração que todos os tratamentos foram eficazes para seu controle, desse modo a escolha do herbicida fica condicionado a densidade de plantas por área em um intervalo de zero a uma planta  $m^{-2}$  e também ao preço do produto. Neste caso, o NDE tolerado foi de 0,3 planta  $m^{-2}$  para o tratamento com menor preço (glifosato 720 g e  $a\ ha^{-1}$ ) e de até 1,2 planta/ $m^{-2}$  quando o herbicida escolhido for glufosinato na dose de 600 g e  $a\ ha^{-1}$  e/ou glifosato + 2,4-D na dose de 820 + 780 g e  $a\ ha^{-1}$ .

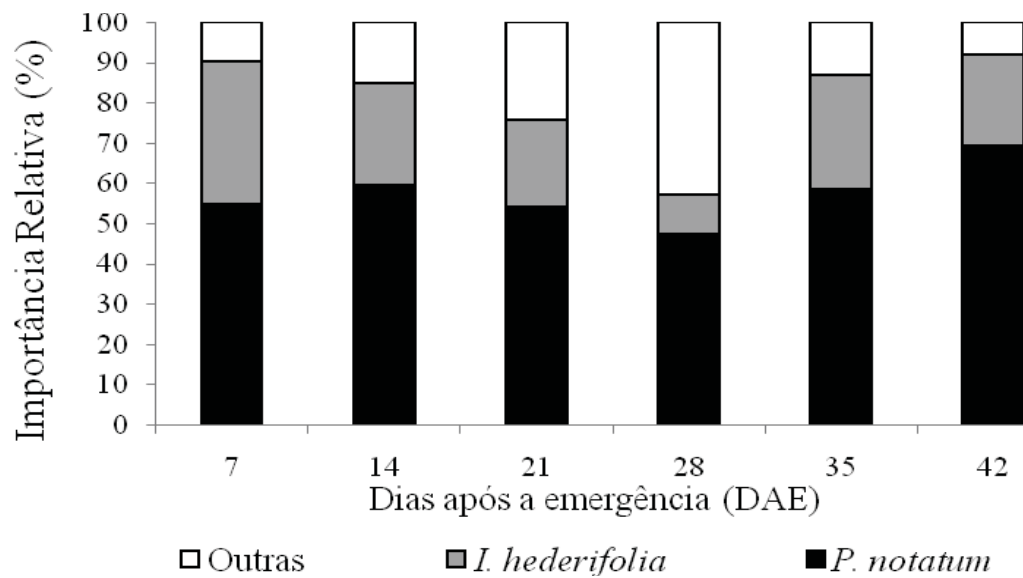
Para controle de *E. heterophylla*, o estudo aponta quatro tratamentos efetivos levando em consideração a eficácia de controle de cada um. O glifosato na dose 1.440 g e  $a\ ha^{-1}$  pode ser utilizado desde que a população não ultrapasse 1,5 plantas  $m^{-2}$ , porém, quando esse limiar é ultrapassado no campo surgem outras alternativas eficientes como o glufosinato, que na dose de 600 g e  $a\ ha^{-1}$  pode ser utilizado em uma população de até 2,3 ou 3,14 plantas  $m^{-2}$  (nas doses de 400 e 600 g e  $a\ ha^{-1}$

respectivamente) , ou ainda a associação de glifosato + 2,4-D na dose de 820 + 780 g e a ha<sup>-1</sup>, permitindo assim, como no controle de corda-de-viola, uma tomada de decisão mais cômoda, e também, um controle eficaz para todas as plantas presentes na área como sugerem alguns autores (TREZZI et al., 2005; VIDAL et al., 2007).

Limiares de dano econômico de *Conyza* spp. na cultura da soja obtidos por Trezzi et al (2013) apontam que a interferência causada por baixas densidades (quatro plantas m<sup>-2</sup>) é suficiente para causar dano econômico na cultura. Vale lembrar que estes níveis podem ser alterados se as plantas venham apresentar resistência aos herbicidas testados. Novamente para *Conyza*, independente do tratamento, este seria inferior a uma planta m<sup>-2</sup>, explicitando a necessidade de controle da espécie, já que em casos de alta população (média de 13,3 plantas m<sup>-2</sup>) reduz-se o rendimento médio da cultura em até 35% (TREZZI et al., 2013). Ademais, este controle impede que novas sementes sejam produzidas e espalhadas a campo, já que uma planta pode produzir mais de 150 mil sementes que irão herdar a característica da resistência e que podem permanecer viáveis no solo por até três anos (WU et al., 2007).

