

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DO HERBICIDA
SAFLUFENACIL EM PRÉ-EMERGÊNCIA DA CULTURA DA SOJA**

RONEI BEN

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU - SP

Julho - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DO HERBICIDA
SAFLUFENACIL EM PRÉ-EMERGÊNCIA DA CULTURA DA SOJA**

RONEI BEN

Orientador: Prof. Dr. Caio Antonio Carbonari

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU – SP

Julho – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Ben, Ronei, 1987-
B456a Avaliação da seletividade do herbicida saflufenacil em pré-emergência da cultura da soja / Ronei Ben. - Botucatu : [s.n.], 2016
 v, 81 f. : fots. color., grafs. color., tabs.

 Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016
 Orientador: Caio Antonio Carbonari
 Inclui bibliografia

 1. Soja - Doenças e pragas. 2. Herbicidas. 3. Seletividade. 4. Lipoperoxidação. I. Carbonari, Caio Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

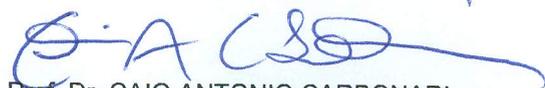
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ESTUDO DA SELETIVIDADE DO HERBICIDA SAFLUFENACIL APLICADO EM DIFERENTES PERÍODOS PRÉ-SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA"

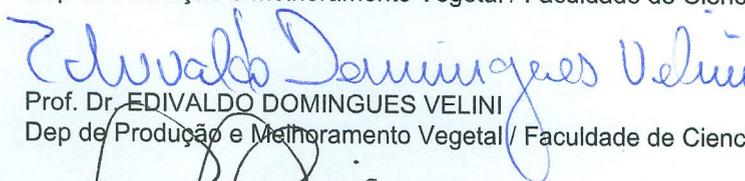
AUTOR: RONEI BEN

ORIENTADOR: CAIO ANTONIO CARBONARI

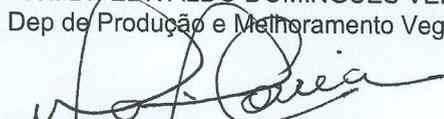
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI
Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronomicas de Botucatu



Prof. Dr. EDIVALDO DOMINGUES VELINI
Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronomicas de Botucatu



D. MARCELO ROCHA CORRÊA
TECHFIELD ASSESSORIA E CONSULTORIA EM AGRICULTURA LTDA

Botucatu, 06 de setembro de 2016.

Ao meu pai Rudinei Ben, a minha mãe Rosane Alves Ben, as minhas irmãs Raqueli Ben e Renieli Ben, ao meu irmão Lucas e a minha esposa Ana Karine de Aquino Nunes Ben.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus

A minha esposa Ana Karine de Aquino Nunes Ben

Aos meus pais, Rudinei Ben e Rosane Alves Ben

As minhas irmãs, Raqueli Ben, Renieli Ben e ao meu irmão Lucas Ben

Ao meu orientador, Prof. Dr. Caio Antonio Carbonari

Aos colegas de laboratório Edicarlos Batista de Castro, Gilmar José Picoli Júnior, Diego Belapart, Plínio Saulo Simões, Renan Fonseca Nascentes, Giovanna Larissa Gimenes Cotrick Gomes, Ana Karollyna Alves de Matos, Gabrielle de Castro Macedo

Aos funcionários do laboratório do Núcleo de pesquisas Avançadas em Matologia, (NUPAM), José Guilherme Cordeiro, José Roberto M. Silva e Luis Marcelo Siono

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura) e à Faculdade de Ciências Agronômicas

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

.

Eu agradeço.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY	2
3 INTRODUÇÃO	4
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1. A cultura da soja	7
4.2. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja.....	9
4.3. Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja	11
4.5. Seletividade de herbicidas.....	15
4.6 Lipoperóxidos e Extravasamento de Eletrólitos	18
5 MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1 EXPERIMENTOS EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	20
5.1.1 Local de instalação e delineamento.....	20
5.1.2 Implantação da cultura da soja.....	22
5.1.3 Avaliações realizadas.....	23
5.1.3.1 Avaliações de fitointoxicação	23
5.1.3.2 Produtividade da soja	24
5.2 EXPERIMENTOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO.....	24
5.2.1 Avaliações realizadas	26
5.2.1.1 Avaliações de fitointoxicação e controle	26
5.2.1.2 Avaliação dos teores de clorofila A, B e Carotenoides.....	27
5.2.1.3 Quantificação dos teores de lipoperóxidos.....	27
5.2.1.4 Avaliações de altura de plantas e massa seca da parte área	28
5.2.1.5 Avaliação do Extravasamento de eletrólitos nas plantas de soja	28
5.3 Análise dos dados	30
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1 EXPERIMENTOS EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	31
6.2 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO (SOLO ARGILOSO).....	45
6.3 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO (SOLO ARENOSO).....	58
7 CONCLUSÕES.....	69
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade do herbicida saflufenacil para a cultura da soja. Para tanto, foram conduzidos quatro experimentos, sendo dois a campo e dois em casa-de-vegetação. Os dois experimentos à campo foram conduzidos nos meses de dezembro de 2014 à abril de 2015, no município de Nova Maringá-MT. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, as variedades de soja utilizadas foram a TMG 132 RR e BIOGENE 4377 RR. Os tratamentos foram compostos de glyphosate + saflufenacil nas doses de 1080+35 g ha⁻¹ e 1080+49 g ha⁻¹ e glyphosate (1080 g ha⁻¹) aplicado aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura da cultura, uma testemunha sem qualquer intervenção no manejo de plantas daninhas e uma testemunha que foi capinada durante todo o ciclo da cultura. As variáveis analisadas foram fitointoxicação (7, 14 e 28 dias após a emergência da cultura), altura de plantas, estande de plantas, número de vagens, número de grãos por vagem e a produtividade da cultura. Nos experimentos em casa de vegetação, a cultivar de soja utilizada foi a TMG 7062 IPRO. Em cada experimento, os tratamentos foram constituídos pela aplicação do herbicida saflufenacil associado com herbicida glyphosate em três épocas de aplicação em pré-semeadura da cultura e uma testemunha sem aplicação. Desta forma, os tratamentos foram arrançados em um esquema fatorial 3x2, onde 2 foram os tratamentos herbicidas, sendo duas doses de saflufenacil (35 e 49 g i.a. ha⁻¹) e 3 épocas de aplicação dos herbicidas em pré-semeadura da cultura e uma testemunha (sem aplicação). As variáveis avaliadas foram fitointoxicação (14 e 28 D.A.E), altura de plantas (14 e 28 D.A.E), massa seca da parte aérea, clorofila *a*, *b* e carotenoides (14 e 28 D.A.E), extravasamento de eletrólitos (14 e 28 D.A.E) e lipoperóxidos (14 e 28 D.A.E). Nos experimentos a campo, o herbicida saflufenacil foi seletivo para a cultivar TMG 132 RR, independentemente da dose utilizada ou da época aplicada. Já para a cultivar BG 4377 RR, o herbicida saflufenacil causou redução na produtividade da cultura, independentemente da dose aplicada. Nos experimentos em casa de vegetação foi perceptível que o teor de argila influenciou diretamente, no poder de dano do herbicida saflufenacil, sendo que as maiores reduções de matéria seca da parte aérea foram observados quando, as plantas de soja foram conduzidas em solo arenoso. Entretanto outros experimentos devem ser conduzidos em solos arenosos a nível de campo para maiores conclusões.

2 SUMMARY

SELECTIVITY OF HERBICIDE SAFLUFENACIL FOR SOYBEAN CROP

Botucatu, 2016. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RONEI BEN

Adviser: CAIO ANTONIO CARBONARI

This study aimed to evaluate the selectivity of saflufenacil herbicide for soybeans. Therefore, four experiments were conducted, two field and two home-de-vegetation. The two experiments the field were conducted from December 2014 to April 2015, in Nova Maringa-MT. The experimental design was a randomized complete block design with four replications, the soybean varieties used were TMG 132 RR and BG 4377 RR. The treatments consisted of glyphosate + saflufenacil at doses of 1080 + 35 g ha⁻¹ and 1080 + 49 g ha⁻¹ and glyphosate (1080 g ha⁻¹) applied at 21, 14, 7 and 0 days before crop sowing, a control without any intervention in the management of weeds and a witness who was weeded throughout the crop cycle. The

variables analyzed were phytointoxication (7, 14 and 28 days after emergence of the crop), plant height, plant stand, number of pods, number of seeds per pod and crop and productivity. In the experiments in the greenhouse, the soybean cultivar used was TMG 7062 IPRO. In each experiment, the treatments were the application of saflufenacil associated with herbicide glyphosate in three application times in pre-seeding of culture and a control without application. Thus, the treatments were arranged in a factorial scheme 3x2, where 2 were the herbicide treatments, two doses of saflufenacil (35 and 49 g a.i ha⁻¹) and 3 times of application of herbicides in pre-sowing culture and a control (no application). The variables were phytointoxication (14 and 28 DAE), plant height (14 and 28 D.A.E), shoot dry mass, chlorophyll a, b and carotenoid (14 and 28 D.A.E), electrolyte leakage (14 and 28 D.A.E) and lipoperoxide (14 and 28 D.A.E). In the field experiments, the saflufenacil herbicide was selective for the cultivar TMG 132 RR, regardless of dose or time applied. As for the farming BG 4377 RR, the saflufenacil herbicide caused a reduction in crop productivity, regardless of the applied dose. In the greenhouse experiments it was noticeable that the clay content directly influenced in the power of damage saflufenacil herbicide, with the largest reductions in dry matter of shoots were observed when soybean plants were conducted in sandy soil. However other experiments should be conducted in sandy soil at the field level to further conclusions.

Keywords: desiccation, electrolyte leakage, *Glycine max* L., lipoperoxide, saflufenacil.

3 INTRODUÇÃO

Segundo o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), a produção de grãos para a safra 2015/16 está estimada em 210,5 milhões de toneladas. O crescimento deverá ser de 1,4% em relação à safra anterior. A área plantada prevista ficará entre 58,5 milhões de hectares com crescimento previsto de 0,9% se comparada com a safra 2014/15. Neste contexto, a cultura da soja, é considerada a principal cultura, ocupando 56% da área cultivada no país.

A cultura da soja está entre as mais plantadas no mundo, segundo o USDA (2016), ocupando cerca de 118,135 milhões de hectares ao redor do mundo com produção superior aos 300 milhões de toneladas na safra 2014/2015. Segundo este mesmo órgão, os Estados Unidos foram os maiores produtores de soja no mundo, com uma área de 33,614 milhões de hectares e o Brasil vem em segundo, com uma área de 31,573 milhões de hectares.

No Brasil, a cultura da soja é plantada de norte a sul do país, com diferentes níveis de tecnologia, com plantio quase todos os meses do ano, nas mais diferentes

regiões produtoras do país. Segundo a CONAB (2016), os estados de Mato grosso, Rio Grande do Sul e Paraná são os maiores produtores de soja no país.

O sucesso da cultura passa principalmente pelo manejo de plantas daninhas, que podem causar até 100% de prejuízos na produtividade da cultura, seja competindo por água, luz, nutrientes e espaço ou mesmo atrapalhando no momento da colheita. Entre as mais diversas formas de controlar as plantas daninhas na cultura da soja, destaca-se o controle químico.

O controle químico das plantas daninhas tornou-se o principal método utilizado nas lavouras do Brasil, principalmente em extensas áreas de produção, as quais são predominantes no cerrado brasileiro. Grande parte das lavouras de soja dessa região é cultivada sob o sistema de semeadura direta, sendo o manejo da vegetação presente na área anterior à semeadura da cultura realizado com a aplicação de herbicidas dessecantes.

O manejo químico das plantas daninhas ganhou ainda mais importância com a adoção do plantio direto, substituindo o controle realizado por meio de arações e gradagens no cultivo convencional. Para seu sucesso, o plantio direto depende da dessecação ou manejo químico antes da semeadura das culturas (PROCÓPIO et al., 2006). Neste sentido a dessecação imediatamente anterior à semeadura é comumente identificada por “Desseque-Plante” ou “Aplique-Plante” (AP). Consiste na aplicação de um ou mais herbicidas (normalmente de ação sistêmica) no manejo, sendo que a escolha do produto ou produtos a serem utilizados na área, normalmente é realizada em função da composição florística da área e da densidade de infestação (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006).

Sabe-se que, a eficiência da dessecação da cobertura vegetal interfere na semeadura no sistema aplique-plante, se o produto utilizado não possuir rápida velocidade de dessecação ou promover controle ineficiente. A presença das plantas daninhas não controladas adequadamente pode dificultar a operação de semeadura e oferecer impedimento mecânico, dificultando a emergência da cultura (CONSTANTIN et al., 2008). Tal processo também é decisivo na eficiência dos herbicidas aplicados em pós-emergência (CONSTANTIN et al., 2009).

Um dos principais produtos químicos, de ação total, utilizados para este tipo de manejo é o glyphosate, um herbicida não-seletivo, de ação sistêmica, utilizado no controle de plantas daninhas anuais e perenes. Porém, este herbicida apresenta baixa eficiência

no controle de algumas espécies de plantas daninhas, tais como *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia* e *Richardia brasiliensis* (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2003). Com um manejo ineficiente podem ocorrer rebrotas e intensa infestação da área, com dificuldades à ação de herbicidas utilizados após a semeadura da cultura (LIMA e MACHADO-NETO, 2001).

Dentro desse contexto, o herbicida saflufenacil é um produto de ação dessecante com excelente desempenho sobre as espécies de plantas daninhas de difícil controle em diversas culturas, podendo apresentar importante alternativa no controle de plantas daninhas resistentes a outros dessecantes (MILLÉO et al., 2010). Este produto pode ser aplicado de forma isolada ou em mistura com glyphosate no manejo de um amplo espectro de espécies de dicotiledôneas, incluindo àquelas resistentes a inibidores da ALS e também da EPSPS (GROSSMANN et al., 2010).

Entretanto, um dos grandes problemas observados em cultivos em sucessão é a intoxicação de plantas não alvo, proporcionada por herbicidas que apresentam efeito residual (GREENLAND, 2003; SOLTANI et al., 2005; MANCUSO et al., 2011). Nesse contexto, vários relatos afirmam que o herbicida saflufenacil pode causar efeitos fitotóxicos à cultura da soja.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a seletividade do herbicida saflufenacil aplicado em diferentes períodos anteriores à semeadura da cultura soja.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1. A cultura da soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a oleaginosa mais cultivada no mundo, originária do Extremo Oriente, é a base da alimentação dos povos da região da China, Japão e Indonésia (MATOS, 1987).

Entretanto, a soja que atualmente é cultivada no mundo inteiro, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que esta cultura, juntamente

com o trigo, o arroz, o centeio e o milho, era considerada um grão sagrado, com direito a cerimônias ritualísticas na época da sementeira e da colheita (EMBRAPA, 2004).

No Brasil, embora haja registros históricos que apontam para cultivos experimentais de soja na Bahia já em 1882, a introdução da cultura da soja tem o ano de 1901 como marco principal, é quando começam os cultivos na Estação Agropecuária de Campinas e a distribuição de sementes para produtores paulistas. O grão começa a ser mais facilmente encontrado no País a partir da intensificação da migração japonesa, nos anos 1908. Em 1914, é oficialmente introduzida no Rio Grande do Sul, estado que apresenta condições climáticas similares às das regiões produtoras nos Estados Unidos (origem dos primeiros cultivares, até 1975) (APROSOJA, 2014).

Atualmente o Brasil, é um dos principais produtores de soja do mundo. Nesse sentido, o crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. A mecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço (FREITAS, 2011). Essa evolução só foi possível devido ao massivo investimento em pesquisa e tecnologia nas últimas décadas, tanto de empresas privadas quanto de órgãos públicos, como a EMBRAPA e Universidades Federais e Estaduais ANDEF (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL) (2013).

A expansão da cultura da soja continuou em novos territórios do bioma Cerrado, estabelecendo uma nova fronteira agrícola chamada de Mapitoba – Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, no Norte e Nordeste do país. Apesar das condições edafoclimáticas ideais para o cultivo da soja, o crescimento contínuo da área cultivada nesta região enfrenta desafios, como avanço em logística para o transporte do grão e além disso, impasses na questão ambiental, na qual o código florestal tenta reduzir o desmatamento na região (FREITAS, 2011).

A soja é uma importante fonte de divisas para o Brasil, contribuindo com uma parcela significativa das exportações. Além disso, inúmeras famílias brasileiras, das mais diversas classes econômicas, dependem diretamente dos empregos gerados pelo complexo de produção, transporte e industrialização desta cultura. No entanto, o sucesso de todo esse

complexo é, ainda hoje, extremamente dependente das condições climáticas (FARIAS, et al. 2007).

Dentre outros fatores enfrentados na exploração da cultura, destaca-se a interferência de plantas daninhas.

4.2. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja

A cultura da soja sofre significativas perdas de produtividade quando exposta à competição com plantas daninhas, pois, as espécies invasoras competem pela luz solar, água e nutrientes, além de comprometer as operações mecanizadas na área e a qualidade do grão, como também pela liberação de compostos alelopáticos. Vale ressaltar que o crescimento, tanto da cultura quanto das plantas daninhas, depende da habilidade destas espécies em extrair os recursos existentes no ambiente em que vivem e, na maioria das vezes, o suprimento desses recursos é limitado (MALUTA et al., 2011).

Em experimento realizado por Procópio et. al (2004) estudando aspectos fisiológicos da soja e de três espécies de plantas daninhas (*Bidens pilosa*, *Desmodium tortuosum* e *Euphorbia heterophylla*), observaram que, apesar dessas espécies de plantas produzirem menor massa seca e menor enfolhamento do que a cultura, foram mais eficientes na utilização da luz por unidade de área foliar, e na utilização da água, ou seja, com uma menor quantidade de recursos conseguiram sobressair sobre a cultura da soja, apresentando maior potencial competitivo.

Em experimentos realizados por Fleck e Candemil (1995), utilizando a cultivar de soja BR-4, num sistema de plantio convencional, constataram que a interferência das plantas daninhas reduziu cerca de 37% o rendimento de grãos da cultura.

Segundo Lorenzi (2000), as interferências causadas pelas plantas daninhas reduzem a produção agrícola em cerca de 30 a 40%. Os prejuízos causados sobre a cultura da soja variam de acordo com as espécies infestantes existentes na área, com o tipo de cultivar utilizado e a intensidade de interferência que a cultura está sofrendo (VOLL et al., 2002).

A competição com as plantas daninhas é um dos fatores que mais afeta a produtividade da cultura da soja. O conhecimento das espécies de plantas daninhas infestantes

da área é importante para os produtores, pois facilita a utilização de um manejo adequado destas plantas e, principalmente, um monitoramento constante de qualquer tipo de mudança da flora daninha, tanto ao nível de espécies predominantes quanto de biótipos dentro de cada espécie (CHRISTOFFOLETI, 1998).

O manejo das plantas daninhas é essencial para o desenvolvimento da cultura da soja e pode ser realizado através de diversos métodos. É de fundamental importância o conhecimento do período apropriado para a realização desse manejo, ou seja, o período no qual a presença de plantas daninhas acarretará prejuízos posteriores (PITELLI e DURIGAN, 1984).

Em relação à avaliação da interferência imposta pelas plantas daninhas às culturas, as estimativas de perdas podem ser calculadas pelos períodos de interferência planta daninha-cultura, sendo o Período Anterior à Interferência (PAI), o Período Crítico de Prevenção a Interferência (PCPI) e o Período Total de Prevenção de Interferência (PTPI).

O PTPI é o período, a partir da emergência ou semeadura da cultura, em que esta deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que sua produtividade não seja afetada negativamente (PITELLI e DURIGAN, 1984).

Quando PAI é menor que o PTPI determina-se o Período Crítico de Prevenção a Interferência (PCPI). O PCPI é, por definição, o período do ciclo durante o qual a convivência da cultura com as plantas daninhas resultam em prejuízo na produtividade da espécie de interesse econômico, corresponde aos limites máximos entre os dois períodos (PAI e PTPI) (PITELLI e DURIGAN, 1984).

O PAI é o período em que, a partir da emergência ou semeadura da cultura, esta pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outras características sejam afetadas negativamente.

Vários autores apontam que na cultura da soja o PAI varia entre o 10° e o 33° dia após a emergência da soja (MESCHEDE et al., 2002; CONSTATIN et al., 2007; NEPOMUCENO et al., 2007; SILVA et al., 2009).

Carvalho e Velini (2001) estudaram os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja, cultivar IAC-11 relatando que o período anterior a interferência (PAI) foi de 49 dias e o período total de prevenção a interferência (PTPI) como

sendo de 20 dias. Deste modo, não houve período crítico de prevenção a interferência, pois o período anterior a interferência (49 dias) foi maior que o período total (PTPI).

