

**MANEJO QUÍMICO DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO
(*Spermacoce* sp.) NA CULTURA DA SOJA**

Marcos Felipe de Castro Lourenço
Eng. Agrônomo

MARCOS FELIPE DE CASTRO LOURENÇO

**MANEJO QUÍMICO DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO
(*Spermacoce* sp.) NA CULTURA DA SOJA**

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Ribeiro da Cunha

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

LM321m Lourenço, Marcos Felipe de Castro
MANEJO QUÍMICO DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO
(Spermacoce sp.) NA CULTURA DA SOJA / Marcos Felipe
de Castro Lourenço; orientador Paulo César Ribeiro da
Cunha. -- Urutaí, 2018.
57 p.

Dissertação (Graduação em Mestrado Profissional em
Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano,
Câmpus Urutaí, 2018.

1. Manejo químico. 2. Spermacoce sp.. 3. Pré-
semeadura. 4. Competição. 5. Produtividade. I.
Ribeiro da Cunha, Paulo César, orient. II. Título.

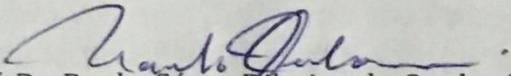
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

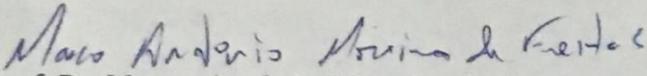
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Manejo químico de *Spermacocea* sp. em pré-semeadura na cultura da soja.

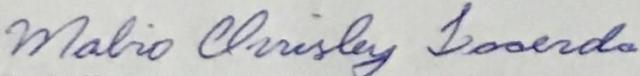
AUTOR: Marcos Felipe de Castro Lourenço

Dissertação defendida e aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Paulo César Ribeiro da Cunha (orientador)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí


Prof. Dr. Marco Antônio Moreira de Freitas
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí


Dr. Mábio Chrisley Lacerda
Embrapa Arroz e Feijão

Urutaí, 28 de fevereiro de 2018

Aos meus pais, Romeu Lourenço Bastos e Rosa Helena de Castro Lourenço, aos meus irmãos Gabriella de Castro Lourenço e Ezequiel de Castro Lourenço e a minha esposa e companheira Ana Paula Silva Siqueira.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre esteve ao meu lado auxiliando minha jornada;

A minha família, Romeu Lourenço Bastos, Rosa Helena de Castro Lourenço, Gabriella de Castro Lourenço, Ezequiel de Castro Lourenço e minha esposa Ana Paula Silva Siqueira, que sempre me apoiaram e acreditaram em meu potencial;

Ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, pela oportunidade para realização desse trabalho;

Ao Professor e Amigo Dr. Paulo César Ribeiro da Cunha, que me acolheu desde a graduação e agora na pós-graduação, me passando conhecimento profissional e social, onde eu tenho total respeito, sendo para mim meu exemplo de vida... só tenho que agradecer pelas oportunidades que ele me proporcionou diretamente e indiretamente;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, pela bolsa concedida a nível de mestrado;

Ao aluno do curso de Agronomia do Campus Urutaí do Instituto Federal Goiano, Cássio Castro, pela ajuda em campo na condução dos experimentos;

Ao produtor Gilsomar que concedeu à área de sua propriedade na Fazenda Santa Bárbara para realização dos experimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 GERAL.....	3
2.2 ESPECÍFICOS.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 CULTURA DA SOJA.....	4
3.2 MANEJO PRÉ-SEMEADURA.....	5
3.3 CARACTERÍSTICAS DA <i>Spermacoce</i> sp.....	5
3.4 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS.....	7
3.5 MECANISMOS DE AÇÃO DOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA CONTROLE DE <i>Spermacoce</i> sp.....	8
3.6 REFERÊNCIAS.....	9
4 CONTROLE QUÍMICO DE VASSOURINHA- DE- BOTÃO EM PRÉ- SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA.....	13
4.1 INTRODUÇÃO.....	14
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.4 CONCLUSÃO.....	26
4.5 AGRADECIMENTOS.....	26
4.6 REFERÊNCIAS.....	26
5 DOSES DE GLYFOSATE NO CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO EM PRÉ-SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA.....	29
5.1 INTRODUÇÃO.....	30
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.4 CONCLUSÃO.....	37
5.5 AGRADECIMENTOS.....	38
5.6 REFERÊNCIAS.....	38
6 MATOCOMPETIÇÃO DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO NA CULTURA DA SOJA.....	40
6.1 INTRODUÇÃO.....	41
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
6.4 CONCLUSÃO.....	47
6.5 AGRADECIMENTOS.....	47
6.6 REFERÊNCIAS.....	47