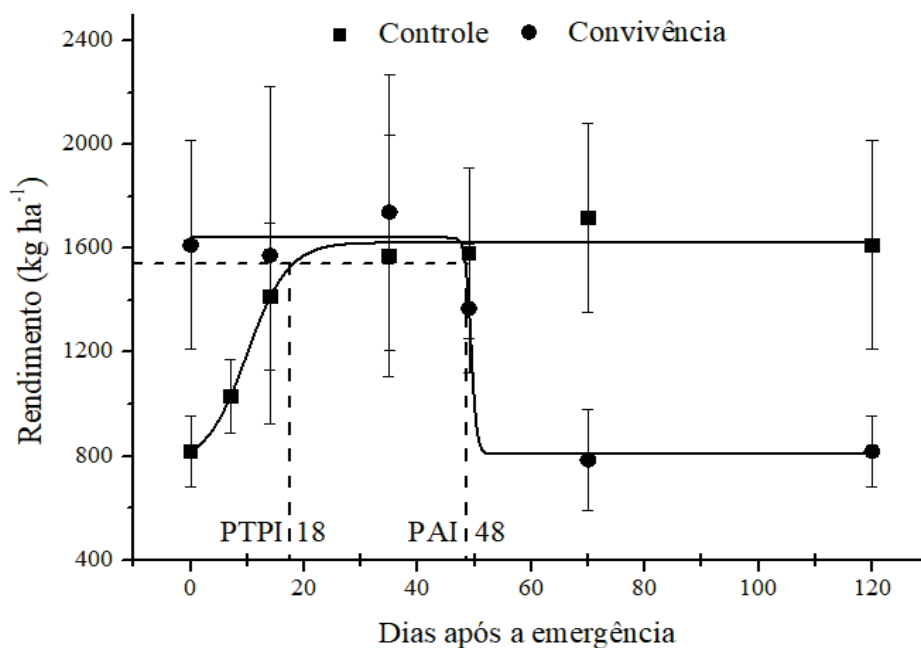
### 3.3 PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA

A comunidade infestante presente no experimento a campo foi composta por quatro espécies majoritárias, ocupando posição de destaque uma monocotiledônea (*Paspalum notatum*) que manteve seu Índice de Importância Relativa (IR) acima de 45 % durante todo o ciclo da cultura e uma espécie eudicotiledônea (*I. hederifolia*) que teve seu Índice de Importância Relativa (IR) acima de 9% durante o ciclo da cultura. Estes valores relativos foram obtidos principalmente devido a elevada densidade de *P. notatum* e elevado acúmulo de massa seca de *I. hederifolia* a partir dos 45 dias após a emergência da cultura. Outras espécies como nabiça (*Raphanus raphanistrum*) e tiririca (*Cyperus rotundus*) foram identificadas convivendo com a cultura até os 42 dias após sua emergência.



**Figura 3.** Importância relativa (%) das diferentes espécies componentes da comunidade infestante na área experimental ao longo dos períodos de avaliação (dias após a emergência).

Quanto aos períodos de interferência, comparando-se o rendimento da soja obtida na ausência total de plantas daninhas (testemunha no limpo) com a obtida na presença destas durante todo o ciclo (testemunha no mato), verificou-se redução de 50 % no rendimento de grãos (Figura 4).