Outro estudo foi realizado por Melo et al. (2001), visando avaliar os períodos de interferência de plantas daninhas em soja, utilizando-se dois espaçamentos, 30 e 60 cm. Dessa forma, concluíram que o PAI foi de sete dias, o PCPI localizou-se entre o sétimo e o 53º dia e o PTPI foi de 53 dias, para o espaçamento de 30 cm. Por outro lado, para o espaçamento de 60 cm, o PAI foi de 18 dias, o PCPI de 18 a 47 dias e o PTPI de 47 dias. Assim, a soja plantada em espaçamento menor tem o PAI menor, ou seja, o início do controle de plantas daninhas deve ser realizado mais precocemente.

Silva et al. (2009), utilizando diferentes níveis de infestação de plantas daninhas na cultura da soja, encontraram o PAI de 17 e 11 DAE da soja para os níveis de baixa e alta infestação de plantas daninhas, respectivamente, o que acarretou redução no rendimento de grãos da soja, em média, de 73% (área de baixa infestação) e 92,5% em área de alta infestação.

Nepomuceno et. al (2007) estudando os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja sob sistemas de semeadura direta (SSD) com a cultivar CD 201 e convencional (SSC) com a M-SOY6101, verificaram que os períodos críticos de prevenção da interferência foram dos 33 aos 66 DAE para a cultivar CD 201 no SSD e dos 34 aos 76 DAE para o cultivar M-SOY-6101 no SSC. A interferência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura reduziu, em média, 46% (SSD) e 32% (SSC) a produtividade de grãos da soja.

4.3. Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja

Dentre as diversas formas de manejo de plantas daninhas na cultura da soja, o controle químico das mesmas tornou-se o principal método utilizado nas lavouras de soja do Brasil, principalmente em extensas áreas de produção, as quais são predominantes no cerrado brasileiro.

No sistema de semeadura direta, o método químico é o mais utilizado no manejo de coberturas verdes e controle de plantas daninhas (CORREIA e REZENDE, 2002; GUIMARÃES et al., 2006). O uso de herbicidas para o controle das plantas daninhas é o método

mais eficiente e, especialmente em grandes áreas, o mais econômico (MAROCHI, 1993), uma vez que os cultivos e as capinas são incompatíveis com a tecnologia utilizada neste sistema de produção (CARVALHO et al., 2002).

A operação de manejo anterior à semeadura da soja, no sistema de semeadura direta, é fundamental para o desenvolvimento da cultura. A eliminação das plantas daninhas, nesse período, permite que a cultura tenha desenvolvimento inicial livre de interferências, além de proporcionar maior rendimento operacional e uniformidade da semeadura.

Entretanto, o controle químico das espécies daninhas em cultura agrícolas deve ser realizado aplicando-se os herbicidas em dosagens mínimas e necessárias para proporcionar períodos de controle suficientes para evitar perdas na quantidade e qualidade do produto colhido (DURIGAN e VICTÓRIA FILHO, 1983).

Além do sistema aplique-plante, o controle de plantas daninhas também pode ser realizado de forma antecipada. O sistema de manejo antecipado de plantas daninhas consiste na aplicação antecipada (em relação à semeadura da cultura) de um herbicida sistêmico não-seletivo. Essa antecipação em relação à data da semeadura deve ser por volta de 20 dias, podendo variar em função das condições climáticas e de infestação da área (OLIVEIRA JR et al., 2006).

Trabalhos têm demonstrado que uma dessecação planejada com antecedência pode trazer inúmeros benefícios para cultura (MAROCHI, 1996; PINTO et al., 1997), tais como melhor eficiência nas operações, menor infestação nas culturas, maior eficácia dos herbicidas aplicados em pós-emergência, eliminação da interferência da cobertura vegetal, que foi dessecada e que está emergindo, evitando-se perdas na produtividade (CONSTANTIN et al., 2009a; CONSTANTIN et al., 2009b).

Segundo Silva et al. (2006), a dessecação de *Brachiaria brizantha* deve ser feita em períodos iguais ou superiores que 14 dias antes da semeadura da soja. Oliveira Jr et al. (2006), testando diferentes sistemas de manejo, ressaltaram que o manejo antecipado de plantas daninhas na cultura da soja é mais eficiente que o sistema aplique-plante. Entretanto a eficiência do manejo deve variar conforme a população de plantas daninhas infestantes.

Com um manejo ineficiente na dessecação em pré-semeadura, podem ocorrer rebrotas e intensa re-infestação da área, com dificuldades à ação de herbicidas utilizados

após a semeadura da cultura (LIMA e MACHADO-NETO, 2001). Neste sentido, a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação é uma medida importante para o manejo de espécies plantas daninhas tolerantes e prevenção da resistência de plantas daninhas aos herbicidas. Dessa forma, é de suma importância o desenvolvimento de novas moléculas herbicidas direcionadas ao controle destas espécies (PEREIRA et al., 2010).

O grande número de ingredientes ativos registrados para a cultura de soja provoca dificuldades para a escolha do melhor produto para determinada situação. Tais dificuldades aumentam ainda mais com as possíveis associações desses compostos. A soja é a cultura que possui o maior número de ingredientes ativos registrados.

Segundo o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2003), no Brasil, estão registradas cerca de 228 produtos formulados para o controle de plantas daninhas na cultura da soja. Contudo, são 56 ingredientes ativos diferentes.

Com a liberação do cultivo de soja transgênica no Brasil, a utilização de glyphosate tem sido feita de forma maciça e, este fato contribui para o aumento de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Neste contexto, utilizar outros herbicidas com mecanismos de ação distintos do glyphosate pode contribuir para retardar ou prevenir a ocorrência de resistência na área destas espécies (CONSTANTIN et al., 2005).

Segundo Vidal et al. (1999), os herbicidas inibidores da PROTOX podem ser indicados como auxiliares na prevenção a resistência a herbicidas com outros mecanismos de ação. Apesar de possuírem, em geral, longo período de persistência no solo, podem ser classificados como de baixo risco em relação ao desenvolvimento de resistência (DAYAN; DUKE, 1997).

Portanto, o êxito da dessecação dependerá da disponibilidade de herbicidas eficazes na realização do controle das plantas daninhas antes da instalação da cultura. A associação de herbicidas na dessecação para a semeadura da soja com mecanismos de ação alternativos pode melhorar a eficiência da dessecação, respeitando o intervalo entre a dessecação e a semeadura (SANCHOTENE et al., 2008).

4.4. saflufenacil

O saflufenacil é um herbicida registrado recentemente no Brasil, sendo desenvolvido para aplicação em pré-emergência, pré-plantio incorporado ou pós-emergência em

inúmeras culturas, abrangendo cana-de-açúcar, milho, trigo, soja e algodão, controlando dicotiledôneas (BASF, 2008).

Na região Sudoeste do Paraná, vem sendo empregado principalmente na modalidade de dessecação. Não é um herbicida volátil, apresenta meia-vida ($t_{1/2}$) de uma a cinco semanas, sendo um ácido moderado, apresenta pKa de 4,3, solubilidade em água de 30 mg L⁻¹ a pH 5,0 e 2.100 mg L⁻¹ a pH 7,0 e pressão de vapor de 2,0 10⁻¹⁴ Pa a 25°C (BASF, 2008).

É um herbicida com excelente performance sobre plantas daninhas de difícil controle em diversas culturas, possuindo também grande importância no manejo de plantas daninhas resistentes a outros dessecantes (MILLÉO et al., 2010). Tal produto pode ser aplicado de forma isolada e em mistura com glyphosate no manejo de um amplo espectro de dicotiledôneas, incluindo àquelas resistentes a este último e inibidores da ALS (GROSSMANN et al., 2010).

O mecanismo de ação dos produtos deste grupo está relacionado com a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX), que atua na oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX (precursores da clorofila). Com a inibição da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogênio, que se difunde para fora do centro reativo, onde acontece uma oxidação não-enzimática da mesma. Cogita-se que a protoporfirina IX produzida pela via não enzimática não sofreria a atuação da Mg-quelatase para transformar-se em Mg-protoporfirina IX e/ou, que teria uma conformação estrutural diferente daquela produzida pela via normal (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Neste caso, ocorreria a interação entre oxigênio e luz para levar o O² ao estado singlet, o qual seria responsável, em última instância, pela peroxidação de lipídeos observada nas membranas celulares. Lipídeos e proteínas são oxidados, resultando em perda da clorofila e carotenóides e no rompimento das membranas, o que faz com que as organelas desidratem e se desintegram rapidamente. Quando aplicados em pré-emergência, estes herbicidas causam a morte das plantas que entram em contato com a camada de solo tratada (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

O herbicida saflufenacil aplicado em pré-emergência, pode ser utilizado com segurança em cultivares específicos de ervilha e soja, na dose de 100 g i.a. ha⁻¹. No entanto, não há uma margem de segurança aceitável para as culturas do feijão azuki e branco e em frutas

como o cranberry e laranja-lima (SOLTANI et al., 2010). Em estudo realizado por Soltani et al. (2009), o herbicida saflufenacil pode ser utilizado em pré-emergência das plantas, ou seja, com a aplicação no solo, com segurança, em milho em doses de até 200 g i.a. ha⁻¹.

Também pode ser utilizado em condição de pós-emergência da cultura do milho, sem a adição de adjuvante nas dosagens de 50 ou 100 g i.a. ha⁻¹. Em contrapartida, a aplicação desse herbicida em pós-emergência com um adjuvante resultou em prejuízos e perdas de produção de milho no campo (SOLTANI et al., 2009).

Costa (2010) realizou trabalho visando avaliar a seletividade do herbicida saflufenacil de forma isolada e em mistura, em aplicação de pós-emergência inicial sobre dez variedades de cana-de-açúcar em condição de cana-soca, em Nitossolo vermelho estruturado. Neste caso, o autor avaliou os seguintes tratamentos: saflufenacil + assist (0,07 kg ha⁻¹ + 0,5% vv⁻¹), saflufenacil + break thru (0,140 kg ha⁻¹ + 0,05% vv⁻¹), saflufenacil (0,280 kg ha⁻¹) e ametryn + clomazone (2,0 + 3,0 L ha⁻¹), aplicados aos 49 DAC (dias após o corte). Como resultados, observou-se, que todos os tratamentos químicos testados foram seletivos as diferentes variedades estudadas, não afetando o rendimento de colmos. Porém, em todas as avaliações, a dosagem de 2,0 + 3,0 L ha⁻¹ de ametryn + clomazone causou as maiores injúrias visuais nas variedades analisadas.

4.5. Seletividade de herbicidas

A seletividade é qualificada como sendo a capacidade de um herbicida controlar plantas daninhas que se encontram em uma cultura, sem reduzir o rendimento de grãos e a qualidade do produto final alcançado (DIESEL, et al. 2014). Muitos fatores estão envolvidos na seletividade de herbicidas à plantas cultivadas, considerando-se entre os principais, a dosagem e a formulação do herbicida aplicado, retenção e absorção pelas plantas, diferenças entre cultivares, translocação diferencial e destoxificação pela planta (OLIVEIRA Jr. e INOUE, 2011).

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola, sendo considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Uma vez que a base da seletividade aos herbicidas é o nível diferencial de tolerância das culturas e das plantas daninhas

a um tratamento específico, trata-se, portanto, de um fator relativo, e não absoluto. Quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha maior a segurança de aplicação (OLIVEIRA JR e INOUE, 2011).

Um herbicida seletivo é aquele que é muito mais tóxico para algumas plantas do que para outras dentro dos limites de uma faixa específica de doses e do método de aplicação e condições ambientais que procedem e sucedem a aplicação. Erros cometidos pelo usuário, tais como escolha imprópria do produto, época de aplicação, dose ou equipamento podem anular a diferença entre espécies tolerantes e susceptíveis e ambas podem ser injuriadas, ocasionando a perda da seletividade. A maneira pela qual a seletividade se expressa varia para cada combinação específica cultura planta daninha e é normalmente bastante específico (OLIVEIRA JR e INOUE, 2011).

Oliveira Jr. e Constantin (2001) relataram que dentre as características de um herbicida, a seletividade destaca-se como base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola, sendo considerada uma medida de resposta diferencial de diversas espécies de plantas daninhas a um determinado herbicida. Nesse sentido, Constantin (2001), afirma que o herbicida seletivo é aquele que é mais tóxico para algumas plantas do que para outras, considerando uma faixa específica de doses, métodos de aplicação e condições ambientais antes e após a aplicação.

Portanto, talvez o mais correto fosse julgar se determinado tratamento, e não um herbicida especificamente, é seletivo para determinada cultura. Por tratamento seletivo entende-se aquele que controla plantas indesejáveis (plantas daninhas) sem afetar seriamente aquelas que são de interesse (as culturas) (OLIVEIRA JR e INOUE, 2011).

Entende-se por seletividade a capacidade de um determinado herbicida em eliminar as plantas daninhas de uma cultura, sem reduzir a produtividade e a qualidade do produto de interesse econômico (NEGRISOLI et al., 2004). Por outro lado, Azânia et al. (2006), relataram que a seletividade é indicada pelas empresas de herbicidas a partir de ensaios, os quais procuram testar os novos herbicidas comparativamente com aqueles cujos efeitos são sabidamente conhecidos.

Sendo assim, a seletividade é a capacidade de um herbicida em eliminar plantas daninhas em uma determinada cultura, sem reduzir-lhe a produtividade (VELINI et al., 2000).

Segundo Oliveira e Freitas (2008) pode-se dizer que a seletividade dos herbicidas para as plantas depende da interação de diferentes fatores classificados em três categorias: i) fatores relacionados às características do herbicida ou ao método de aplicação (dose, formulação, localização espacial ou temporal do herbicida em relação à planta); ii) fatores relacionados às características das plantas (diferenças fisiológicas e morfológicas entre espécies de plantas, seletividade associada à retenção e absorção diferencial - superfície e ângulo de inserção foliar, forma, número e arranjo do dossel; idade das plantas, cultivar, tamanho da semente ou estrutura de propagação vegetativa, seletividade associada à translocação diferencial e; seletividade associada ao metabolismo diferencial - detoxificação; iii) antídotos ou “safeners”.

Ainda de acordo com Oliveira e Freitas (2008), o metabolismo diferencial ou detoxificação dos herbicidas pelas plantas é provavelmente o mais comum dos mecanismos que contribuem para a seletividade de herbicidas nas plantas. Uma planta capaz de tolerar um herbicida através deste mecanismo é capaz de alterar ou degradar a estrutura química do herbicida através de reações que resultam em substâncias menos tóxicas que a molécula original. Plantas que não possuem a habilidade de detoxificar um determinado herbicida são mortas enquanto que, plantas tolerantes, que possuem esta capacidade, sobrevivem.

A tolerância de variedades a herbicidas seria a capacidade inata de algumas espécies em sobreviver e reproduzir após o tratamento químico mesmo sofrendo injúrias e está relacionada com a variabilidade genética natural da espécie (CARDOSO et al., 2004).

Os estudos de seletividade dos herbicidas, normalmente são feitos em conjunto com a eficiência dos mesmos (Machado, 1988; Stroher e Haden, 1993; Osipe et al., 1997). Desta forma, há a possibilidade que os resultados de fitotoxicidade sejam confundidos devido a interferência das plantas daninhas. Portanto, em vista da necessidade de misturas de herbicidas para aumentar o espectro de controle e eficiência, torna-se primordial conhecer, também, os efeitos destas misturas sobre as culturas.

Segundo Velini et al. (1992), seletividade é a capacidade de um determinado herbicida eliminar plantas daninhas que se encontram em uma determinada cultura sem reduzir-lhe a produtividade e a qualidade do produto obtido. Considerando isto, não pode ser determinada apenas pela verificação ou não de sintomas de fitotoxicidade, pois são

conhecidos exemplos de herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem produzir-lhes efeitos visualmente detectáveis, assim, estudos indicam que existem herbicidas que provocam injúrias bastante acentuadas nas culturas, mas que permitem às mesmas, manifestar plenamente seus potenciais produtivos.

Para evitar que haja a fitointoxicação das plantas de interesse agrícola, é necessário estudar a seletividade destes produtos isolados e em associações com outros herbicidas. Nelson et al. (2007) reportaram que a seletividade expressa pelas plantas varia em função da dose e época de aplicação do herbicida.

Nesse sentido, a utilização indicadores bioquímicos, tais como os teores de lipoperóxidos pode ser uma alternativa para a avaliação da seletividade de herbicidas em culturas agrícolas.

4.6. Lipoperóxidos e Extravasamento de Eletrólitos

A lipoperoxidação pode ser definida como uma cascata de eventos bioquímicos resultante da ação de ERO sobre os lípidios insaturados das membranas celulares, levando à destruição de sua estrutura, falência dos mecanismos de troca de metabólitos e, numa condição extrema, à morte celular (BENZIE, 1996). As alterações nas membranas levam a transtornos da permeabilidade, alterando o fluxo iônico e de outras substâncias, o que resulta na perda da seletividade para entrada e/ou saída de nutrientes e substâncias tóxicas à célula, alterações das cadeias de DNA, entre outros (BABER e HARRIS, 1994).

A peroxidação de lípidios representa a última etapa e a ação física, propriamente dita, dos herbicidas relacionados direta ou indiretamente à fotossíntese. Aproximadamente 90% da membrana plasmática é composta de ácidos graxos insaturados, principalmente, ácido linolênico e ácido linoléico (MEROTTO JR. e VIDAL, 2001).

Cataneo et al., (2005) relataram que, após a utilização de diferentes doses do herbicida oxyfluorfen e em três estádios de desenvolvimento em plântulas de soja, os teores de lipoperóxidos foram mais elevados nas plantas de soja tratadas com oxyfluorfen, em comparação com as plantas controle, em todos os estádios de desenvolvimento analisados das plantas (16, 23 e 30 dias após a germinação). Os maiores teores de lipoperóxidos foram observados na maior concentração de oxyfluorfen 10000 mg L^{-1} nos estádios de

desenvolvimento de 16 e 23 dias após a germinação). Ainda segundo os autores, esses indicadores podem ser utilizados para previsão dos efeitos dos herbicidas inibidores de PROTOX, mesmo antes da sintomatologia visual ser evidenciada.

A resposta direta do dano às membranas celulares pela peroxidação lipídica é o extravasamento do conteúdo celular para o meio que estiver envolvendo os tecidos danificados (KRUSE et al., 2006), desestruturando diversos processos fisiológicos e metabólicos das plantas. Diversos autores, como Huang et al. (2004), Rubin (2012) e Langaro et al. (2014) relataram que essa condição de estresse celular pode ser avaliada através do extravasamento de eletrólitos, o que possibilita o aumento da compreensão dos danos causados pelos herbicidas nas culturas de estudo.

Carretero (2008) trabalhando com a aplicação do lactofen em plantas de soja, verificou aumento de até 58% no extravasamento de eletrólitos em folhas novas tratadas com este herbicida em comparação ao tratamento controle.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a seletividade do herbicida saflufenacil associado com glyphosate sobre a cultura da soja, aplicado em pré-semeadura da cultura, foram instalados 4 experimentos: 2 ensaios de campo e 2 ensaios em casa-de-vegetação.

5.1 EXPERIMENTOS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

5.1.1 Local de instalação e delineamento

Os experimentos 1 e 2 foram conduzidos na Fazenda Ribeirão Preto, que está localizada no município de Nova Maringá-MT, na latitude 13°40'9,086'' S e longitude 57°14'22,675'' W, sendo conduzidos entre os meses de dezembro de 2014 e abril de 2015. O solo das áreas é classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006) e as características químicas e físicas do solo estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo presente na área em que o experimento foi conduzido. Nova Maringá/ MT. 2014/2015.

pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ⁺² +Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	
CaCl ₂	H ₂ O	cmol _c dm ⁻³					
5,4	6,1	0,0	3,4	3,9	2,8	0,1	
P	M.O	Areia	Silte	Argila	Soma de Base (S)	CTC	Soma de Bases (V)
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	g kg ⁻¹			cmol _c dm ⁻³	%	
11,3	30,3	390	133	477	4,0	7,3	54,8

Fonte: Laboratório Agro Análise, Cuiabá, MT.

Segundo o sistema de Koppen, o clima na região de Nova Maringá-MT, é classificado como Aw, com clima tropical, o verão é muito chuvoso e inverno seco, com temperatura média de 25,4°C. Os dados de temperatura e pluviosidade durante a condução do experimento são apresentados nas figuras 1 e 2 respectivamente.