RESUMO

A vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) é uma planta daninha de difícil controle e com alta infestação em áreas cultivadas com a cultura da soja nos estados de Goiás, Piauí, Maranhão e Bahia. Agrônomos e produtores têm relatado a dificuldade de controle químico dessa espécie, principalmente quando se encontra em estádios fenológicos avançados no momento de posicionamento de herbicidas para dessecação em pré-semeadura da safra de verão, situação em que a vassourinha apresenta tolerância ao principal herbicida utilizado nessa operação, o glyphosate. Este trabalho tem como objetivo avaliar herbicidas aplicados na pré-semeadura da soja, isolados e em combinações, para controle da vassourinha-de-botão, e ainda avaliar o efeito de doses do herbicida glyphosate no controle da vassourinha-de-botão em pré-semeadura da soja e finalmente quantificar o potencial competitivo da vassourinha-de-botão em matocompetição em diferentes densidades populacionais sobre a cultura da soja. Os experimentos foram realizados em campo na Fazenda Santa Bárbara, no município de Orizona, Goiás e as análises laboratoriais foram realizadas no departamento de Fitotecnia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, nos anos de 2016 e 2017. Os experimentos foram instalados em blocos completos casualizados com quatro repetições, foram avaliados os índices de estande, altura de planta, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade. Constatou-se que com as combinações Glyphosate + Carfentrazone + Saflufenacil, Glyphosate + Carfentrazone + Flumioxazin, Glyphosate + Saflufenacil + Flumioxazin aplicadas na pré-semeadura, foram obtidos os melhores controles da planta daninha e conseqüentemente as maiores produtividades da cultura da soja. Quanto às doses de glyphosate, constatou-se que somente a partir de 2.880 g e.a. ha⁻¹ houve o controle da planta daninha em estágio fenológico adiantado. Em relação à matocompetição da vassourinha-de-botão com a soja, foi observado que a partir de uma planta por m² há redução da massa de 1000 grãos e produtividade; em competição com seis plantas de vassourinha-de-botão por m² a redução na produtividade atingiu 25%. Os resultados possibilitaram melhor posicionamento para controle químico da vassourinha-de-botão e permitiram quantificar as perdas ocasionadas pela planta daninha na cultura da soja.

Palavras-chaves: Manejo químico; *Spermacoce* sp.; Pré-semeadura; Competição; Produtividade; *Glycine max*.

ABSTRACT

The red-broom (*Spermacoce* sp.) is a difficult-to-control weed with high infestation in cultivated areas with soybean cultivation in the states of Goiás, Piauí, Maranhão and Bahia. Agronomists and producers have reported the difficulty of chemical control of this species, especially when it is in advanced phenological stages at the moment of positioning of herbicides for desiccation in pre-sowing of the summer crop, in which case the broom shows tolerance to the main herbicide used in this operation, the glyphosate. The aim of this work was to evaluate herbicides applied in the pre-sowing of soybeans, isolated and in mixtures, to control the vassourinha-de-botão, and to evaluate the effect of doses of the glyphosate herbicide on the control of the pre-sowing vassourinha-de-botão of the soybean and finally quantify the competitive potential of the vassourinha-de-botão in matocompetition in different population densities on the soybean crop. The experiments were carried out in the field of Santa Barbara Farm, in the municipality of Orizona, Goiás State, and the laboratory analyzes were carried out in the Plant Science Department of the Goiano Federal Institute Campus Urutai, in the years 2016 and 2017. The experiments were installed in randomized complete blocks with four replicates, the stand indexes, plant height, number of pods per plant, mass of one thousand grains and productivity were evaluated. The Glyphosate + Carfentrazone + Saflufenacil, Glyphosate + Carfentrazone + Flumioxazin, Glyphosate + Saflufenacil + Flumioxazin mixtures were applied to the pre-sowing, the best weed controls were obtained and consequently the highest yields of the soybean crop. Doses of glyphosate, it was verified that only from 2.880 g and ha⁻¹ there was control of the weed in an early phenological stage. In relation to the matocompetition of the vassourinha-de-botão with soybean, it was observed that from one plant per m² there is a reduction of the mass of 1000 grains and productivity; in competition with six plants of vassourinha-de-botão per m², the reduction in productivity reached 25%. The results allowed a better positioning for chemical control of the vassourinha-de-botão and allowed to quantify the losses caused by the weed in the soybean crop.