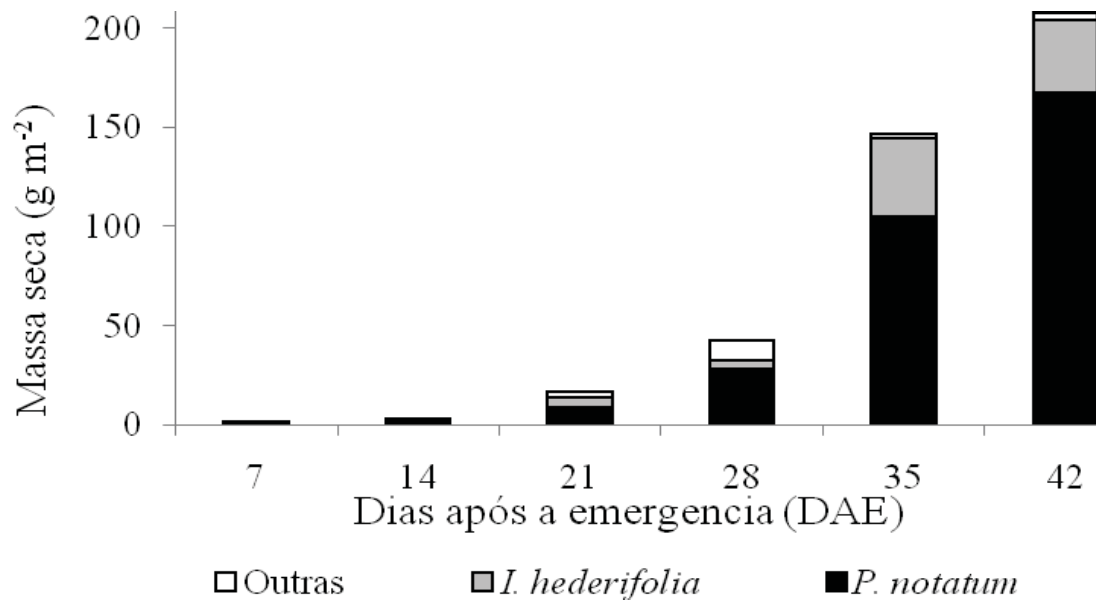


**Figura 4.** Rendimento de grãos de soja (kg ha<sup>-1</sup>), em função dos períodos de convivência (sujo) e controle (limpo) com as plantas daninhas. Convivência ( $Y=(765,93-1.622,75)/(1+\exp(x-9,95)/3,61)$ ),  $R^2=0,98$ . Controle ( $Y=(1.552,48-806,82)/(1+\exp(x-49,64/0,57))$ ),  $R^2=0,92$ .

A regressão obtida,  $Y=(1.552,48-806,82)/(1+\exp(x-49,64/0,57))$   $R^2=0,92$ ), indica um limiar de rendimento de 1.552,48 kg ha<sup>-1</sup> obtido aos 18 dias após a emergência em tratamentos de controle (PTPI), ou seja, plantas daninhas que emergiram após esse período não causaram dano significativo no rendimento. Para tratamentos de convivência a regressão calculou limiar de rendimento de 1.622,75 kg ha<sup>-1</sup> obtida aos 48 dias após a emergência (PAI) sendo esse o período que a cultura suportou a convivência com as plantas daninhas. Devido à quantidade de fatores bióticos e abióticos que interferem nos períodos de competição, podemos encontrar na literatura valores de PAI de 10 até 50 dias após a emergência da soja (CARVALHO; VELINI 2001; SILVA et al 2009).

No presente trabalho o valor de PAI foi maior do que o PTPI, o que significa que a variedade de soja utilizada no estudo se mostrou em situação competitiva superior à população de plantas daninhas durante os estádios iniciais de crescimento. Rodrigues et al. (2010), em trabalho com o sorgo granífero BRS 310 (*Sorghum bicolor*) encontraram situação semelhante, bem como Silva et al., (2012) avaliando períodos de interferência de plantas daninhas em girassol (*Helianthus annuus*). Diante desta situação, recomenda-se o controle de plantas daninhas no ciclo da cultura, entre qualquer um dos períodos determinados, entre 18 e 48 dias. Parte dos motivos que podem explicar esta competitividade das plantas de soja está o hábito de crescimento indeterminado da cultivar, o que garante plasticidade e capacidade de se adaptar a diversos arranjos espaciais, dados que corroboram com Agostinetto et al., (2009) estudando a interferência de diferentes densidades de papuã (*Brachiaria plantaginea*) na cultura da soja.

Por outro lado, com relação as plantas daninhas, estas obtiveram baixo acúmulo de massa seca até 14 dias após a emergência da cultura (Figura 5). Tal fato pode ser explicado pelo regime hídrico com menores precipitações médias nos meses de cultivo, e a um pequeno banco de sementes de espécies problemáticas como as anteriormente estudadas no trabalho.



**Figura 5.** Massa seca acumulada pelas plantas daninhas (g m<sup>-2</sup>) presentes na área experimental em diferentes dias após a emergência da cultura.