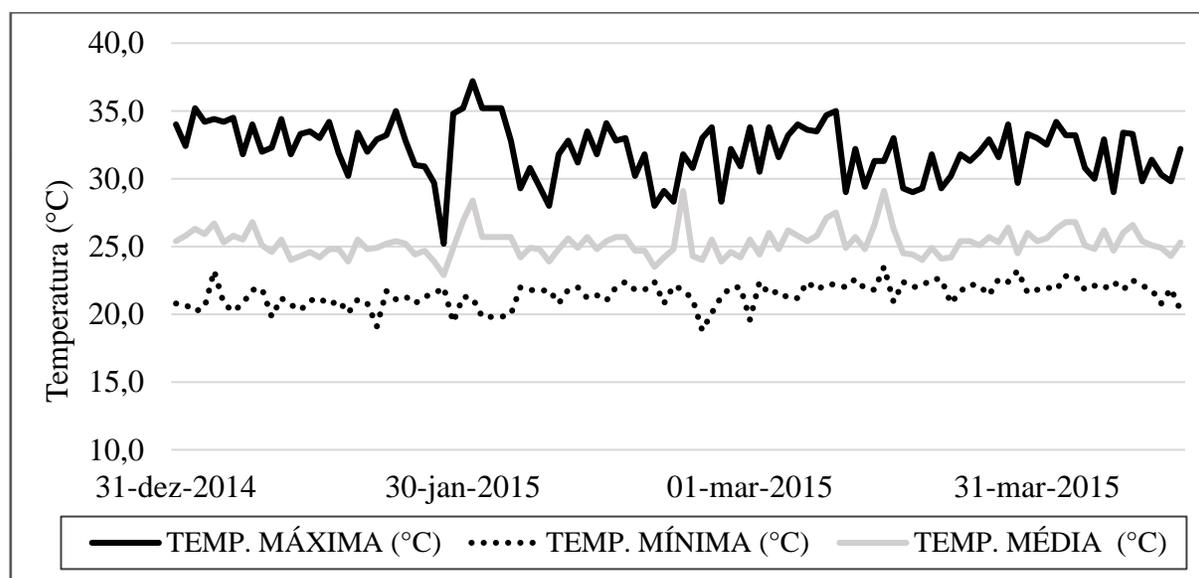


Figura 1. Temperaturas média, máxima e mínima durante a condução dos experimentos.

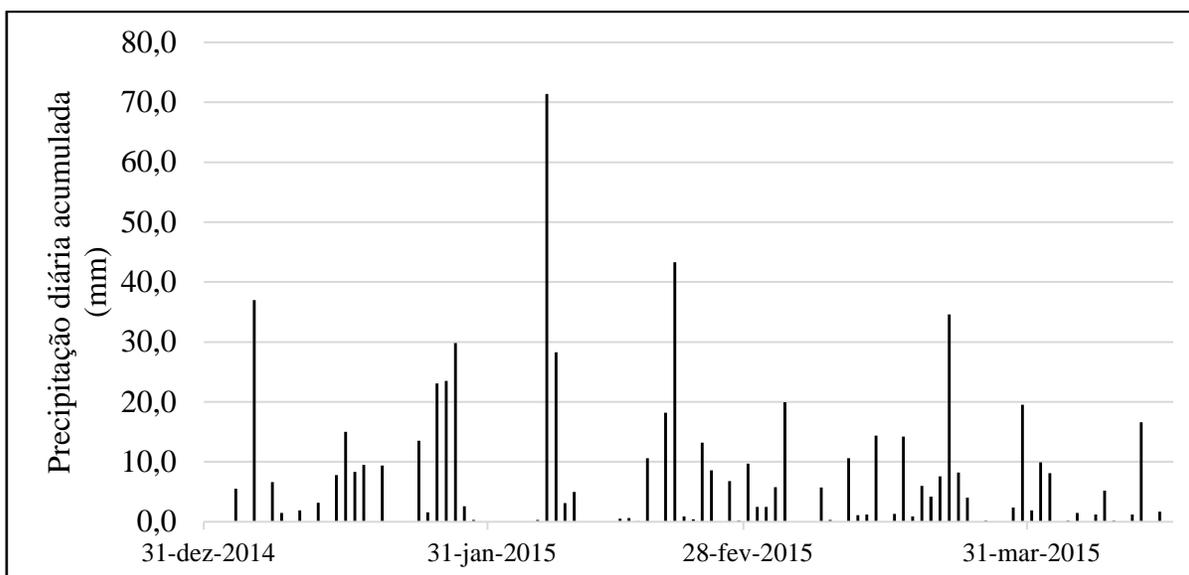


Figura 2. Precipitação diária (mm) durante a condução dos experimentos.

Em ambos os experimentos o delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e 4 repetições. Cada parcela tinha dez metros de comprimento e dez linhas da cultura, espaçadas entre si por 0,45 m, totalizando uma área de 45 m², sendo metade mantida capinada até a colheita da cultura e metade sem capina.

5.1.2 Implantação da cultura da soja

No experimento 1, foi semeada a cultura da soja, cultivar BIOGENE 4377 RR, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e população final de 300 000 plantas ha⁻¹ totalizando 60 kg de sementes ha⁻¹. Nas mesmas condições, para o experimento 2, foi semeada, a cultivar TMG 132 RR. Em cada experimento, os tratamentos foram constituídos pela aplicação do herbicida saflufenacil associado com herbicida glyphosate em quatro épocas de aplicação em pré-semeadura das cultura e uma testemunha sem aplicação. Desta forma, os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 4x2, onde 2 foram os tratamentos herbicidas, sendo duas doses de saflufenacil (35 e 49 g i.a. ha⁻¹) e 4 épocas de aplicação dos herbicidas em pré-semeadura da cultura (Tabela 2) e duas testemunhas (limpa e suja).

Tabela 3. Distribuição dos tratamentos nos ensaios 1 e 2. Nova Maringá/MT. 2014/2015.

Tratamentos	Épocas de aplicação (Dias antes da semeadura)			
	21	14	7	0
1	1080+35	-	-	-
2	-	1080+35	-	-
3	-	-	1080+35	-
4	-	-	-	1080+35
5	1080+49	-	-	-
6	-	1080+49	-	-
7	-	-	1080+49	-
8	-	-	-	1080+49
9	1080	-	-	-
10	-	1080	-	-
11	-	-	1080	-
12	-	-	-	1080
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-

As aplicações dos tratamentos herbicidas foram realizadas aos 0, 7, 14 e 21 dias após a emergência da cultura, conforme demonstrado na Tabela 3, para tanto foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante a base de CO₂, com pressão de 2 kgf cm⁻², equipado com 5 bicos XR 110.02, espaçados em 0,5 m, proporcionando volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Todas as aplicações foram realizadas respeitando o mínimo de 50% de umidade e máximo de 30° C.

Os demais tratos culturais que a cultura demandou foram realizados conforme a recomendação técnica. Antes da semeadura foi realizada a amostragem da quantidade de palha em todos os tratamentos e levantamento de plantas daninhas.

5.1.3 Avaliações realizadas

5.1.3.1 Avaliações de fitointoxicação

Avaliações de fitointoxicação à cultura foram realizadas visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos na cultura (DAA). Foi adotado a escala de notas de 0 (zero) a 100% (cem), onde zero indica ausência de controle ou de fitointoxicação, e 100% a morte de todas as plantas (SBCPD, 1995).

5.1.3.2 Produtividade da soja

Para a avaliação dos componentes de rendimento, no dia 15 de abril de 2014, foram coletadas manualmente 10 plantas aleatórias de cada parcela, totalizando 40 plantas por tratamento. Posteriormente, foi medida a altura de todas as plantas amostradas, contado o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e determinado a massa de 1000 grãos. A determinação da massa de 1000 grãos foi realizada de acordo com Brasil (1992).

Para a estimativa da produtividade por hectare, a colheita da soja foi realizada manualmente, colhendo-se as 3 linhas centrais da parcela e excluindo 1 m de cada bordadura, totalizando uma área de 10,8 m². Após a colheita das plantas, a debulha foi realizada por meio de máquina trilhadeira estacionária. Em seguida, as sementes foram limpas com o auxílio de peneiras e secas em condições naturais. Após pesagem das sementes, os dados foram extrapolados para kg ha⁻¹.

5.2 EXPERIMENTOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

Os experimentos 3 e 4 foram conduzidos em casa de vegetação no laboratório do Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente ao Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Botucatu/SP.

Nos dois experimentos foi utilizada a cultivar de soja TMG 7062 IPRO, cultivada em vaso de 2 litros com solo. O solo utilizado no experimento 3 foi coletado na área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP) e o para o experimento 4, foi coletado na Fazenda experimental de São Manuel. Portanto, os experimentos apresentavam texturas contrastantes (Tabela 4). A adubação do solo foi realizada mediante ao resultado da análise química do solo, conforme as recomendações técnicas para as culturas.

Tabela 4. Características físico-químicas das amostras de solos utilizadas nos experimentos 3 e 4. Botucatu/SP, 2016.

Experimentos	pH	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺
	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³				
3	4,2	8,0	62	19	13	0,8
4	5,4	0	14	24	16	1,0

	P (resina)	M.O	Areia	Silte	Argila	Soma de Base (S)	CTC	Soma de Bases (V)
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	g kg ⁻¹			mmol _c dm ⁻³		%
3	8	22	241	193	566	19	82	24
4	7	15	891	72	37	25	39	64

Fonte: Departamento De Recursos Naturais/Ciência Do Solo, FCA-UNESP. Botucatu, SP.

Em cada experimento, os tratamentos foram constituídos pela aplicação do herbicida saflufenacil associado com herbicida glyphosate em três épocas de aplicação em pré-semeadura das cultura além de uma testemunha sem aplicação. Desta forma, os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 3x2, onde 2 foram os tratamentos herbicidas, sendo duas doses de saflufenacil (35 e 49 g i.a. ha⁻¹) e 3 épocas de aplicação dos herbicidas em pré-semeadura da cultura (Tabela 5) e uma testemunha (sem aplicação).

Tabela 6. Distribuição dos tratamentos nos experimentos 3 e 4. Botucatu/SP, 2016.

Tratamentos	Épocas de aplicação (Dias antes da semeadura)		
	14	7	0
1	1080+35	-	-
2	-	1080+35	-
3	-	-	1080+35
4	1080+49	-	-
5	-	1080+49	-
6	-	-	1080+49
7	-	-	-

Para aplicação dos tratamentos descritos na Tabela 6 foi utilizado um pulverizador estacionário, pertencente ao NUPAM, constituído por uma barra de pulverização, com 1,5 metros de largura, que desloca-se por uma área útil de 6,0 m² no sentido do seu comprimento. A barra é tracionada por um conjunto de motor elétrico e modulador de frequência, tornando possível o controle da velocidade de trabalho da barra. A barra é equipada com quatro pontas de pulverização XR 110.02 VS, espaçadas em 0,5 m entre si, e dispostas a 0,5 m de altura em relação às unidades experimentais. A pressão de trabalho utilizada pelo equipamento é de 2,0 kgf cm⁻², com velocidade de 3,6 km h⁻¹ e consumo de calda de 200 L ha⁻¹.



Figura 3. Detalhes do momento da aplicação dos experimentos 3 e 4.

5.2.1 Avaliações realizadas

5.2.1.1 Avaliações de fitointoxicação e controle

Avaliações de controle das plantas daninhas e fitointoxicação à cultura foram realizadas visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos na cultura (DAA). Foi adotado a escala percentual de notas de 0 (zero) a 100 (cem), no qual zero indicou ausência de controle ou de fitointoxicação, e 100% a morte de todas as plantas (SBCPD, 1995).

5.2.1.2 Avaliação dos teores de clorofila *a*, *b* e Carotenoides

Para a quantificação do teor de clorofila nas folhas de soja foram coletados dois folíolos de cada planta, aos 14 e 28 dias após a emergência da cultura. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificadas e armazenadas em freezer (-80°C). Para a determinação do conteúdo de clorofila e carotenoides, amostras de 200 mg de tecido foliar fresco foram maceradas em nitrogênio líquido e acondicionadas em tubos “falcon” contendo 10 mL de acetona 80% (vv⁻¹). Os tubos foram mantidos em repouso, no escuro, durante 30 minutos e posteriormente centrifugados a 4000 rpm, durante 10 minutos. Coletou-se o sobrenadante para determinação do conteúdo das clorofilas *a*, *b* e carotenoides em espectrofotômetro. Os comprimentos de onda utilizados nas leituras foram 663, 647 e 470 nm. As determinações da clorofila (mg g⁻¹) foram baseadas nas equações abaixo relacionadas, segundo Lichenthaler (1987):

$$\text{Clorofila } a = (12,25 \times A_{663} - 2,79 \times A_{647});$$

$$\text{Clorofila } b = (21,5 \times A_{647} - 5,1 \times A_{663});$$

Carotenoides = (1000 x A₄₇₀ - 1,82 x Clorofila *a* - 85,02 x Clorofila *b*)/ 198; onde, A é a absorvância no comprimento de onda indicado.

5.2.1.3 Quantificação dos teores de lipoperóxidos

A peroxidação de lipídios foi determinada de acordo com a técnica descrita por Heath e Packer (1968). Para sua determinação dos teores de lipoperóxidos foram coletados dois folíolos de cada planta, aos 14 e 28 dias após a emergência da cultura. Após a coleta as amostras, estas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificadas e armazenadas em freezer (-80°C). Para sua quantificação dos teores de lipoperóxidos, amostras de 200 mg de tecido foliar fresco foram maceradas em nitrogênio líquido e acondicionadas em tubos “falcon” contendo 5 mL de solução contendo ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,25% e ácido tricloroacético (TCA) 10%. Os tubos foram centrifugados a 2000 rpm, durante 10 minutos. Após a centrifugação, os tubos foram incubados em banho-maria a 90°C por 1h.

Após este procedimento, os tubos foram acondicionados em uma bandeja com gelo para resfriar, após o resfriamento dos tubos. Posteriormente, foram novamente centrifugados a 2000 rpm, durante 10 minutos. Coletou-se o sobrenadante para determinação dos teores de lipoperóxidos em espectrofotômetro. Os comprimentos de onda utilizados nas leituras foram 540 e 600 nm. Para os cálculos, utilizou-se o coeficiente de extinção molar do malondialdeído ($155 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{cm}^{-1}$).

5.2.1.4 Avaliações de altura de plantas e massa seca da parte aérea

A determinação da altura das plantas foi realizada aos 14 e aos 28 dias após a emergência (DAE) e foi utilizado uma régua graduada para medida do comprimento da planta do solo até a primeiro trifólio completamente expandido. Aos 28 DAE, as plantas de soja foram cortadas rente ao solo e acondicionadas em sacos de papel e por fim, as amostras da parte aérea, foram secadas em estufa de circulação de ar forçado com temperatura constante de 40°C . Ao atingir massa constante o material foi pesado em balança Shimadzu (AY220) com 0,001g de precisão.

5.2.1.5 Avaliação do Extravasamento de eletrólitos nas plantas de soja

Para a determinação do extravasamento de eletrólitos nas plantas de soja, foram coletados, com auxílio de um furador de papel, 5 discos foliares com 3 mm de diâmetro e acondicionados em tubo falcon contendo 20 mL de água desionizada e, mantidas à temperatura de 25°C , durante 24 horas. Ao final desse período, foram efetuadas leituras de condutividade na solução da água, usando-se condutivímetro DIGIMED, modelo, CD 21, com eletrodo constante 1,0. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de massa fresca (HAMPTON e TEKRONY, 1995; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).



Figura 4. Detalhe do processo de quantificação do extravasamento de eletrólitos nas plantas de soja.



Figura 5. Detalhe do processo de quantificação de clorofila *a*, *b*, carotenoides e lipoperóxidos nas plantas de soja. A: Amostras para quantificação de pigmentos fotossintéticos. B: Amostras para a quantificação de lipoperóxidos.

5.3 Análise dos dados

Os resultados obtidos em ambos os experimentos, a campo e casa-de-vegetação, foram submetidos à análise fatorial pelo teste “F”. Quando necessário às médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade pelo programa ASSISTAT (SILVA, 2006).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 EXPERIMENTOS EM CONDIÇÃO DE CAMPO

A análise dos dados do experimento 1 revelou que a interação doses x épocas de aplicação antes da semeadura foi significativa ($p > 0,05$) para as variáveis, estande de plantas e fitointoxicação (14 e 28 DAE). Para as demais variáveis (altura de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes e produtividade estimada) a análise dos dados revelou efeito não significativo ($p > 0,05$) para a interação doses x épocas de aplicação.

Já no experimento 2, a interação dose x épocas de aplicação antes da semeadura foi significativa ($p > 0,05$) para as variáveis, estande de plantas e fitointoxicação (14 e 28 D.A.E) e número de grãos por vagem. As demais variáveis não apresentaram interação significativa.

Com relação ao estande de plantas, é possível observar (Tabela 7) que houve uma redução significativa na população final de plantas, quando o herbicida saflufenacil foi aplicado 7 e 0 dias antes da semeadura da cultura para a cultivar BG 4377. Dados

semelhantes foram observados para a cultivar TMG 132 (Tabela 7). Apesar de haver recomendação do herbicida saflufenacil para cultura da soja, ainda existem poucas citações na literatura sobre seu real efeito sobre a cultura. Além disso, existem muitos relatos de produtores que este herbicida pode causar injúrias a cultura da soja.

A adoção de populações abaixo da recomendada favorece o desenvolvimento de plantas daninhas e pode resultar em elevadas perdas no momento da colheita. Na soja, a obtenção de uma lavoura com população adequada depende de diversos fatores, como o bom preparo do solo, a semeadura na época indicada e com disponibilidade hídrica, a utilização correta de herbicidas, a correta regulagem da semeadora (densidade e profundidade) e a boa qualidade fisiológica da semente empregada (VAZQUEZ et al., 2008).

Experimentos realizados por Soltani et al. (2010), com sete leguminosas, [feijão azuki (*Vigna angularis* L. “Eramo”), feijão cranberry (*Phaseolus vulgaris* L. “Etna”), feijão lima (*Phaseolus lunatus* L. “Kingston”), ervilha (*Lathyrus odoratus* L. “Durango”), feijão snap (*Phaseolus vulgaris* L. “Matador”), soja (*Glycine max* L.) e feijão branco (*Phaseolus vulgaris* L. “OAC Rex”)] foi verificado que, quando o herbicida saflufenacil foi aplicado em pré-emergência nas doses 100 e 200 g i.a.ha⁻¹ causou injúrias elevadas nas sete leguminosas avaliadas. Já para outras culturas como cevada, aveia e trigo, também aplicado em pré-emergência, nas doses de 50 e 100 g i.a. ha⁻¹, o herbicida não causou perdas de rendimentos em tais culturas (SIKKEMA et al., 2008).

Tabela 7. Estande de soja, cultivares BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	BG 4377 RR				Médias
	Estande de plantas (plantas metro linear ⁻¹)				
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
glyphosate (1080)	14,74 aA	14,24 aA	15,165 aA	14,74 aA	14,26
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	15,45 aA	14,79 aAB	13,78 abAB	13,03 aB	13,70
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	14,53 aA	14,91 aA	12,41 bB	12,95 aAB	14,72
Médias	14,91	14,65	13,78	13,57	
C.V. (%)	7,60				
F doses	3,5878*				
F épocas	4,3151*				
F dose*época	2,5355*				
Cultivar TMG 132 RR					
glyphosate (1080)	16,75 aAB	18,25 aA	17,67 aA	14,92 aB	16,89
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	17,71 aA	17,71 aA	14,21 bB	14,04 aB	15,91
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	18,38 aA	16,79 aAB	14,04 bC	14,75 aBC	15,98
Médias	17,61	17,58	15,30	14,56	
C.V. (%)	7,97				
F doses	2,8314 ^{ns}				
F épocas	17,4733**				
F dose*época	3,5082**				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Na tabela 8 são apresentados os dados de altura de plantas das cultivares BG 4377 RR e da TMG 132 RR. Observou-se que não houve efeito significativo entre a interação doses X épocas de aplicação antes da semeadura. Todavia, quando observamos apenas o fator 'época', notou-se que os tratamentos aplicados ao 0 DAE proporcionaram altura maior.

Este fato, provavelmente, deve-se a quantidade de palhada presente na área, como não houve tempo para a decomposição, as plantas de soja estiolaram.