Keywords: Chemical management; *Spermacoce* sp.; Pre-sowing; Competition; Productivity; *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja é a principal “*commodity*” agrícola do Brasil, com produtividade nacional média de 3.731 kg ha⁻¹, totalizando uma área plantada de 33 milhões hectares (CONAB, 2017). Seu alto teor de proteínas, que proporciona múltiplas utilizações, e os usos industriais não tradicionais, como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros, aumentaram a demanda do produto. Essa cultura também tem grande importância na produção de alimentos, sendo fonte de matéria-prima para a indústria e alimentação animal, com ampla adaptação às condições brasileiras (LAMEGO et al., 2013). O aumento da área cultivada e da produtividade da soja no Brasil deve-se também à incorporação de novas tecnologias de produção nos últimos anos. No entanto, existem fatores que limitam a produtividade desse grão no Brasil (ZANON et al., 2015).

Entre os fatores que contribuem para essa limitação pode-se destacar a presença de várias espécies de plantas daninhas, fator de redução da produção econômica na cultura da soja (RIZZARDI & SILVA, 2014). Além disto, tem-se a problemática da elevação do custo de produção com os gastos atribuídos ao controle da infestação. De maneira geral, sob competição, as plantas de soja tendem a incrementar sua altura, como forma de maximizar a captação da radiação e sombrear as plantas daninhas; o acúmulo de fitomassa seca é reduzido, bem como a área foliar e a relação folhas/ramos, há alterações morfofisiológicas, com reflexo também na produtividade (ALMEIDA et al., 2015; VOLLMANN et al., 2010; SILVA et al., 2009).

As plantas daninhas conhecidas por vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), papuã (*Brachiaria plantaginea*), apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), capim-timbete (*Cenchrus echinatus*) têm despertado atenção dos produtores rurais, em razão da alta incidência e, sobretudo, pela elevada dificuldade de controle, mesmo com uso de herbicidas (PACHECO et al., 2016). Dentre as daninhas de difícil controle, a *Spermacoce* sp. foi relatada como de grande ocorrência em áreas de produção de soja e de cana-de-açúcar, no Brasil (PACHECO et al., 2016; MARTINS & CHRISTOFFOLETI, 2014). A dificuldade de controle em áreas produtoras de soja decorre principalmente, porque essa planta daninha é uma dicotiledônea e em caso de cultivo de soja o controle não seletivo pode causar malefícios à cultura principal (MARTINS et al., 2010).

Pouco se conhece sobre a biologia dessa planta daninha, especialmente sobre os aspectos relacionados à sua germinação e dinâmica populacional.

Jimenez-B (2002), realizou levantamentos de 785 espécies da família Rubiaceae, dentre elas a *Borreria densiflora* DC. relatando esta como sinomínia de espécies de *Spermacoce* sp. Baillon (1880) não reconheceu diferenciação dos gêneros criados, tratando como sinomínia *Borreia* e *Spermacoce*. Steyermark (1974) também reconheceu, a similaridade do gênero *Borreria* com o gênero *Spermacoce*. Em relação a identificação e classificação da vassourinha-de-botão, como *Spermacoce* e *Borreria*, ainda encontram-se em nível de flutuação, longe de serem resolvidos (REIS, et al. 2005).

Entre as táticas de manejo de plantas daninhas o controle químico é o método mais predominante em sistemas de produção agrícola em todo o mundo e é o mais utilizado na cultura da soja que consiste na utilização de produtos químicos, como os herbicidas (ZIMDAHL, 2013). A liberação da soja transgênica possibilitou a utilização da molécula de glyphosate de amplo espectro para o controle das plantas daninhas em pré-semeadura e pós-emergência, facilitando o manejo e diminuindo custos. Contudo, existem plantas que possuem certo grau de tolerância à molécula de glyphosate, como a *B. densiflora* de modo que, para o efetivo controle, é necessária a associação com outros herbicidas ou aplicações sequenciais de glyphosate (NETO et al., 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo desse estudo foi avaliar herbicidas aplicados isolados e em combinações duplas e triplas com glyphosate na pré-semeadura da cultura da soja para controle da vassourinha-de-botão; e a eficácia de doses de glyphosate para controle da vassourinha-de-botão na pré-semeadura da soja; também foi avaliado o efeito de densidades de vassourinha-de-botão em matocompetição com a cultura da soja.