#### 4. CONCLUSÕES

Glufosinato e o glifosato + 2,4-D (820 + 780 g e a ha-1) apresentaram maior capacidade de controle de plantas daninhas que o glifosato (720 g e a ha-1). A perda de produtividade de soja foi de 0,85; 2,12; encontrado para cada planta de *E. heterophylla*, *I. hederifolia*, *R. brasiliensis* e *Conyza* spp. respectivamente. Houve uma perda de rendimento de grãos de soja de 50% no tratamento com interferência de plantas daninhas durante todo o ciclo. O manejo de plantas daninhas de soja deve ocorrer entre 18 e 48 dias após sua emergência. O nível de dano econômico de produção de soja sugerido é inferior a uma planta de *Conyza* spp. e *R. brasiliensis* por m<sup>-2</sup>. O uso de glufosinato e glifosato + 2,4-D na soja ENLIST E3™ proporciona maior flexibilidade no uso de herbicidas em relação ao manejo de plantas daninhas.

## 5. REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; VARGAS, L. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. **Embrapa**, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/1074026>. Acesso em: 06/08/2018.

AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; GALON, L.; MORAES, P.V.D. de; FONTANA, L.C. Competitividade relativa da soja em convivência com papuã (Brachiariaplantaginea). **Scientia Agraria**, v.10, p.185-190, 2009.

BELUCI, L.R.; BACHA, A.L.; BARROSO, A.A.M.; ALVES, P.L.C.A. One-eye-set sugarcane susceptibility to weed interference. **An Acad Bras Cienc**. 2018 Oct-Dec; v. 90, p.3513-3523.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M. Período crítico de competição de uma comunidade natural de mato em soja [*Glycinemax* (L.) Merrill]. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA**, 1, 1978, Londrina.Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1978. p.151-157.

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

CARVALHO, F.T., VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja: I - cultivar iac-11. **Planta daninha** [online]. 2001, vol.19, n.3 [cited 2019-11-16], pp.317-322.

CARVALHO, F.T. et al. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.145-150, 2002.

CASTRO, E. CARBONARI, C.Efeito da aplicação diurna e noturna de glufosinate no acúmulo de amônia, taxa de transporte de elétrons e controle de plantas daninhas. **Repositório Institucional UNESP**. Tese de doutorado. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/180681>>.

**CEPEA - Centro de Pesquisas Avançadas em Economia Aplicada** - Relatórios Agrícolas. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/relatorios-agricolas.aspx>. Acesso em 10/10/2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Índices de Preços**. Disponível em: <http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>. Acesso em: 10/10/2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível: [www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_03\\_13\\_14\\_15\\_33\\_grao\\_](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_03_13_14_15_33_grao_). Acesso em : 05/06/2019.

COUSENS R.D. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. **J AgricSci**. 1985; 105:513-21.

DAS, T.K. 2008. Weed science: basics and applications. 901 p. **Jain Brothers Publishers**, New Delhi, India

DIESEL, F. Investigação da tolerância de *Borreria latifolia* (Aubl) e *Richardia brasiliensis* (Gomes) a Glyphosate e competitividade com a cultura da soja. 2016. 170 f. **Dissertação (Doutorado em Agronomia)** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA).- Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Serviço de Produção de Informação**; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999a. 412p.

FORTE, C. et al. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. Revista **Brasileira de Ciências Agrárias – Brazilian Journal of Agricultural Sciences**. DOI:10.5039/agraria.v12i2a5444.

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

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

KALSING, A.; VIDAL, R.A. Nível de dano econômico aplicado à herbologia - revisão. Pesticidas: **R. Ecotoxicol. Meio Amb.**, v. 20, n. 1, p. 43-56, 2010.

KOZLOWSKI, Luiz Alberto. Eficácia de herbicidas de manejo no controle de *Richardia brasiliensis* em semeadura direta na cultura do feijoeiro. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 149-154, dez. 2001.

LINDQUIST J.L, KROPFF M.J. Applications of an ecophysiological model for irrigated rice (*Oryza sativa*) – *Echinochloa* competition. **Weed Sci.** 1996;44:52-6.

MUELLER-DOMBOIS D, ELLENBERG H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley& Sons; 1974.

OLIVEIRA, V. C. DALCHIAVON, F C. Investimentos na aplicação de defensivos agrícolas na região do Médio-Norte do estado Matogrossense. **Rev. de Ciências Agrárias** [online]. 2019, vol.42, n.1, pp.281-290.