Estudos realizados por Costa (2010), utilizando dez variedades de cana-de-açúcar (SP83-2847, SP80-3280, SP80-1816, SP80-1842, SP89-1115 e SP81-3250, RB855453, RB867515, RB855156 e PO-8862) em um Nitossolo Vermelho Estruturado com 57% de areia, 18% silte e 25% de argila, demonstraram que a altura de plantas de cana-de-açúcar não foi afetada pela aplicação de saflufenacil nas doses de 70, 140 e 280 g i.a. ha⁻¹. Pereira et al. (2011), avaliando a seletividade do herbicida saflufenacil, aplicado com e sem óleo mineral Dash, em plantas de *Eucalyptus urograndis*, em diferentes locais de aplicação (planta, solo e solo + planta), observaram que, quando aplicado no solo, nas dosagens de 75, 100, 125, 150, 175 e 200 g i.a. ha⁻¹, houve seletividade à cultura.

Tabela 8. Altura de plantas de soja, cultivares BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	BG 4377 RR				Médias
	Altura de plantas (cm)				
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
glyphosate (1080)	54,67	50,67	59,15	65,67	57,54 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	51,00	53,12	52,22	57,77	53,53 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	52,00	52,20	52,80	60,72	54,43 a
Médias	52,55 b	52,00 b	54,72 b	61,39 a	
C.V. (%)	10,07				
F doses	2,2979 ^{ns}				
F épocas	7,2283**				
F dose*época	0,7824 ^{ns}				
	Cultivar TMG 132 RR				
glyphosate (1080)	50,92	51,10	59,27	57,07	54,59 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	46,95	51,72	54,37	55,05	52,02 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	47,35	49,82	54,12	55,77	51,75 a
Médias	48,40 b	50,88 ab	55,92 a	55,96 a	
C.V. (%)	10,04				
F doses	1,3904 ^{ns}				
F épocas	6,0888**				
F dose*época	0,2587 ^{ns}				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Quando a avaliação de fitointoxicação foi realizada aos 14 DAE (Tabela 9) na cultivar BG 4377 RR foi possível observar que apenas os tratamentos com glyphosate e os tratamentos com saflufenacil, aplicados aos 21 DAE, independentemente da dose utilizada, não proporcionaram sintomas de fitointoxicação à cultura. Outro detalhe, é que, os tratamentos

com saflufenacil aplicados na época 0 DAE foram os tratamentos que proporcionaram maior fitointoxicação à cultura.

Quando está mesma avaliação foi realizada na cultivar TMG 132 RR (Tabela 9), além dos tratamentos apenas com glyphosate, os tratamentos com safluefenacil aos 21 e 14 DAE não proporcionaram quaisquer sintomas de fitointoxicação. Assim como observado na cultivar BG 4377 RR, os tratamentos com saflufenacil aplicados na época 0 DAE foram os tratamentos que proporcionaram maior fitointoxicação à cultura da soja.

Na avaliação realizada aos 28 DAE, para a cultivar BG 4377 RR, observou-se também que apenas plantas dos tratamentos que continham safluefnacil apresentavam sintomas de fitointoxicação provocada pelo herbicida nas duas doses. Neste caso, as maiores injúrias foram provocadas pelo herbicida, quando este, foi aplicado ao 0 DAE. Vale ressaltar que os sintomas de fitointoxicação aumentaram da avaliação realizada aos 14 para a avaliação realizada aos 28 DAE. Este fato pode ser explicado pelo tempo de meia vida do herbicida, que pode chegar até cinco semanas.

Para a cultivar TMG 132 RR (Tabela 10), os sintomas de fitointoxicação também aumentaram. Os tratamentos com saflunenacil aplicados aos 21 e 14 DAE, nas duas doses, e aqueles que continham apenas safluenacil não proporcionaram sintomas de fitointoxicação a cultura.

Em trabalhos realizados, Pereira et al. (2011), em *Eucalyptus urograndis*, é possível observar progressão dos sintomas de fitointoxicação até os 14 dias após a aplicação do herbicida saflufenacil, nas doses de 25, 50, 75 e 100 g i.a. ha⁻¹, sendo que, na avaliação realizada aos 42 dias após a aplicação do herbicida, as plantas já não apresentavam quaisquer sintomas de fintoioxicação.

Para outras culturas, como o arroz, a aplicação de saflufenacil em pré-emergência, causou fitointoxicação até os 22 D.A.E, nas doses de 25, 50, 100, 200 g i.a. ha⁻¹ (CAMARGO et al., 2012).

Tabela 9. Porcentagem de fitointoxicação, cultivares BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

BG 4377 RR					
Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	Fitointoxicação (14 D.A.E)				Médias
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
glyphosate (1080)	0,00 aA	0,00 aA	0,00 cA	0,00 cA	0,00
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	0,00 aC	2,50 aC	12,50 aB	25,00 bA	10,00
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	0,00 aC	2,50 aBC	5,00 bB	36,25 aA	10,93
Médias	0,00	1,66	5,83	20,41	
C.V. (%)	37,28				
F doses	86,8462**				
F épocas	152,8974**				
F dose*época	47,0513**				
TMG 132 RR					
glyphosate (1080)	0,00 aA	0,00 aA	0,00 cA	0,00 A	0,00
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	0,00 aC	0,00 aC	6,25 bB	27,50 aA	8,43
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	0,00 aC	0,00 aC	11,25 aB	22,50 bA	8,43
Médias	0,00	0,00	5,83	16,66	
C.V. (%)	45,66				
F doses	57,5526**				
F épocas	112,3158**				
F dose*época	30,6053**				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 10. Porcentagem de fitointoxicação, cultivares BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

BG 4377 RR					
Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	Fitointoxicação (28 D.A.E)				Médias
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
Testemunha capinada			0		
Testemunha Suja			0		
glyphosate (1080)	0,00 aA	0,00 aA	0,00 cA	0,00 bA	0,00
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	0,00 aC	5,00 aC	26,25 aB	46,25 aA	19,37
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	0,00 aC	5,00 aC	13,75 bB	45,00 aA	15,93
Médias	0,00	3,33	13,33	30,41	
C.V. (%)	30,24				
F doses	134,9178**				
F épocas	176,6986**				
F dose*época	47,0822**				
TMG 132 RR					
glyphosate (1080)	0,00 aA	0,00 aA	0,00 cA	0,00 bA	0,00
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	0,00 aC	0,00 aC	10,00 bB	45,00 aA	13,75
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	0,00 aC	0,00 aC	16,25 aB	42,50 aA	14,68
Médias	0,00	0,00	8,75	29,16	
C.V. (%)	34,89				
F doses	98,9048**				
F épocas	207,6667**				
F dose*época	53,1905**				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Para a variável número de vagens por planta (Tabela 11), independentemente da dosagem utilizada de saflufenacil e da época aplicada não houve diferença significativa entre os tratamentos na cultivar BG 4377 RR.

Na cultivar TMG 132 RR, também não ocorreu interação significativa entre as doses utilizadas e as épocas aplicadas, entretanto quando observou-se apenas o fator dose, pode-se inferir que a maior dose de saflufenacil (49 g i.a. ha⁻¹) proporcionou redução significativa ao número de vagens por planta em relação aos demais tratamentos.

Outro componente de produção avaliado foi o número de grãos por vagem (Tabela 12). Para a cultivar BG 4377 RR, não houve interação significativa entre as doses utilizadas e as épocas aplicadas e também não houve diferença significativa quando observamos os fatores isolados. Para a cultivar TMG 132 RR, houve interação significativa, doses X épocas, entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Para o peso de mil grãos (Tabela 13), em ambas as cultivares estudadas não houve interação significativa entre doses X épocas. Quando isola-se os fatores, na cultivar BG 4377 RR, o fator dose foi significativo, sendo que, as doses de 35 e 49 g i.a. ha⁻¹ causaram reduções significativas ao peso de mil grãos. Na cultivar TMG 132 RR, o fator época foi significativo, entretanto, não houve diferença entre os tratamentos.

Macedo (2015) trabalhando com outros inibidores da protox (flumioxazin e sulfentrazone) aplicados dez dias antes da semeadura da cultura da soja, sob diferentes coberturas (sorgo e milho), não observou diferenças significativas para o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem.

Em trabalhos realizados por Neto et al. (2009), objetivando avaliar a eficácia e seletividade de glyphosate na formulação Roundup Transorb[®], associado aos herbicidas diclosulam, cloransulam-methyl, flumioxazina e S-metolachlor em duas modalidades de aplicação (única e sequencial), no manejo das plantas daninhas trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e corda-de-viola (*Ipomoea triloba*), durante o cultivo da soja transgênica, não encontraram diferença significativa no número de vagens por planta, após aplicação do herbicida flumioxazin em pós-emergência da cultura da soja.

Tabela 11. Número de vagens por planta, cultivar BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

BG 4377 RR					
Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	Número de vagens por planta				Médias
	Épocas de Aplicação				
	(Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
glyphosate (1080)	34,80	33,35	35,12	34,80	34,51 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	32,80	34,70	33,12	32,00	33,27 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	33,80	32,00	34,12	30,99	32,72 a
Médias	33,80 a	33,35 a	34,12 a	32,59 a	
C.V. (%)	13,85				
F doses	0,4929 ^{ns}				
F épocas	0,4978 ^{ns}				
F dose*época	0,6110 ^{ns}				
TMG 132 RR					
glyphosate (1080)	28,32	28,25	28,60	26,42	27,90 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	28,85	26,82	27,07	27,85	27,65 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	24,25	24,97	24,20	24,20	24,40 b
Médias	27,14 a	26,68 a	26,62 a	26,15 a	
C.V. (%)	10,08				
F doses	8,4261**				
F épocas	0,2691 ^{ns}				
F dose*época	0,4101 ^{ns}				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 12. Número de grãos por vagens, cultivares BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

BG 4377 RR					
Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	Número de grãos por vagens				Médias
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
glyphosate (1080)	2,31	2,28	2,22	2,35	2,29 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	2,25	2,23	2,25	2,24	2,24 a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	2,25	2,24	2,31	2,18	2,25 a
Médias	2,27 a	2,25 a	2,26 a	2,26 a	
C.V. (%)	4,31				
F doses	1,1013 ^{ns}				
F épocas	0,0561*				
F dose*época	1,3143 ^{ns}				
TMG 132 RR					
glyphosate (1080)	2,56 aA	2,53 aA	2,47 aA	2,35 aA	2,48
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	2,50 aA	2,48 aA	2,50 aA	2,49 aA	2,49
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	2,50 aA	2,49 aA	2,31 aA	2,43 aA	2,43
Médias	2,52	2,50	2,43	2,42	
C.V. (%)	16,09				
F doses	0,1005 ^{ns}				
F épocas	0,1897 ^{ns}				
F dose*época	0,1047**				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 13. Peso de mil sementes de soja, cultivares BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior a semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

BG 4377 RR					
Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	Peso de mil sementes (g ⁻¹)				Médias
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
glyphosate (1080)	142,50	150,00	171,25	155,00	154,68a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	135,00	121,25	128,75	125,00	127,50b
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	131,25	131,25	132,50	111,25	126,56b
Médias	136,25 a	134,16 a	144,16 a	130,41 a	
C.V. (%)	10,64				
F doses	19,4355**				
F épocas	1,9240 ^{ns}				
F dose*época	1,7727 ^{ns}				
TMG 132 RR					
glyphosate (1080)	118,75	112,50	115,00	121,25	116,87a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	111,25	142,50	122,50	122,50	124,68a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	110,00	127,50	118,75	141,25	124,37a
Médias	113,33 a	127,50 a	118,75 a	128,33 a	
C.V. (%)	11,73				
F doses	1,5293 ^{ns}				
F épocas	3,0492*				
F dose*época	2,0110 ^{ns}				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Com relação à produtividade estimada da cultura da soja (Tabela 14), em ambas as cultivares, não houve interação significativa entre dose X épocas. Todavia, para a cultivar BG 4377 RR, o fator dose foi significativo. A redução causada pelas doses (35 e 49 g i.a ha⁻¹) de saflufenacil utilizadas foram de 23% e 27% com relação à média dos tratamentos

que não continham saflufenacil. Para a cultivar TMG 132 RR, o fator época foi significativo, porém não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos.

Camargo et al. (2011), trabalhando com diferentes doses (25, 50, 100 e 200 g i.a. ha⁻¹) de saflufenacil aplicados em pré-emergência da cultura do arroz em solo arenoso (56,8% de areia, 33,6% de silte, 9,6% de argila e 0,8 de carbono orgânico) não encontraram redução na produtividade da cultura. Montgomery et al. (2015), objetivando comparar a eficácia de saflufenacil a outros herbicidas de folha larga, aplicados em misturas com imazethapyr, em um sistema de arroz Clearfield, também não encontram redução na produtividade na cultura, após aplicação de 50 g i.a. ha⁻¹ de saflufenacil.

Costa (2010) trabalhando com diferentes variedades de cana-de-açúcar, em solo de textura arenosa (57% de areia, 18% de silte e 25% de argila) não observou redução da produtividade na cultura.

O fator que deve ser considerado, independente da cultivar, é o controle de plantas daninhas na cultura da soja. Pode-se observar reduções superiores a 75% nas duas cultivares causados pela presença de plantas daninhas durante o ciclo da cultura. Segundo Fleck e Candemil (1995), as plantas daninhas que ocorrem na cultura da soja interferem negativamente no rendimento de grãos em graus variáveis mas que, em média, atingem 37%. Já Silva et al. (2009), encontraram redução no rendimento de grãos da soja, em média, de 73% (área de baixa infestação) e 92,5% em área de alta infestação.

Trolove et al. (2011) trabalhando com eficácia e seletividade do herbicida saflufenacil sozinho e com misturas para controle de plantas daninhas na cultura do milho, também não verificou redução na produtividade na cultura.

Em contrapartida, Diesel et al. (2014), trabalhando com dez cultivares de feijão (IAPAR 81; IPR Tiziu; IPR Corujinha; BRS Estilo; BRS Talismã; BRS Esplendor; BRS Campeiro; BRS Radiante; BRS Vereda e Jalo precoce) e diferentes concentrações de saflufenacil (0; 14,7 e 29,4 g i.a. ha⁻¹) aplicadas em pré-emergência da cultura relataram reduções significativas a produtividade da cultura.

Tabela 14. Produtividade estimada da cultura da soja, cultivar BG 4377 RR e TMG 132 RR, após a aplicação de diferentes doses de saflufenacil associado ao glyphosate em diferentes épocas de aplicação anterior à semeadura da cultura. Nova Maringá, MT. 2014/2015.

BG 4377 RR					
Tratamentos (g i.a ou e.a ha ⁻¹)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)				Médias
	Épocas de Aplicação (Dias antes da Semeadura)				
	21	14	7	0	
Testemunha capinada	2806,25				
Testemunha Suja	673,25				
glyphosate (1080)	3822,51	3614,93	4286,59	4058,12	3945,54a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	3253,43	3073,79	3080,09	2735,01	3035,58b
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	3298,05	3152,23	2929,88	2046,67	2856,71b
Médias	3458,00 a	3280,32 a	3432,19 a	2946,60 a	
C.V. (%)	20,56				
F doses	11,9944**				
F épocas	1,4600 ^{ns}				
F dose*época	1,2318 ^{ns}				
TMG 132 RR					
Testemunha capinada	3688,87				
Testemunha Suja	849,83				
glyphosate (1080)	3219,75	3239,78	3154,20	2494,45	3027,04a
glyphosate (1080) + saflufenacil (35)	3166,74	3674,10	2599,41	2688,82	3032,27a
glyphosate (1080) + saflufenacil (49)	2711,22	3040,77	2239,64	2681,72	2668,34a
Médias	3032,57 a	3318,22 a	2664,42 a	2621,67 a	
C.V. (%)	21,84				
F doses	1,7252 ^{ns}				
F épocas	3,2217*				
F dose*época	0,7709 ^{ns}				

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade

6.2 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO (SOLO ARGILOSO)

A análise dos dados do experimento 3 (Tabela 15) revelou que a interação doses x épocas de aplicação antes da semeadura foi significativa ($p > 0,05$) para as variáveis, altura de plantas (28 DAE) e fitointoxicação (28 DAE) e extravasamento de eletrólitos (14 e 28 DAE). Para as demais variáveis [altura de plantas (14 DAE.), fitointoxicação (14 DAE), clorofila *a*, *b* e carotenoides (14 e 28 DAE), massa seca da parte aérea e lipoperóxidos (14 e 28 DAE) a análise dos dados revelou efeito não significativo ($p > 0,05$) para a interação doses x épocas de aplicação.

Tabela 15. Resumo da análise de variância das variáveis analisados no experimento 3. Botucatu/SP.2015.

Altura de Plantas		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	35,1068**	72,1509**
F época	7,3408**	5,4013**
F (dose) x (época)	2,2114 ^{ns}	3,6163*
C.V. (%)	13,05	14,96
Fitointoxicação		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	12,5763**	234,6893**
F época	0,8873 ^{ns}	28,7291**
F (dose) x (época)	0,7217 ^{ns}	12,7221**
C.V. (%)	81,89	28,41
Clorofila a		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	3,9217*	82,7736**
F época	4,7180*	2,1733 ^{ns}
F (dose) x (época)	1,8182 ^{ns}	1,4382 ^{ns}
C.V. (%)	12,87	17,00
Clorofila b		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	4,6484*	89,6508**
F época	4,9721*	1,3653 ^{ns}
F (dose) x (época)	1,6343 ^{ns}	0,9912 ^{ns}
C.V. (%)	11,18	

Carotenoides		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	2,7434 ^{ns}	135,7536 ^{**}
F época	4,7256*	2,3710 ^{ns}
F (dose) x (época)	1,6133 ^{ns}	1,4968 ^{ns}
C.V. (%)	15,48	20,43
Extravasamento de eletrólitos		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	9,1620 ^{**}	3,6406*
F época	4,9741*	0,1743 ^{ns}
F (dose) x (época)	2,8389*	0,0772*
C.V. (%)	10,53	19,40
Lipoperóxidos		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	29,8306 ^{**}	20,9409 ^{**}
F época	6,0024 ^{**}	0,5928 ^{ns}
F (dose) x (época)	1,5364 ^{ns}	0,3771 ^{ns}
C.V. (%)	8,82	10,16
Massa seca da parte aérea		
F dose	44,4292 ^{**}	
F época	0,8177 ^{ns}	
F (dose) x (época)	0,3484 ^{ns}	
C.V. (%)	21,96	

ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

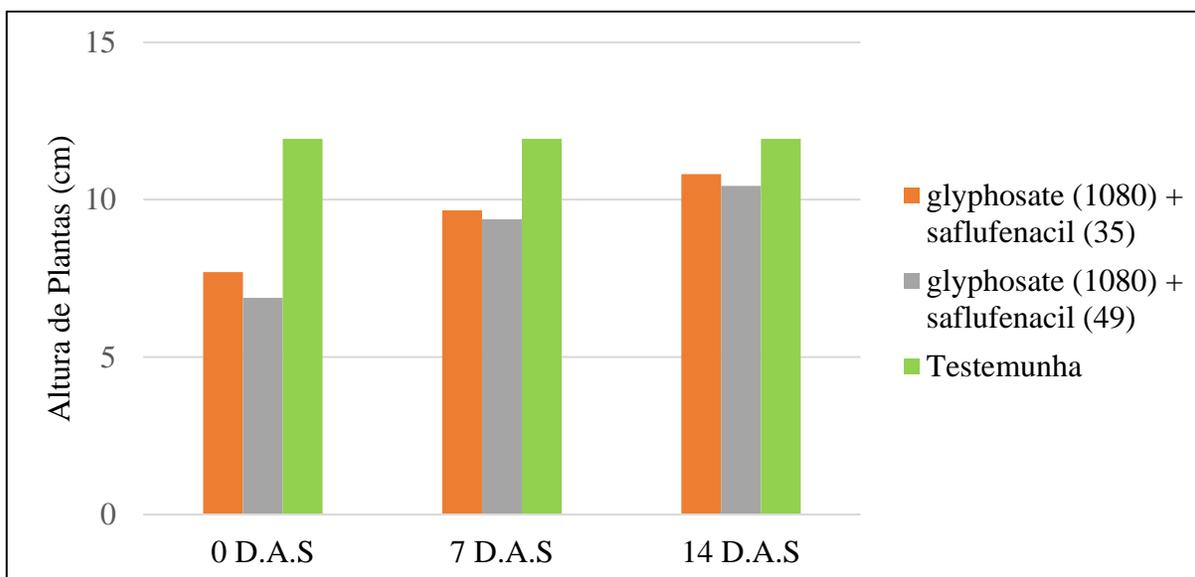


Figura 6. Altura das plantas de soja (cm) aos 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2015.

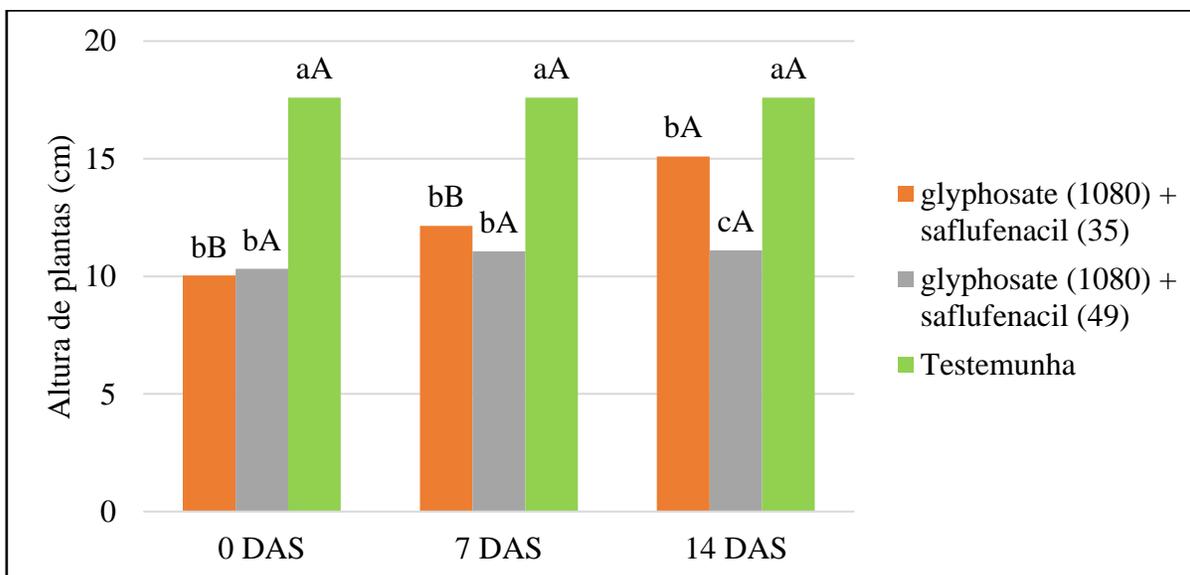


Figura 7. Altura das plantas de soja (cm) aos 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

Aos 14 DAE a interação altura x doses não foi significativa, entretanto, é possível observar na figura 6 que independentemente da dose utilizada e da época aplicada houve redução na altura de plantas em relação a testemunha. Vale destacar que, ao 0 DAE

ocorreu a maior redução, para a maior dose de saflufenacil aplicada. Independente da época aplicada o herbicida saflufenacil proporcionou as maiores reduções de altura em relação a testemunha, na sua maior dose.

Já aos 28 DAE (Figura 7), houve interação entre a dose e a época aplicada do herbicida saflufenacil. Independente da época aplicada e da dose utilizada o herbicida saflufenacil proporcionou redução à altura das plantas de soja em relação a testemunha sem aplicação, todavia, a dose de 35 g i.a. ha⁻¹ de saflufenacil causou a menor redução. Aos 14 D.A.S, a dose de 49 g i.a. ha⁻¹ de saflufenacil proporcionou a maior redução na altura de plantas. Apesar do tratamento com 35 g i.a. ha⁻¹ de saflufenacil de ter causado menor redução na altura de plantas, em relação a dose superior, este também causou redução significativa à altura de plantas em relação a testemunha. Aos 7 D.A.S, não se observou diferença significativa em relação as diferentes dosagens de saflufenacil utilizadas, entretanto, as duas doses utilizadas causaram reduções significativas à altura de plantas em relação a testemunha sem aplicação. Este fato, também pode ser observado aos 0 D.A.S.

Soltani et al. (2010) utilizando saflufenacil em pré-emergência de diversas culturas, verificou redução de 63% a 93 % na altura das plantas de feijão azuki (*Vigna angularis* L. “Eramo”), feijão cranberry (*Phaseolus vulgaris* L. “Etna”), feijão snap (*Phaseolus vulgaris* L. “Matador”), e feijão branco (*Phaseolus vulgaris* L. “OAC Rex”), enquanto que as reduções de ervilha (*Lathyrus odoratus* L. “Durango”) e alturas de soja (*Glycine max* L.) foram inferiores a 15 % na dose de 200 g i.a. ha⁻¹.

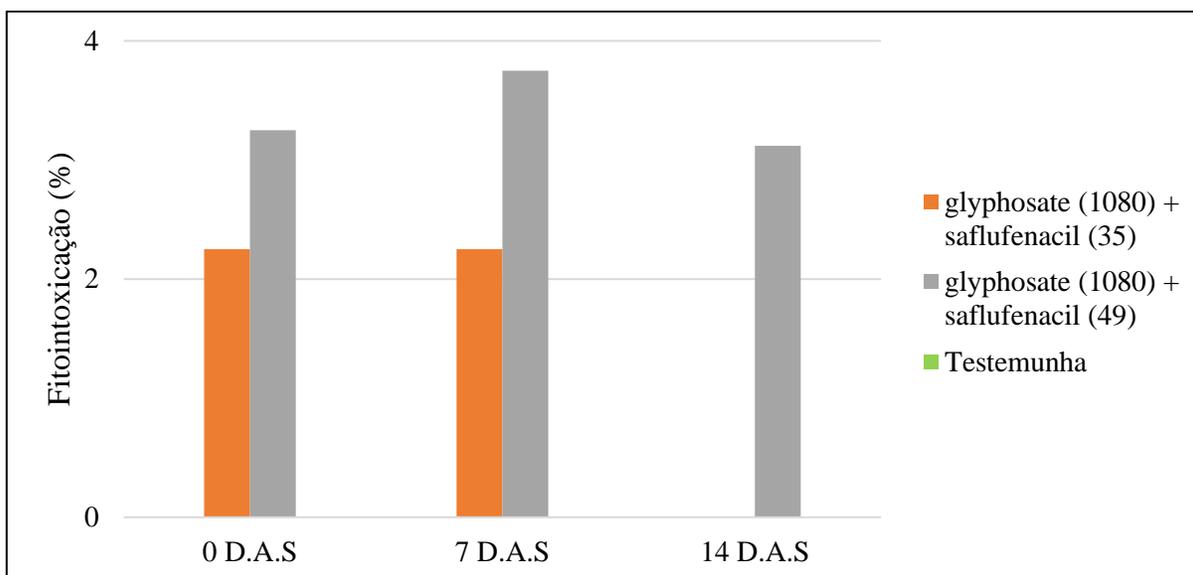


Figura 8. Porcentagem de fitointoxicação aos 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

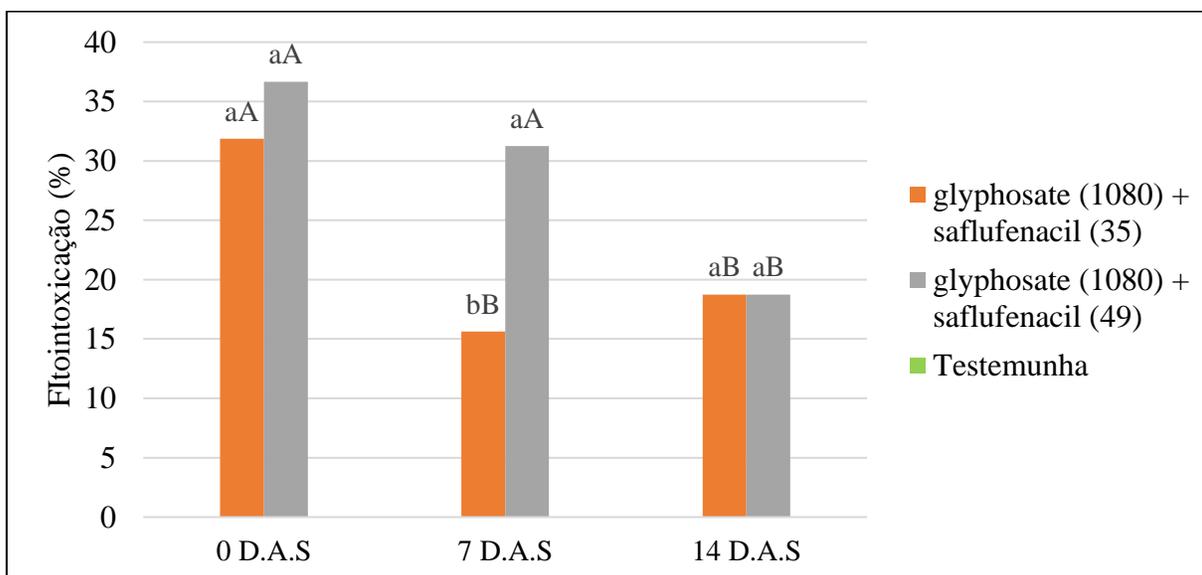


Figura 9. Porcentagem de fitointoxicação aos 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

Na figura 8, é possível observar que aos 14 D.A.E. as injúrias causadas pelo herbicida saflufenacil foram inferiores a 4% e não houve interação significativa entre as doses aplicadas e as épocas utilizadas. Todavia quando o herbicida saflufenacil foi aplicado 14

D.A.S na sua menor dose, não foi visualizado qualquer injúria. Ainda neste contexto, a maior dose de saflufenacil, nas três épocas aplicadas sempre proporcionou as maiores injúrias.

Já na avaliação realizada aos 28 D.A.E (Figura 9), houve interação entre as doses aplicadas e as épocas utilizadas. Nesse contexto é possível observar que, quando o herbicida saflufenacil foi aplicado aos 14 D.A.S, não houve diferença significativa entre as doses aplicadas. Aos 7 D.A.S., a dose de 49 g i.a. ha⁻¹ de saflufenacil causou os maiores sintomas de fitointoxicação nas plantas de soja, diferindo estatisticamente. Aos 0 D.A.S a maior dose também proporcionou os maiores sintomas de fitointoxicação, entretanto não houve diferença estatística entre as duas doses de saflufenacil.

Em trabalhos realizados por Gonçalves et al. (2016), com mudas de café e laranja não foram constatados sintomas de fitointoxicação visual após a aplicação em jato dirigido de saflufenacil nas doses de 0,035, 0,07 e 0,105 kg i.a. ha⁻¹ até a avaliação de 195 dias após aplicação. Também não foram observados sintomas de fitointoxicação em outras culturas como batata, nas doses de 50 e 70 g ha⁻¹ saflufenacil (Boydston et al., 2012).

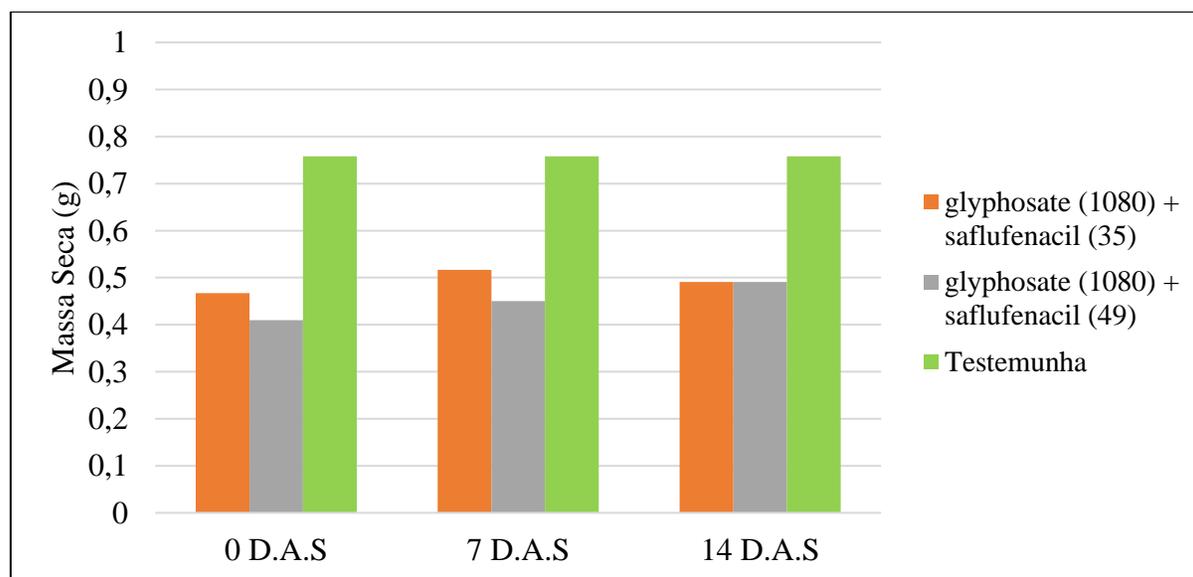


Figura 10. Massa seca da parte aérea de plantas (g) de soja aos 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

Na figura 10, é possível observar que não houve interação significativa entre as doses aplicadas e as épocas utilizadas. No entanto, a aplicação de saflufenacil causou redução na massa seca em relação a testemunha não aplicada, independentemente da dose utilizada e da época aplicada.

Pereira et al. (2011) não encontrou diferença significativa entre as plantas de eucalipto aplicadas com diferentes doses de saflufenacil e a testemunha sem aplicação quando quantificou a massa seca das plantas.

Correia e Gomes (2015) avaliando a seletividade do herbicida saflufenacil para dois híbridos de sorgo sacarino, quando pulverizado em pré e pós-emergência, além do uso de Na-bentazon como safener para saflufenacil, constataram redução na matéria seca da parte aérea do híbrido CVSW 80007, após a aplicação de doses de saflufenacil superiores a 35 g i.a. ha⁻¹.

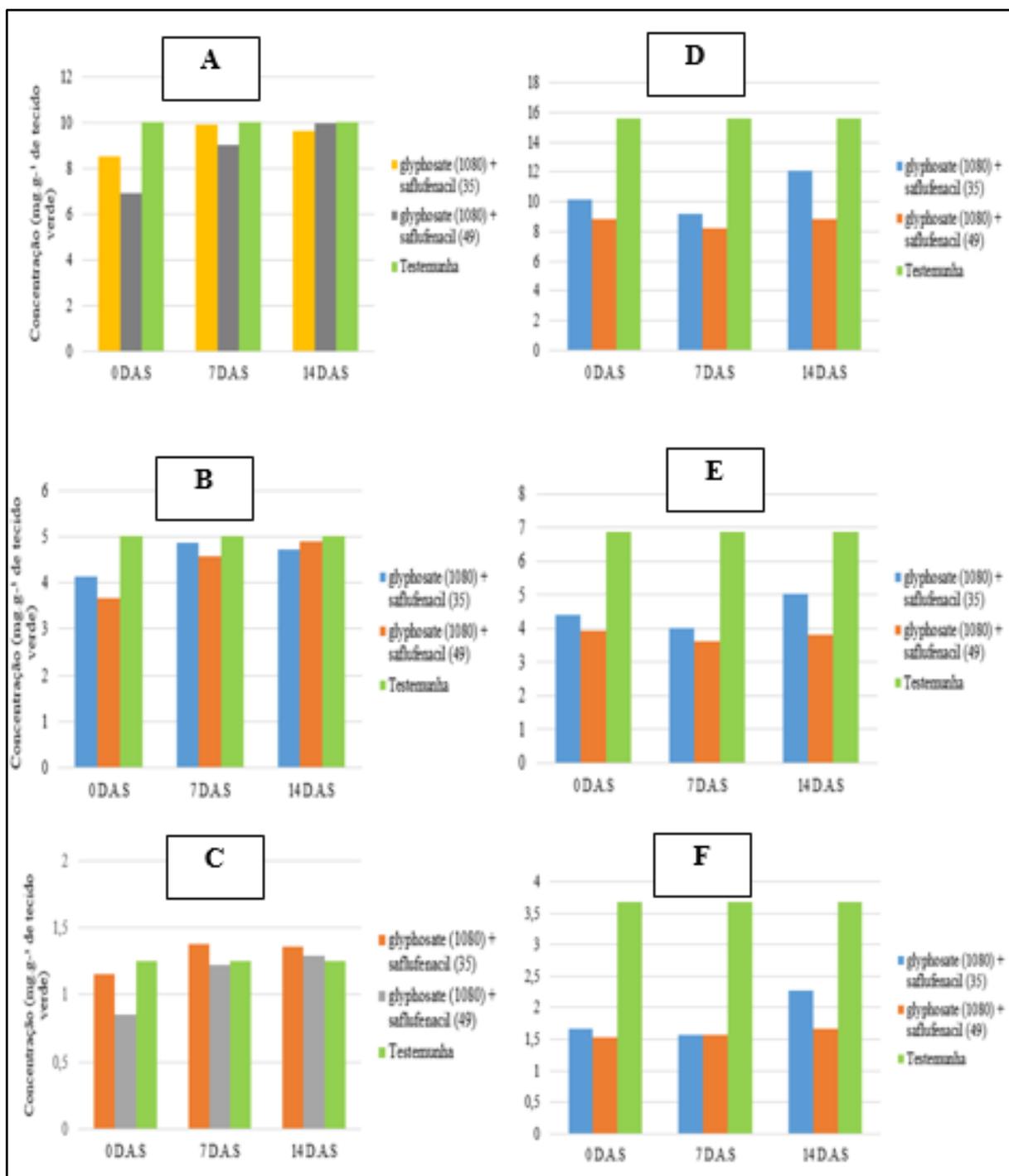


Figura 11. Concentração (mg g^{-1}) de clorofila *a*, *b* e carotenoides em folíolos de soja coletados aos 14 e 28 dias após a emergência. [A (clorofila *a* coletada aos 14 D.A.E), B (clorofila *b* coletada aos 14 D.A.E), C (carotenoides coletada aos 14 D.A.E), D (clorofila *a* coletada aos 28 D.A.E), E (clorofila *b* coletada aos 28 D.A.E), F (carotenoides coletada aos 28 D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

De acordo com os resultados demonstrados na figura 11, a interação dose x época não foi significativa em nenhuma das épocas avaliadas (14 e 28 D.A.E). Entretanto podemos observar que as doses de saflufenacil causaram reduções significativas as concentrações de clorofila a, quando aplicados ao 0 D.A.S na avaliação realizada aos 14 D.A.E. Todavia, não houve diferença significativa entre as doses de saflufenacil. Na avaliação realizada aos 28 D.A.E, as doses de saflufenacil também causaram reduções significativas as plantas de soja, e a dose de 49 g i.a. ha⁻¹, causou os maiores danos. O herbicida saflufenacil também causou reduções significativas nas concentrações de clorofila b (Figura 11), quando aplicado na maior dose e na época 0 D.A.S. aos 14 D.A.E. e aos 28 D.A.E. Já para as concentrações de carotenoides aos 14 D.A.E. (Figura 11) não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados. Todavia, na avaliação realizada aos 28 D.A.E. os tratamentos com saflufenacil nas duas doses utilizadas causaram danos significativos as concentrações de carotenoides.

De forma geral, os herbicidas inibidores da PROTOX ocasionam perda na produção de clorofila e carotenoides em culturas suscetíveis (OLIVEIRA JÚNIOR, 2001). Nesse sentido, a avaliação dos teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides tem sido empregada para indicar a fitointoxicação causada por herbicidas, sobretudo aqueles que têm como mecanismo de ação a interrupção da rota de produção destes pigmentos (VIDAL, 1997).

O teor de clorofila e carotenoides nas folhas indica, entre outros, o nível de dano que determinado estresse pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos (CATUNDA et al., 2005). O decréscimo do conteúdo de clorofila e de carotenoides associado à aplicação de herbicidas tem sido relatado em diversas moléculas e diferentes espécies, como *Hordeum vulgare* (KANA et al., 2004), *Myracrodruon urundeuva* (DUARTE et al., 2006) e *Ananas comosus* (CATUNDA et al., 2005).

Corrêa e Alves (2010), avaliando o efeito da aplicação de herbicidas em pós-emergência sobre a eficiência fotoquímica de duas cultivares de soja (M-SOY 7908 RR e M-SOY 8001), observaram que herbicidas como o lactofen e bentazon, também do grupo dos inibidores da protox, causaram redução no teor relativo de clorofila nas duas cultivares, nas duas safras conduzidas.