OLIVEIRA, M.C.; PEREIRA, G.A.M.; FERREIRA, E.A.; SANTOS, J.B.; KNEZEVIC, S.K.; WERLE, R. Additive design: the concept and data analysis. **Weed Research**, v. 58, p. 1-10, 2018.

OSIPE, J.B. et al. Spectrum Of Weed Control With 2,4-D And Dicamba Herbicides Associated To Glyphosate Or Not. **Planta daninha** [online]. 2017, vol.35 [cited 2020-04-15] Epub Sep 04, 2017. ISSN 0100-8358. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582017350100053>.

PICCININI, F. et al. Interference of Morning Glory in Soybean Yield. **Planta daninha** [online]. 2018, vol.36 [cited 2020-04-15]. Epub Sep 03, 2018. ISSN 0100-8358. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100063>.

PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS**, 15., 1984, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: 1984. p. 37.

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

PIASECKI, C.; RIZZARDI, M.A. Grain yield losses and economic threshold level of GR<sup>®</sup> F<sub>2</sub> volunteer corn in cultivated F<sub>1</sub> hybrid corn. **Planta Daninha**, 2017.

RIZZARDI, M.A. et al. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta daninha** [online]. 2004, vol.22, n.1 [cited 2020-04-15], pp.29-34. ISSN 0100-8358. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582004000100004>.

ROBINSON, A., SIMPSON, D., & JOHNSON, W. Response of Aryloxyalkanoate Dioxygenase-12 Transformed Soybean Yield Components to Postemergence 2,4-D. **Weed Science**. 2015, 63(1), 242-247. doi:10.1614/WS-D-14-00036.1

RODRIGUES, A.C.P. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta daninha** [online]. 2010, vol.28, n.1 [cited 2019-11-16], pp.23-31.

SBCPD – **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, 1995. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD.

SILVA, A.F. et al. Período anterior à interferência na cultura da soja-RR em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta daninha** [online]. 2009, vol.27, n.1 [cited 2019-11-16], pp.57-66.

SILVA, J.I.C. et al. Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta daninha** [online]. 2012, vol.30, n.1 [cited 2019-11-16], pp.27-36.

SIMPSON, D. M. et al. Enlist weed control systems for controlling horseweed (*Conyza Canadensis*) in Enlist Soybean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.15, p.1-13, 2017.

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

TAKANO, HUDSON KAGUEYAMA ET AL. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 1-13, abr. 2013. ISSN 2236-1065.

TIRONI SP, GALON L, SILVA AA, BARBOSA MHP, SILVA AF, FERREIRA EA. 2016. Economic threshold levels for signal grass control in sugarcane cultivars. **Planta Daninha**. 34:649–656.

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

TREZZI, M. M. et al. Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes. **J. Environ. Sci. Health Part B**, v. 40, n. 1, p. 101-109, 2005.

TREZZI MM, BALBINOT Jr AA, BENIN G, DEBASTIANI F, PATEL F & MIOTTO JR E (2013) Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyzabonariensis*). **Planta Daninha** 31, 543–550.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Estimativa de produção mundial**. 2018. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja/>. Acesso em: 05/06/2019

VIDAL RA, KALSING A, GOULART ICGR, LAMEGO FP & CHRISTOFFOLETI PJ (2007) Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyzabonariensis* e *Conyzacandensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha** 25, 309–315.

VIDAL, R. A. et al. Nível crítico de infestantes em culturas anuais. Porto Alegre: **Evangraf**, 2010. p. 57-72.

VAN ACKER, R. C.; SWANTON, C. J.; WEISE, S. F. The critical period of weed control in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Weed Science**, v. 41, p. 194-200, 1993.

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

WILKERSON, G. G , S. A. MODENA, AND H. D. COBLE.1988. HERB v2.0: Herbicide decision model for post emergence weed control in soybeans, **Users manual. Bull. No. 113, Crop Sci. Dep.**, N. C. State Univ.,Raleigh, N.C.

WRIGHT T.R. et al. Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicides provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. **Proc Nat Acad Sci USA**. 2010;107:20240-5.

WU, H. et al. Germination, persistence, and emergence of flax leaf fleabane (*Conyzabonariensis* [L.] Cronquist). **Weed Biol. Manag.**, v. 7, p. 192-199, 2007.

ZHANG, S., LI, Y., KONG, C. AND XU, X. (2016). Interference of allelopathic wheat with different weeds. **Pest Management Science**, 72, 172- 178.