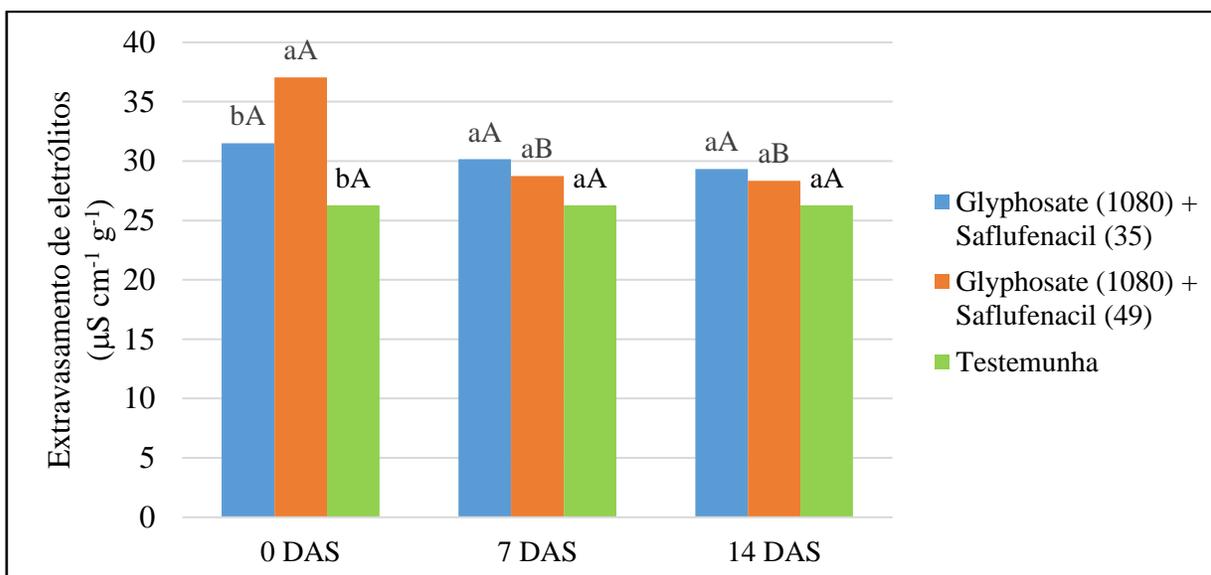


Figura 12. Extravasamento de eletrólitos ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em folíolos de soja, coletados 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

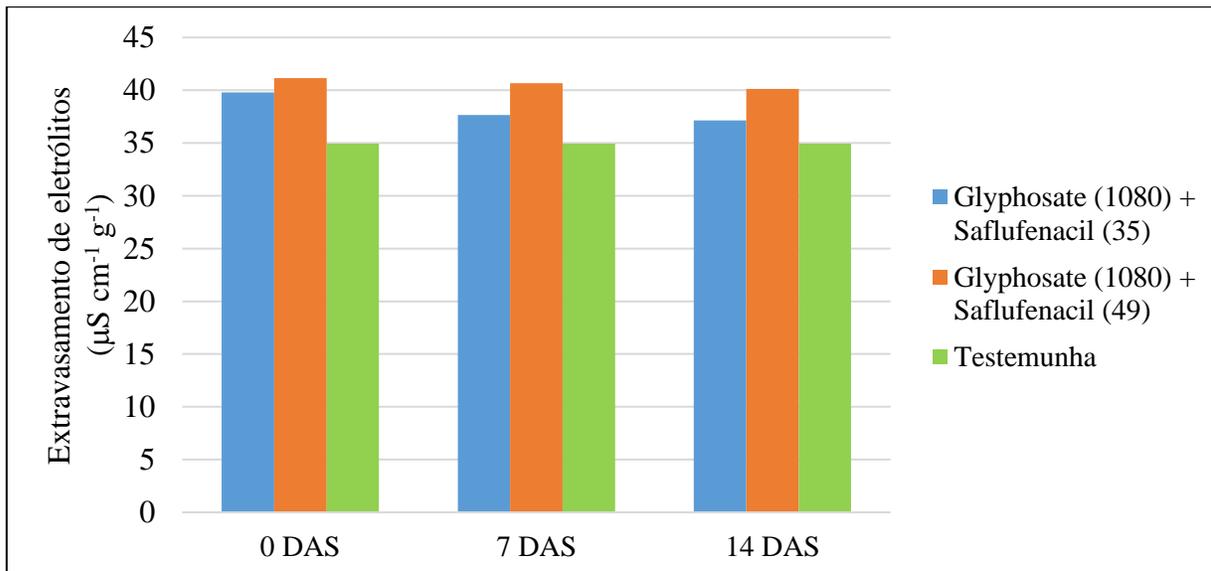


Figura 13. Extravasamento de eletrólitos ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em folíolos de soja, coletados 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$).

Na figura 12, podemos observar que o tratamento com saflufenacil na maior dose (49 g i.a. ha⁻¹) aplicado ao 0 D.A.S. foi o tratamento com o maior índice de extravasamento de eletrólitos em relação aos demais tratamentos diferindo estatisticamente. Já na avaliação realizada aos 28 D.A.E (Figura 13), não houve interação significativa entre os fatores doses e épocas de aplicação, todavia, quando observamos apenas o fator dose, é possível inferir que houve diferença significativa entre as doses e que a maior dose de saflufenacil proporcionou os maiores índices de extravasamento.

Dentro deste contexto, vale ressaltar que, a resposta direta do dano às membranas celulares pela peroxidação lipídica é o extravasamento do conteúdo celular para o meio que estiver envolvendo os tecidos danificados (KRUSE et al., 2006), desestruturando diversos processos fisiológicos e metabólicos das plantas. O extravasamento de eletrólitos é a última etapa observada em função do estresse oxidativo, sugerindo que houve rompimento da membrana.

O extravasamento de eletrólitos é resultante de uma reação em cadeia. Já que, os herbicidas com ação de inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), presente nos cloroplastos e que atua na rota de biossíntese de clorofila e carotenoides, causam o acúmulo de protoporfirinogênio IX no cloroplasto, sendo este extravasado para o citoplasma, onde é convertido em protoporfirina IX por outras enzimas e leva a formação de oxigênio singlete, sua forma reativa. Essa cadeia de reações ocasiona a peroxidação de lipídeos da membrana celular com seu consequente rompimento e extravasamento do conteúdo celular e, por fim, levando a morte da planta suscetível (DUKE et al., 1991, DAYAN et al., 1997; WEHTJE et al., 1997).

O aumento do extravasamento de eletrólitos também foi observado por Carretero (2008), trabalhando com a aplicação do lactofen em plantas de soja. As folhas novas tratadas foram mais sensíveis a inibição da Protox quando comparadas com folhas maduras tratadas. No intervalo de seis horas após a aplicação, a folha nova apresentou variações significativas em vários parâmetros em relação ao controle, como diminuição da concentração de clorofila *a* e carotenóides, reduções nos parâmetros fotossintéticos e na fluorescência da clorofila *a*. Langaro et al. (2014) avaliando os efeitos da deriva simulada dos herbicidas glifosato

e clomazona na cultura do tomateiro, também observou o aumento do extravasamento de eletrólitos em função da aplicação de glyphosate em diferentes doses na cultura do tomateiro.

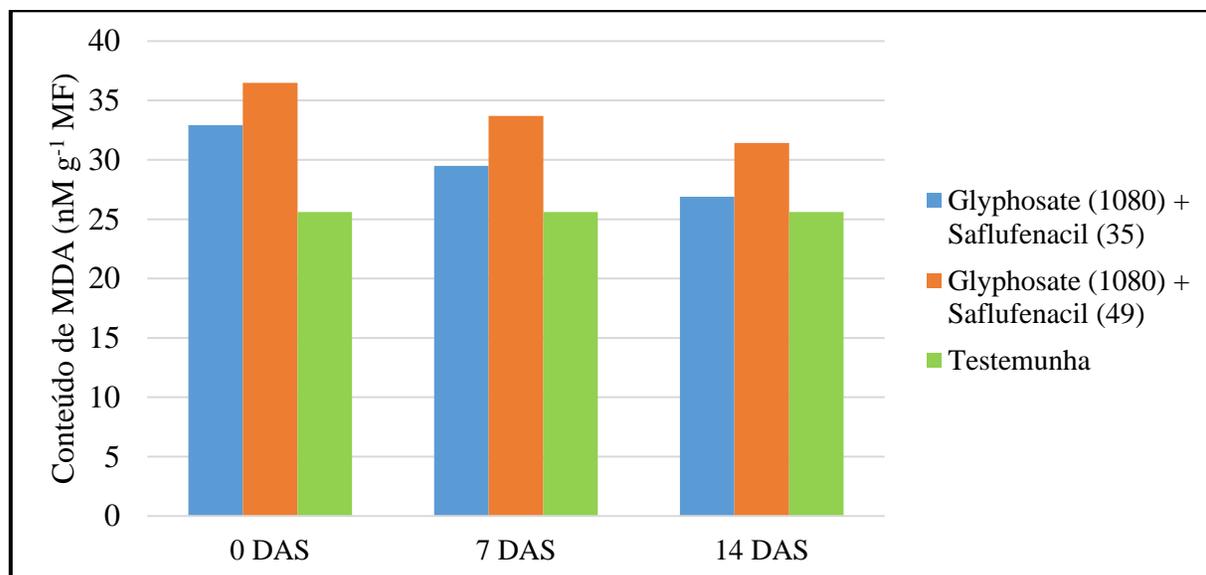


Figura 14. Conteúdo de MDA (nM g⁻¹ MF) em folíolos de soja, coletados 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

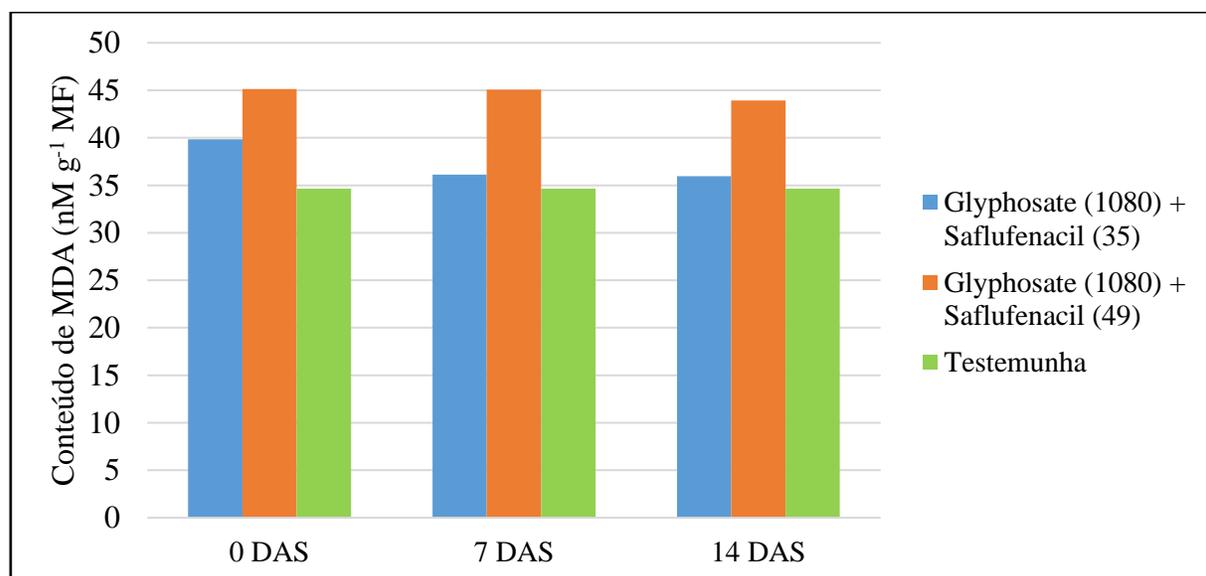


Figura 15. Conteúdo de MDA (nM g⁻¹ MF) em folíolos de soja, coletados 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

Quando a peroxidação de lipídeos foi estimada (Figura 14), observamos que não houve interação significativa entre as doses de saflufenacil e as épocas aplicadas. Entretanto, é possível inferir que os tratamentos com saflufenacil proporcionaram os maiores índices de peroxidação na avaliação realizada aos 14 D.A.E. Outro detalhe que devemos considerar quando avaliamos os fatores de forma isolada, é que, a maior dose de saflufenacil (49 g i.a. ha⁻¹) proporcionou os maiores índices de peroxidação. Aos 28 D.A.E. (Figura 15) a maior dose também proporcionou os maiores índices de peroxidação de lipídeos.

A peroxidação de lipídeos, induzida pelos radicais livres, é considerado como o processo mais prejudicial de deterioração das membranas, podendo ocorrer em todos os organismos vivos (AMIRJANI, 2010). O dano às membranas é tomado como parâmetro para determinar o nível de destruição de lipídeos sob vários estresses. A peroxidação lipídica ocorre quando níveis de EROs se elevam acima de um limiar, assim, não só afetando diretamente o funcionamento celular normal, mas também agrava o estresse oxidativo através da produção de radicais derivados de lipídeos (GILL, 2010). Quando a planta é tratada com herbicida a capacidade protetora dos carotenoides é ultrapassada e a planta sofre peroxidação lipídica (BUCHANAN et al., 2001), pois o conteúdo de carotenoides é reduzido ao passo que o MDA é aumentado em plantas (DEVINE et al., 1993; BUCHANAN et al., 2001; HESS, 2000; FLECK e VIDAL, 2001).

O aumento na peroxidação de lipídeos associado à aplicação de herbicidas tem sido relatado por diversos autores como, Langaro et al. (2014) trabalhando com subdoses do herbicida glyphosate na cultura do tomate, Kruse et al. (2006) trabalhando com herbicidas inibidores do FSII na cultura do girassol e Cataneo et al. (2005) trabalhando com o herbicida oxyfluorfen em plantas de soja.

6.3 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO (SOLO ARENOSO)

A análise dos dados do experimento 4 (Tabela 16) revelou que a interação doses x épocas de aplicação antes da semeadura foi significativa ($p > 0,05$) para as variáveis, altura de plantas (14 e 28 DAE) e fitointoxicação (14 DAE) e clorofila *a*, *b* e carotenoides (14 e 28 DAE) e massa seca da parte aérea. Para as demais variáveis [fitointoxicação (28 DAE), lipoperóxidos (14 e 28 DAE) e extravasamento de eletrólitos (14 e 28 DAE)] a análise dos dados revelou efeito não significativo ($p > 0,05$) para a interação doses x épocas de aplicação.

Tabela 16. Resumo da análise de variância das variáveis analisados no experimento 3.

Altura de Plantas		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	691,0482**	438,3452**
F época	6,1327**	23,1712 **
F (dose) x (época)	3,0014 *	8,3153 **
C.V. (%)	10,34	9,43
Fitointoxicação		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	3515,5923**	649,2083 **
F época	11,8819**	1,2023 ^{ns}
F (dose) x (época)	7,6140**	1,9499 ^{ns}
C.V. (%)	7,25	16,68
Clorofila <i>a</i>		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	154,1475**	83,7451**
F época	9,8076**	7,5542**
F (dose) x (época)	3,3018*	4,3157**
C.V. (%)	12,61	15,85
Clorofila <i>b</i>		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	143,2309**	53,8559**
F época	7,5968**	5,0252**
F (dose) x (época)	2,8463*	2,8963*
C.V. (%)	11,18	15,64

Carotenoides		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	60,0422**	110,2700**
F época	11,7751**	5,3517**
F (dose) x (época)	5,8490**	2,6197 *
C.V. (%)	14,34	17,39
Extravasamento de eletrólitos		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	19,6905 **	17,8771**
F época	4,9189*	3,3301*
F (dose) x (época)	2,0179 ^{ns}	0,8360 ^{ns}
C.V. (%)	10,20	11,80
Lipoperóxidos		
	14 D.A.E	28 D.A.E
F dose	30,7386**	5,4225*
F época	2,7071 ^{ns}	0,4055 ^{ns}
F (dose) x (época)	1,3730 ^{ns}	0,2349 ^{ns}
C.V. (%)	17,68	12,41
Massa seca da parte aérea		
F dose	345.0241**	
F época	11.8297**	
F (dose) x (época)	4.7962**	
C.V. (%)	14.62	

ns: não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

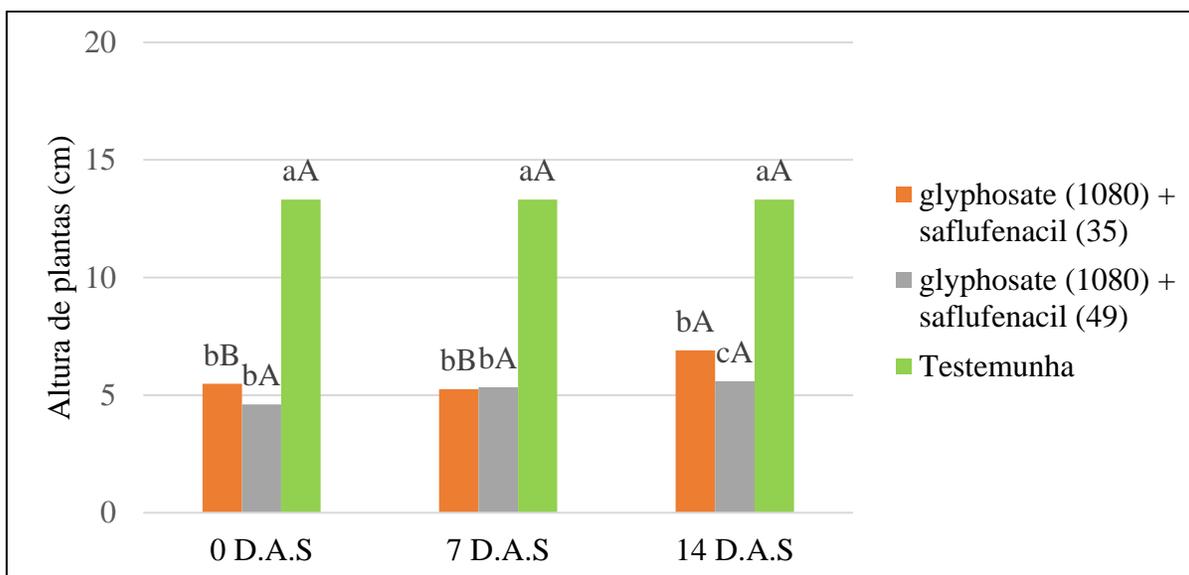


Figura 16. Altura das plantas (cm) aos 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

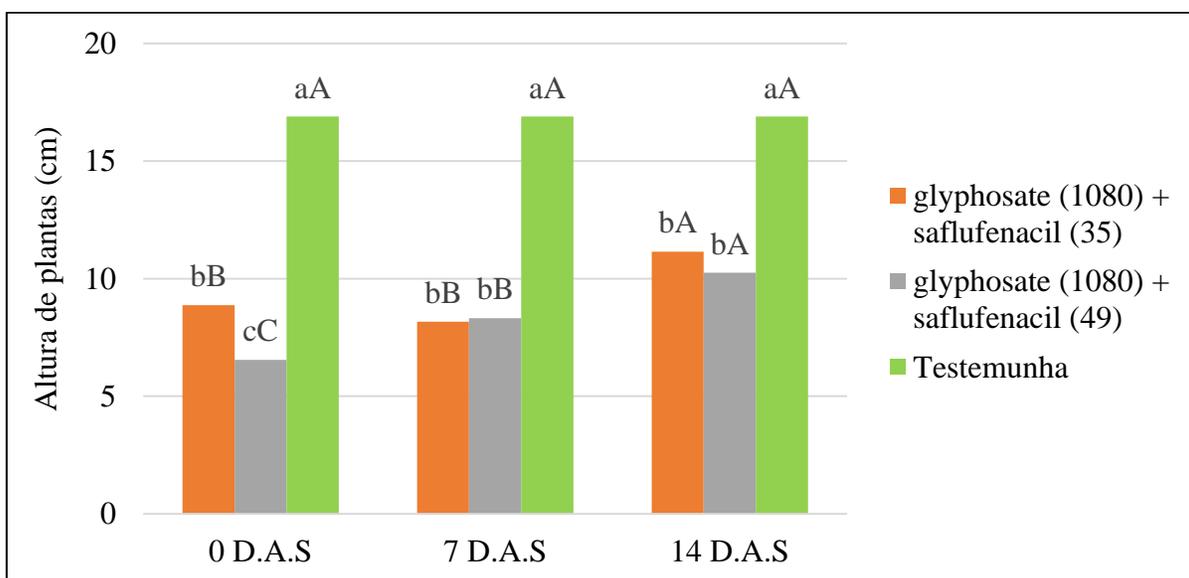


Figura 17. Altura das plantas (cm) aos 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

Na figura 16, é possível observar que houve interação significativa entre as doses utilizadas e as épocas aplicadas. Aos 14 DAE as duas doses de saflufenacil utilizadas causaram reduções significativas à altura de plantas, sendo que, a dose superior causou maior redução. O mesmo foi observado quando a aplicação ocorreu aos 7 e aos 0 DAE.

Na avaliação realizada aos 28 DAE (Figura 17), também houve interação significativa entre os tratamentos. Independentemente da dose utilizada e da época aplicada, o herbicida saflufenacil causou reduções significativas à altura de plantas. Aos 14 DAE, ambas as doses proporcionaram reduções significativas à altura de plantas e não diferiam entre si. Aos 7 DAE também não houve diferença significativa entre as doses de saflufenacil utilizadas. Já as 0 DAE, a dose de 49 g de i.a. ha⁻¹ de saflufenacil causou a maior redução entre as épocas aplicadas e as doses utilizadas.

Os resultados encontrados nesse experimento, corroboram com os resultados encontrados por Mahoney et al. (2014), que também observaram redução na altura de plantas causados pela aplicação do herbicida saflufenacil em pré-emergência da cultura da soja.

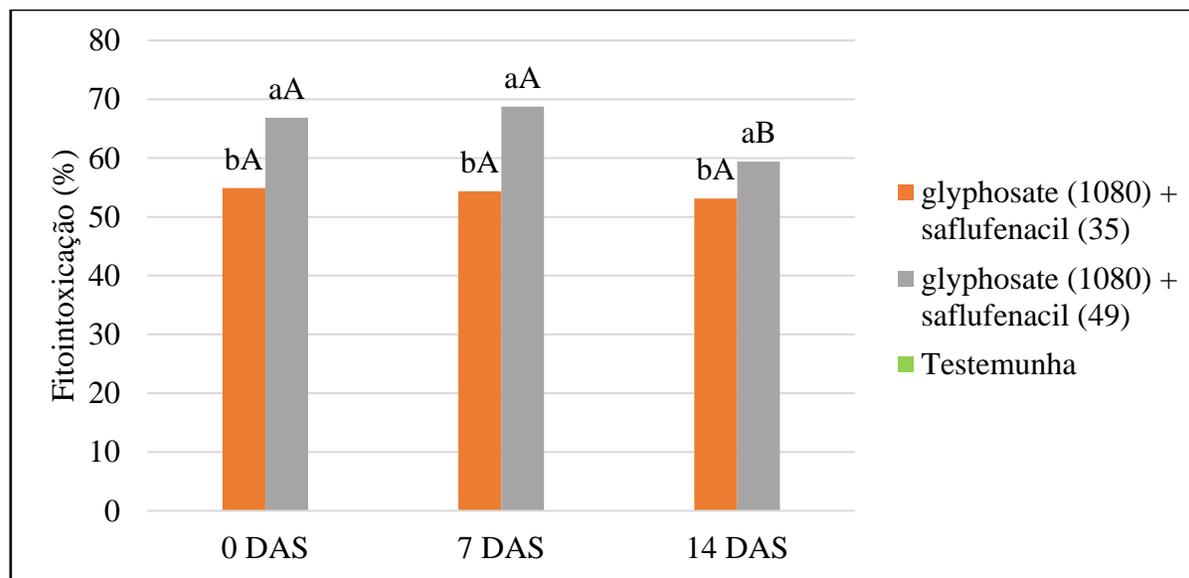


Figura 18. Porcentagem de fitointoxicação aos 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiuscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

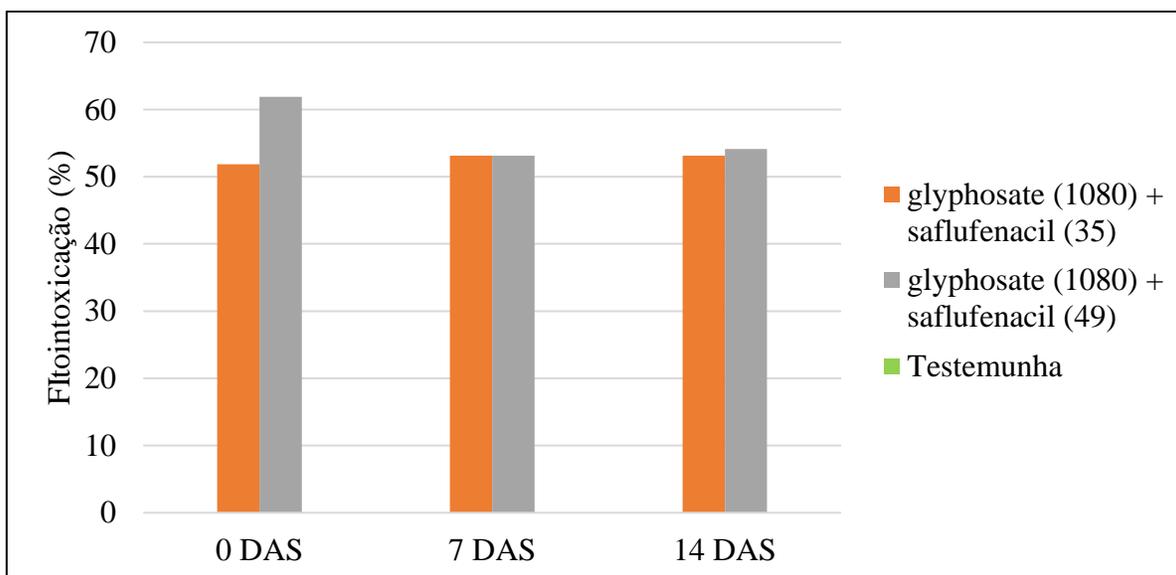


Figura 19. Porcentagem de fitointoxicação aos 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP.2016.

Na figura 18, é possível observar que todos os tratamentos herbicidas ocasionaram sintomas de fitointoxicação superiores a 50%, independentemente da época aplicada e da dose utilizada. Além disso, em todos os períodos a maior dose causou os maiores sintomas de fitointoxicação.

Na avaliação realizada as 28 D.A.E (Figura 19), não houve interação significativa entre os tratamentos. Entretanto todos os tratamentos herbicidas proporcionaram sintomas de fitointoxicação. Miller et al. (2012) trabalhando diferentes cultivares de soja, verificaram que o herbicida saflufenacil aplicado em pré-emergência pode causar injúrias a cultura da soja, e que o percentual de injúria pode variar conforme a sensibilidade da cultivar.

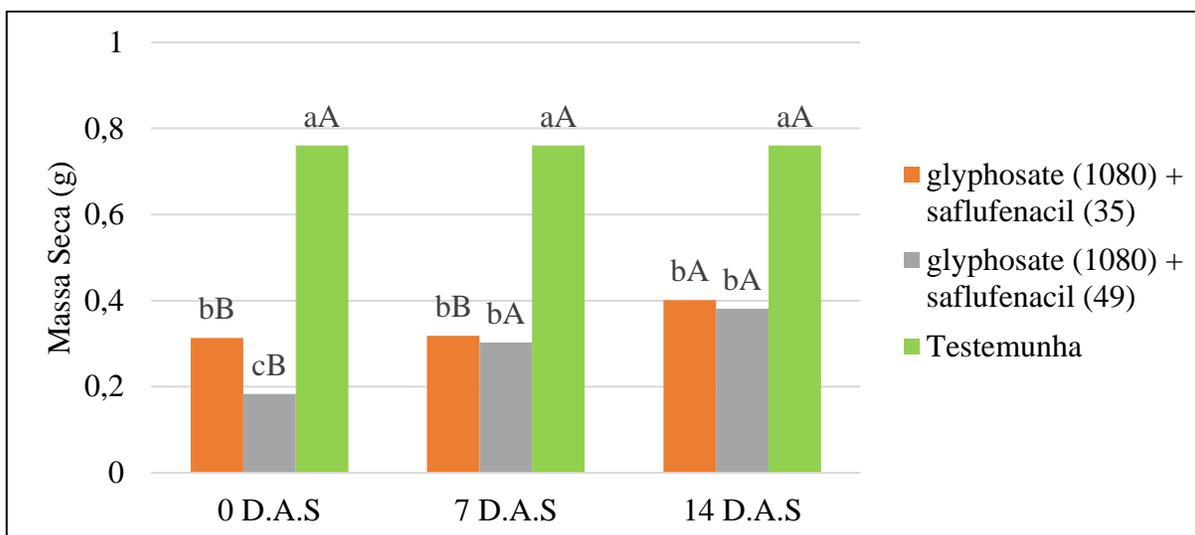


Figura 20. Massa seca da parte aérea de plantas de soja aos 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$).

Na figura 20, é possível observar que houve interação significativa entre as doses utilizadas e as épocas aplicadas. Assim, aos 14 DAE, ambas as doses proporcionaram redução significativa a variável massa seca em relação a testemunha e este fato também ocorre aos 7 e 0 DAE. Ao 0 DAE a dose de 49 g i.a ha⁻¹ de saflufenacil proporcionou a maior redução em relação a testemunha não aplicada. A redução na massa seca, também foi observada quando o herbicida saflufenacil foi aplicado em pós-emergência nas doses de (25 e 50 g ha⁻¹), reduzido em 33 e 34% da matéria seca do trigo (FRIHAUF et al., 2010).

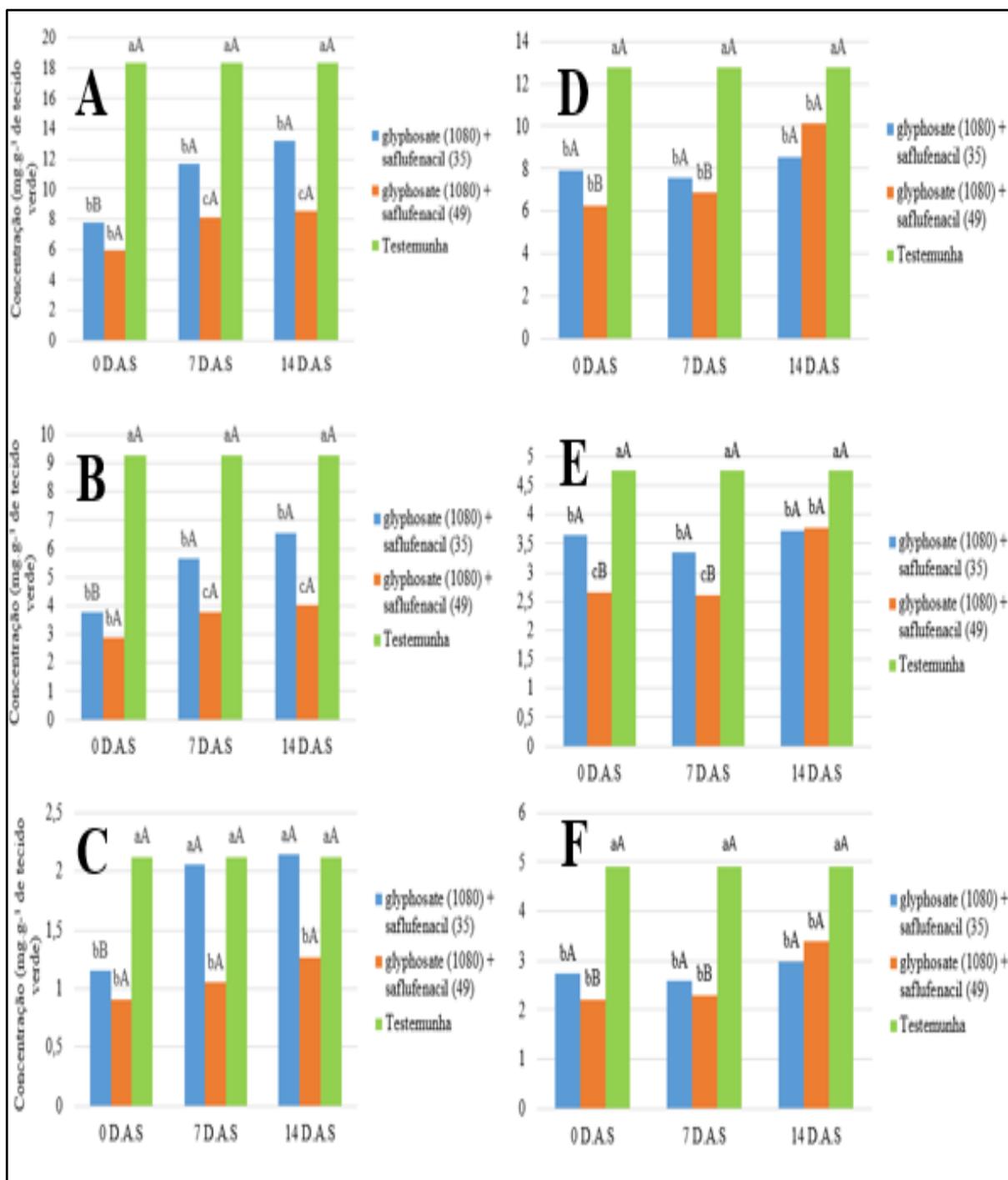


Figura 21. Concentração (mg g⁻¹) de clorofila *a*, *b* e carotenoides em folíolos de soja coletados aos 14 e 28 dias após a emergência. [A (clorofila *a* coletada aos 14 D.A.E), B (clorofila *b* coletada aos 14 D.A.E), C (carotenoides coletada aos 14 D.A.E), D (clorofila *a* coletada aos 28 D.A.E), E (clorofila *b* coletada aos 28 D.A.E), F (carotenoides coletada aos 28 D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

A aplicação de saflufenacil reduziu significativamente as concentrações de clorofila *a*, independentemente da dose utilizada e da época aplicada na avaliação realizada aos 14 DAE (Figura 21). Vale destacar que aos 7 e 14 DAE a dose maior causou as maiores reduções nas concentrações de clorofila *a*. Aos 28 DAE independentemente da dose utilizada e da época aplicada as duas doses de saflufenacil causaram reduções significativas as concentrações de clorofila *a* em relação a testemunha não aplicada.

As concentrações de clorofila *b* também foram reduzidas significativamente com as aplicações de saflufenacil, nas duas doses utilizadas e nas três épocas aplicadas aos 14 e 28 D.A.E. (Figura 21).

Com relação a concentração de carotenoides, podemos inferir que ao 0 D.A.S as duas doses de saflufenacil causaram reduções significativas em relação a testemunha não aplicada. Entretanto, aos 7 e 14 D.A.S, apenas a maior dose de saflufenacil causou reduções significativas as concentrações de carotenoides aos 14 D.A.E. (Figura 21).

Na avaliação realizada aos 28 D.A.E., as duas doses de saflufenacil nas três épocas aplicadas causaram reduções significativas a concentração de carotenoides nas plantas de soja. Além disso, não houve diferença significativa entre as doses aplicadas nas três épocas de aplicação.

A redução nos valores de clorofila pode ser explicado pelo fato de que quando os herbicidas inibidores da PROTOX quando aplicados em tecidos foliares, essas proteínas são atacadas e oxidadas, resultando em perda da clorofila e dos carotenóides e no rompimento das membranas (OLIVEIRA JUNIOR, 2001).

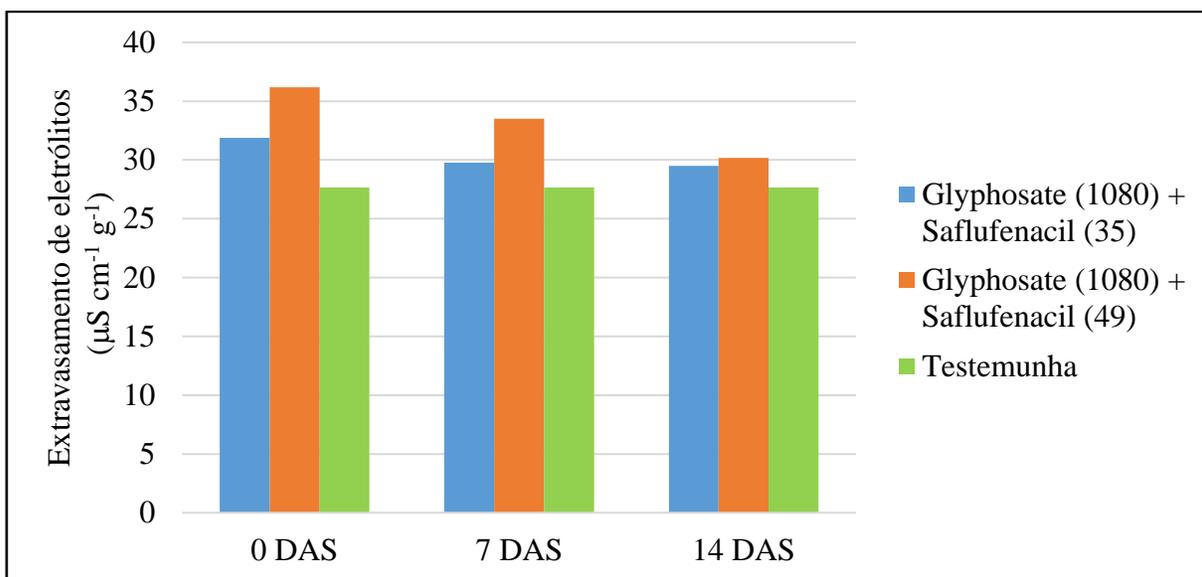


Figura 22. Extravasamento de eletrólitos ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em folíolos de soja, coletados 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

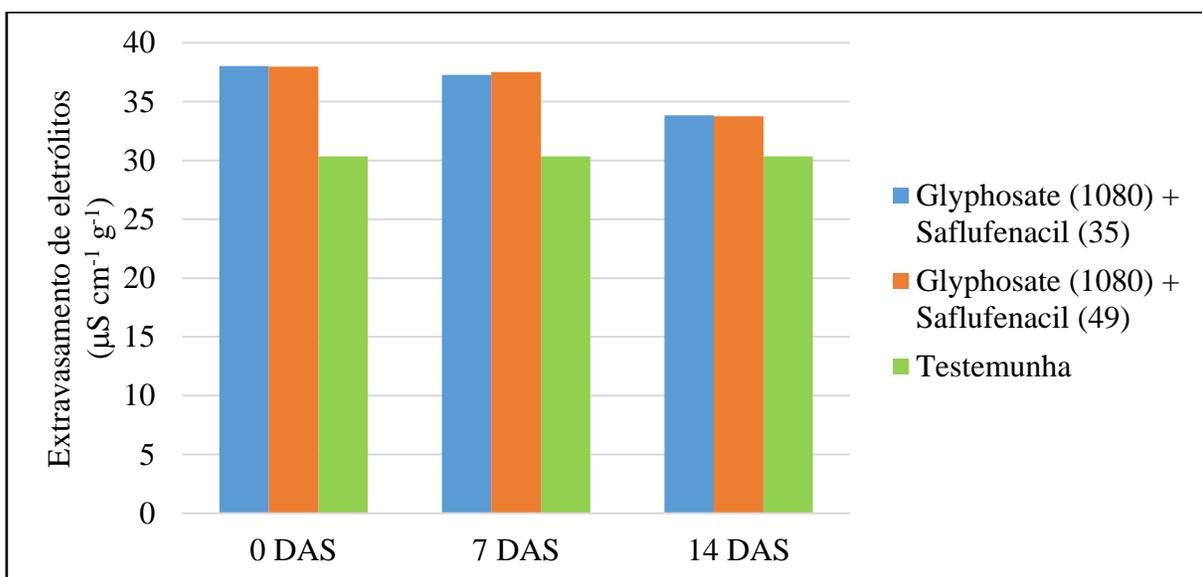


Figura 23. Extravasamento de eletrólitos ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em folíolos de soja, coletados 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

Não houve interação significativa entre as doses utilizadas e as épocas aplicadas quando o extravasamento de eletrólitos foi quantificado aos 14 e 28 DAE (Figuras 22 e 23). Porém quando observamos apenas o fator dose, pode-se inferir que os tratamentos com saflufenacil proporcionaram os maiores níveis de extravasamento de eletrólitos.

A determinação do extravasamento eletrolítico em solução de incubação de tecidos vegetais tratados com os herbicidas, através da condutividade eletrolítica da solução, constitui-se em mais uma variável para avaliação do efeito dos herbicidas no nível celular (KENYON et al., 1985; DAYAN et al., 1997; LI et al., 2000).

Quando a peroxidação de lipídeos foi estimada, foi possível observar que, independentemente da dose utilizada e da época aplicada os tratamentos com saflufenacil causaram aumento nos níveis de peroxidação de lipídeos nas avaliações realizadas aos 14 e 28 DAE Porém não foi observado interação significativa entre os fatores dose e épocas de aplicação (Figuras 24 e 25).

Em experimentos realizados por Choi et al. (1999) avaliando a susceptibilidade de plantas de cevada e trigo, também foi detectado aumentos dos teores de lipoperóxidos nas plantas estudadas expostas à concentrações de 0,33 μ M de oxyflurfen, sendo os maiores valores encontrados em cevada.

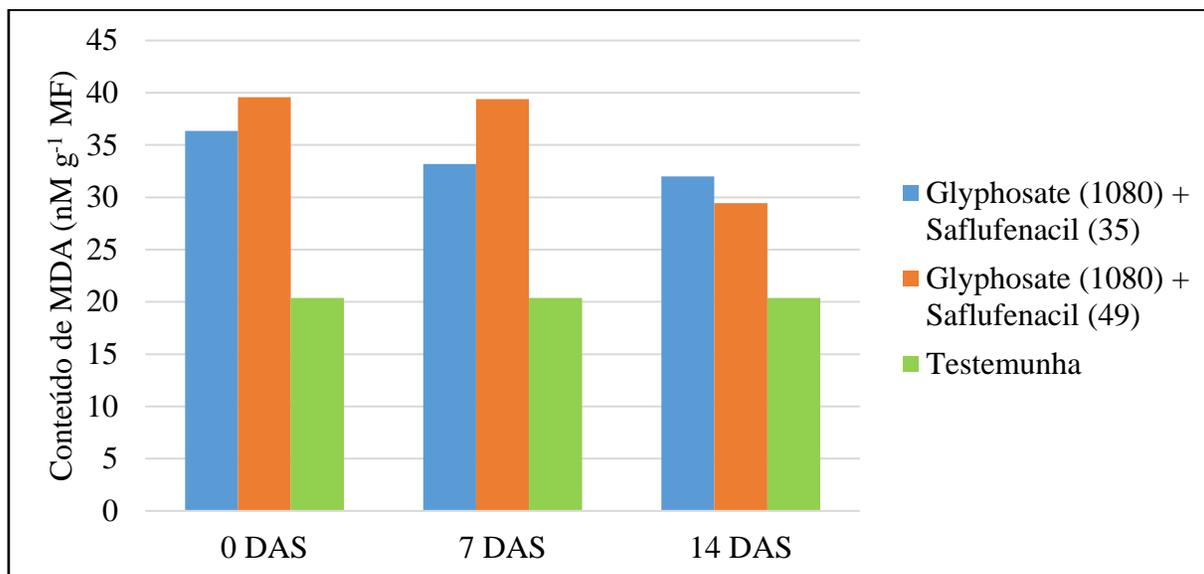


Figura 24. Conteúdo de MDA (nM g⁻¹ MF) em folíolos de soja, coletados 14 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

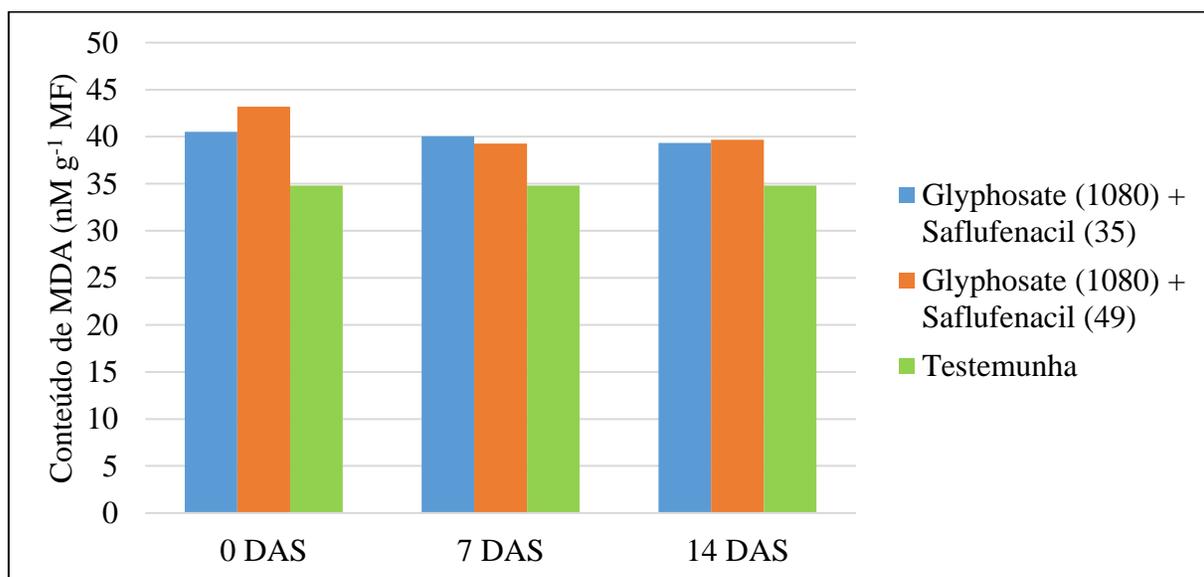


Figura 25. Conteúdo de MDA (nM g⁻¹ MF) em folíolos de soja, coletados 28 dias após a emergência (D.A.E). Médias seguidas de mesma letra (maiúscula entre os períodos e minúscula entre as doses) não diferem entre si pelo teste tukey ($p \leq 0,05$). Botucatu/SP, 2016.

7 CONCLUSÕES

A associação de glyphosate e saflufenacil foi seletivo para a cultivar TMG 132 RR, independentemente da dose utilizada ou da época aplicada.

Já para a cultivar BG 4377 RR, a associação de glyphosate e saflufenacil causou redução na produtividade da cultura, independentemente da dose aplicada.

Nos experimentos em condições de casa-de-vegetação foi perceptível que o teor de argila influenciou diretamente, no poder de dano do herbicida saflufenacil, sendo que as maiores reduções de matéria seca da parte aérea foram observados quando, as plantas de soja foram conduzidas em solo arenoso.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT-Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Informações do registro de agrotóxicos e afins constantes- **MAPA. Disponível em** http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons acessado: 15 mai de 2016.

AMIRJANI, M. R. **Effect of NaCl on some physiological parameters of rice.** EJBS, 2010.

ANDEF. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Ciência que protege as lavouras.** Disponível em: < <http://www.undef.com.br/agricultura/index.asp?cod=1>>. Acesso em 14 abril.2016.

APROSOJA. ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO MATO GROSSO DO SUL. **Soja.** Disponível em: < <http://www.aprosojams.org.br/soja>>. Acesso em 23 mar. 2015.

AZANIA, C. A. M. et al. Seletividade de herbicidas. III- Aplicação em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.489-495, 2006.

BARBER, A.D.; HARRIS, S.R. Oxygen free radicals and oxidants: a review. **American Pharm**, v.34, n.1, p.26-35, 1994.

BASF Agricultural Products. KIXORTM herbicide: Worldwide Technical Brochure (GL-69288). Agricultural Products Division, Research Triangle Park, NC.2008.

BENZIE, I.F.F. Lipid peroxidation: a review of causes, consequences, measurements and dietary influences. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.47, n.1, p.233-261, 1996.

BOYDSTON, R. A.; FELIX, J.; AL-KHATIB, K. Preemergence herbicides for potential use in potato production. **Weed Technol.**, v. 26, n.4, p. 731-739, 2012.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; RUSSELL, L.J. Biochemistry and molecular biology of plants. Rockville: **American Society of Plant Physiologists**, 2001. 1367p.

CAMARGO, E. R. et al. Interaction between saflufenacil and imazethapyr in red rice (*Oryza ssp.*) and hemp sesbania (*Sesbania exaltata*) as affected by light intensity. **Pest Manag. Sci.**, v. 68, n.7, p. 1010-1018, 2012.

CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M.; BRITO, C. H.; BARRETO, A. F. Plantas daninhas e sua resistência aos herbicidas. **Revista Caatinga**, v.17, n.1, p.32-38, 2004.

CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Período de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I – Cultivar IAC 11. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 317-322, 2001.

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

CARRETERO, D.M. **Efeitos da inibição da protoporfirinogênio IX oxidase sobre as trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em plantas de soja (*Glycine max*)**. 2008, 57f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CATUNDA, M. G., FREITAS, S. P., OLIVEIRA, J. G.; SILVA, C. M. M. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 115-121, 2005.

CATANEO, A.C. et al. Atividade de superóxido dismutase em plantas de soja (*glycine max* l.) cultivadas sob estresse oxidativo causado por herbicida. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n.2, p. 1-9, 2005.

CHOI, J.S.; LEE, H.J.; HWANG, I.T. et al. Differential susceptibilities of wheat and barley to diphenyl ether herbicide oxyfluorfen. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v.65, p.62-72, 1999.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. Soja: Tecnologia de Produção. Piracicaba: ESALQ/LPV, p.121- 138, 1998.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 2, n.4, p. 1-90 – Safra 2015/16 – Nono levantamento, Brasília. 2016. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho_2016_-_final.pdf .Acesso 14 jun. 2016.

CONSTANTIN, J. Cana-de-açúcar – Seletividade de herbicidas. **Correio agrícola**, São Paulo, n. 2, p. 18-19, 2001.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Dessecação antecedendo a semeadura direta pode afetar a produtividade. Potafós: **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 109, p. 14-15, 2005.

CONSTANTIN, J. et al. Sistemas de manejo de plantas daninhas no desenvolvimento e na produtividade da soja. **Bragantia**, Campinas, v.68, n. 1, p.125-135, 2009a.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H. ARANTES, J.G.Z.; CAVALIERI, S.D. Sistemas de dessecação antecedendo a semeadura direta de milho e controle de plantas daninhas. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.971-976, 2009b.

CONSTANTIN, J. et al. Controle de diferentes espécies de guaxuma com aplicações sequenciais de flumiclorac-pentil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 475-480, 2007.

COSTA, S. I. A. **Seletividade do herbicida saflufenacil aplicado em pós-emergência em dez variedades de cana-de-açúcar na condição de soca**. 2010, 64F. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CORREIA, N.M. E GOMES, L.J.P. Selectivity of saflufenacil for sweet sorghum and potential use of na-bentazon as a safener. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p.267-274 , 2015.

CORRÊA, M. J. P. E ALVES, P. L. da C. A. Efeitos da aplicação de herbicidas sobre a eficiência fotoquímica em plantas de soja convencional e geneticamente modificada. **Ciênc. agrotec**, v. 34, n. 5, p. 1136-1145, 2010.

DAYAN, E. D. et al. Selectivity and mode of action of carfentrazone-ethyl, a novel phenyl triazolinone herbicide. **Pesticide Science**, v. 57, n. 1, p. 65-73. 1997a.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: UFLA, 2002. 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).

DAYAN, F. E. et al. Soybean (*Glycine max*) cultivar differences in response to sulfentrazone. **Weed Science Society of America**, Champaign, v. 45, n. 4, p. 634-641, 1997b.

DAYAN, F. E.; DUKE, S. O. Phytotoxicity of protoporphyrinogen oxidase inhibitors: phenomenology, mode of action and mechanisms of resistance. In: ROE, R. M.; BURTON, J. D.; KUHR, R. J. (Eds). **Herbicide Activity: Toxicology, Biochemistry and Molecular Biology**. IOS Press, Washington, p. 11–35, 1997.

DEVINE, M.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs: PTR Prentice Hall, 1993. 441 p

DIESEL, F. et al. Tolerância de cultivares de feijão ao herbicida saflufenacil. **Ciênc. agrotec.** v.38, n.4, p.352-360, 2014.

DUARTE, N.F. et al. Seletividade de herbicidas sobre *Myracrodruon urundeuva* (aroeira). **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.329-337, 2006.

DUKE, S. O. et al. Photosensitizing porphyrins as herbicides. In: Hedin, P. A. (eds) **Naturally Occurring Pest Bioregulators**. ACS Symposium, Washington. n. 449, p. 371 -386, 1991.

DURIGAN, J.C.; VICTÓRIA FILHO, R. Comportamento de baixas doses de herbicidas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. I- Efeitos sobre o controle das plantas infestantes e parâmetros de produção da cultura. **Planta Infest.**, v.6, n.1, p.39-50, 1983.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em: < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acesso em 23 JAN. 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10p (Embrapa Soja. Circular Técnica, 48).

FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **R. C. Rural**, v. 25, n. 1, p. 27-32, 1995.

FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores do fotossistema 2. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. (Eds.). *Herbicidologia*, 2001, p.100-112.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera**, v.7, n.12, p. 1-12, 2011.

FRIHAUF, J. C.; STAHLMAN, P. W.; GEIER, P. W. Winter wheat and weed response to postemergence saflufenacil alone and in mixtures. **Weed Technol.**, v. 24, n. 3, p. 262-268, 2010.

GONÇALVES, C. G et al. Selectivity of saflufenacil applied singly and in combination with glyphosate on coffee and citrus crops. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 45 – 53, 2016.

GUIMARÃES, G.L. et al. Efeitos de culturas de verão e opções de inverno na cultura do milho e no solo na implantação do plantio direto. **Acta Sci. Agron.**, v. 28, n. 4, p. 471-477, 2006.

GROSSMANN, K. et al. The herbicide saflufenacil (Kixor™) is a new Inhibitor of protoporphyrinogen IX oxidase activity. **Weed Science**, v.58, n.2, p.1–9, 2010.

HAMPTON JG; TEKRONY DM. 1995. Handbook of vigor test methods. Zurich: ISTA. 117p.

HESS, F.D. Review Light – dependent herbicides: an overview. **Weed Sci.**, v.48, n.2, p.160-70, 2000.

HEATH, R.L.; PACKER, L. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.125, n.1, p.189-198, 1968.

HUANG, Z.A. et al. Effects of nitrogen deficiency on gas exchange, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzymes in leaves of rice plants. **Photosynthetica**, v.42, n.3, p.357-364, 2004.

KANA, R. et al. Effect of herbicide clomazona on photosynthetic processes in primary barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.78, n.3, p.161-170, 2004.

KENYON, W. H.; DUKE, S. O.; VAUGHN, K. C. Sequence of effects of acifluorfen on physiological and ultrastructural parameters in cucumber cotyledon discs. **Pest. Biochem. Physiol.**, v. 24, n. 2, p. 240-250, 1985.

KRUSE, N. D. et al. Estresse oxidativo em girassol (*Heliantus annuus*) indica sinergismo para as misturas dos herbicidas metribuzin e clomazone. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 379-390, 2006.

LANGARO, A.C. Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.40-46, 2014.

LI, Z.; WEHTJE, G. R.; WALKER, R. H. Physiological basis for the differential tolerance of *Glycine max* to sulfentrazone during seed germination. **Weed Science Society of America**, Champaign, v. 48, n. 2, p.281-285, 2000.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods of Enzymology**. v.148, p.350-385, 1987.

LIMA, P. R. F.; MACHADO-NETO, J. G. Otimização da aplicação de fluazifop-p-butil em pós-emergência na cultura de soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, v.19. n.1, p.85-95, 2001.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª ed. Plantarum, Nova Odessa, Brasil, 2000 620 pp.

MACEDO, G. C. **Efeitos de sistemas de manejo pré-semeadura da soja sobre a dinâmica no solo e eficácia de herbicidas.** 2015, 125F. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

MACHADO, S.L.O. **Eficiência e seletividade de imazethapyr, aplicado em duas épocas, no controle de plantas daninhas em soja.** Santa Maria: UFSM, 1988. 12p.

MAHONEY, K. J. et al. Tolerance of Soybean (*Glycine max L.*) to Protoporphyrinogen Oxidase Inhibitors and Very Long Chain Fatty Acid Synthesis Inhibitors Applied Preemergence. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n.1, p. 1117-1124, 2014.

MALUTA, F. A.; JÚNIOR, J. C.; SILVA, L. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Produção Vegetal. Biologia e Manejo de Planta Daninha, 2011. 29 p.

MAROCHI, A. I. Avaliação de métodos de controle químico para *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), infestando áreas sob plantio direto da região sul do Brasil. In: **Zapp: Desafio do novo.** São Paulo: Zeneca Agrícola, 1996. p.175-186.

MAROCHI, A.I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SEMEADURA DIRETA EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. **Anais ...** Castro: Fundação A.B.C, 1993. p. 208-227.

MATOS, M.P. de. Soja: a mais importante oleaginosa da agricultura moderna. São Paulo: Ícone editora Ltda, 1987. 73p.

MELO, H.B. et al. Interferência das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas. **Planta Daninha**, v. 19, n.2, p. 187-191, 2001.

MEROTTO Jr, A.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores de PROTOX. *Herbicidologia/Vidal, R.A., Merotto Jr, A.(Editores) –Porto Alegre: 2001. p.69 – 86.*

MESCHEDE, D. K. **Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja, sob baixa densidade de semeadura.** 2002. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2002.

MEROTTO JÚNIOR, A; VIDAL, R. A. **Herbicidologia.** Porto Alegre: Evangraf, 2001. 152 p.

MILLÉO, M. V. R.; MORESCO, E.; BELANI, R. B. Uso do herbicida saflufenacil em aplicação dirigida na dessecação de plantas daninhas na cultura da acácia negra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas, Viçosa, 2010. CD-ROM.

MILLER, R. T. et al. Soybean (*Glycine max*) cultivar tolerance to saflufenacil. **Can. J. Plant Sci.**, v. 92, n. 7, p. 1319-1328, 2012.

MONTGOMERY, G. B. Utilization of Saflufenacil in a Clearfield® Rice (*Oryza sativa*) System. **Weed Technology**, v.29, n.2, p.255-262, 2015.

NEGRISOLI, E. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v. 22, n.1, p.567-575, 2004.

NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

NELSON, K. A. et al. Effect of lactofen application timing on yield and isoflavone concentration in soybean seed. *Agronomic Journal*, v. 99, n.1, p.645-649, 2007.

NETO, M.E.F et al. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 345-352, 2009.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Mecanismos de Ação de Herbicidas**. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, p.141-192. 2011.

OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Coord.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. p.141-192.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 721-732, 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu manejo**. Guaíba, Agropecuária, 2001, p. 207-260.

OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362 p.

OSIPE, R.; NISHIMURA, M.; LOPES, D. Avaliação da eficiência e seletividade de herbicidas aplicados em mistura de tanque, em pós-emergência na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., Caxambu, 1997. **Resumos**. Caxambu: SBCPD, 1997. 482p.

PEREIRA, M.R.R et al. Seletividade do herbicida saflufenacil a *Eucalyptus urograndis*. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 617-624, 2011.

PEREIRA, F. C. et al. Avaliação do herbicida kixor no manejo de buva resistente ao glifosato na cultura de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência das Plantas Daninhas, Viçosa, 2010. CD-ROM.

PINTO, J.J.O.; BORGES, E.S.; AGOSTINETTO, D.; HENN, O. Manejo de herbicidas desseccantes no sistema de cultivo mínimo na cultura do arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 21. Caxambú, 1997. **Resumos...** Sociedade Brasileira de Ciências de Plantas Daninhas, Viçosa, 1997. p.165.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. 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...** Belo Horizonte: SBHED, 1984. p. 37.

PROCÓPIO, S. O. et al. Seleção de plantas com potencial para fitorremediação de solos contaminados com o herbicida trifloxysulfuron sodium. **Planta Daninha**, v. 22, p. 315–322, 2004.

RUBIN, R.S. **Alterações morfofisiológicas em biótipos de arroz-vermelho em competição com arroz-irrigado**, 2012. 101f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SANCHOTENE, D. M. et al. Manejo químico de plantas daninhas tolerantes ao glifosato na cultura da soja. **Revista da FZVA**, v.15, n.2, p.77-84. 2008.

SIKKEMA, P. H.; SHROPSHIRE, C.; SOLTANI, N. Tolerance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.), oats (*Avena sativa* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) to saflufenacil. **Crop Protection**, v.27, n.1, p.1495–1497, 2008.

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

SILVA, A. C. et al. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de graminicida. **Pesq. agropec. bras.**, v.41, n.1, p.37-42, jan. 2006.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina: SBCPD, 1995.

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Sensitivity of leguminous crops to saflufenacil. **Weed Technol.**, v. 24, n. 2, p. 143-146, 2010.

SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Response of corn to pre emergence and postemergence applications of saflufenacil. **Weed Technol.**, v. 23, n. 3, p. 331-334, 2009.

STROHER, I.H.; HADEN, E. Avaliação da eficiência e seletividade de bentazon em mistura com outros herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., Londrina, 1993.**Resumos.** Londrina: SBHED, 1993. p.94-95.

TROLOVE, M.R. Eicacy and crop selectivity of salufenacil alone and with partner herbicides for weed control in maize. **New Zealand Plant Protection**, v. 64, n.1, p. 133-141, 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Oil Crops Outlook: March 2015.** Disponível em: < <http://ers.usda.gov/publications/ocs-oil-crops-outlook/ocs-15c.aspx>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

VAZQUEZ G. H. et al. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n.2, p.01-011, 2008.

VELINI, E. D. et al. Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas gramíneas desta cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 15.

VELINI, E. D. et al. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 10, p. 13-16, 1992.

VIDAL, R. A.; **Herbicidas: Mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, RS, 1997, 165p.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A.; FLECK, N. G. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas de menor risco para desenvolver problemas. Curso de Manejo e Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas, 2, 1999, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: AEACG, 1999, p. 68-72.

VIEIRA RD, KRZYZANOWSKI FC. 1999. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI FC; VIEIRA RD; FRANÇA NETO JB (eds). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. cap.4. p.1-26.

VOLL, E. et al. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha**, v. 20, n.1, p. 17-24, 2002.

WEHTJE, G. R. et al. Response of purple (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedges (*C. esculentus*) to selective placement of sulfentrazone. **Weed Science Society of America**, Champaign, v. 45, p. 382-387, 1997.