2.2 ESPECÍFICOS

- Verificar a possível fitotoxidez promovida na soja pelos herbicidas aplicados isolados ou em combinações duplas e triplas aplicados com glyphosate na pré-semeadura da cultura da soja;
- Avaliar o controle da planta daninha *Spermacoce* sp. por herbicidas isolados ou em mistura aplicados com glyphosate no estágio fenológico reprodutivo/perenizada;
- Avaliar o controle de *Spermacoce* sp. em estágio reprodutivo/perenizada por doses crescentes de glyphosate;
- Possibilitar uma recomendação precisa e segura para o controle químico de *Spermacoce* sp. perenizada em pré-semeadura da soja;
- Avaliar o desempenho agrônomico da soja com aplicação dos herbicidas isolados e em combinações combinadas com glyphosate, e gerar dados que possibilitem propostas de técnicas para controle da espécie daninha nas condições locais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta da família das leguminosas, dicotiledônia, cuja estrutura é formada por um conjunto de raízes e parte aérea. Originária da Ásia a difusão da cultura ocorreu no Brasil em 1882, mas somente a partir da década de 1960 surgiram as primeiras lavouras comerciais que se integraram no sistema de rotação com milho e em sucessão as culturas do trigo, cevada, aveia branca e aveia preta (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005). Outro fator importante na difusão da cultura no Brasil foi o incentivo político o que a estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil (EMBRAPA, 2003).

Ela é a principal cultura em extensão de área e volume de produção, em 2017 o Brasil se configurou como segundo maior produtor mundial com 113.923 milhões de toneladas, área plantada de 33.890 milhões de hectares e produtividade 3.362 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2017). Seus múltiplos usos como produção de proteína animal, alimentação humana, fabricação de biocombustíveis, consolidaram-na em uma cadeia agroindustrial (CONAB, 2017).

Para o bom desenvolvimento da cultura é necessário, entre outras coisas, condições climáticas favoráveis com relação à precipitação, temperatura e fotoperíodo (SMIDERLE et al., 2009). A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta e atua praticamente em todos os processos fisiológicos e bioquímicos, sendo de grande importância principalmente na fase de germinação/emergência e floração/enchimento de grãos (EMBRAPA, 2011; FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, ao que se refere à necessidade hídrica varia entre 450 a 800 mm por ciclo (EMBRAPA, 2011). As condições ótimas de temperatura para a cultura estão entre 20°C e 30°C, sendo a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento em torno de 30° C, a temperatura do solo adequada varia também de 20 a 30 °C (SMIDERLE et al., 2009; EMBRAPA, 2011; FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). A floração da soja somente é induzida com temperaturas acima de 13°C, e a maturação pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas (SMIDERLE et al., 2009). A soja apresenta alta sensibilidade ao fotoperíodo, ou seja, é induzida ao florescimento quando o fotoperíodo, ao decrescer, atinge valores iguais ou inferiores ao mínimo crítico exigido pela variedade, razão

pela qual é chamada de planta de dias curtos (SMIDERLE et al., 2009; EMBRAPA, 2011, FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

O desenvolvimento de cultivares de soja com adaptação às condições edafoclimáticas das principais regiões do país, especialmente as dos cerrados e as de baixas latitudes, vem propiciando expansão da fronteira agrícola brasileira (SMIDERLE et al., 2009).

3.2 MANEJO PRÉ-SEMEADURA

O manejo em pré-semeadura ou “dessecação” é fundamental para um bom desenvolvimento das lavouras. A eliminação das plantas daninhas, antes da semeadura, permite que a cultura tenha um desenvolvimento inicial rápido e vigoroso. A literatura tem demonstrado que aplicações sequenciais, que introduzem, antecipadamente, herbicidas sistêmicos, tais como glyphosate e 2,4-D, e, após 15 a 20 dias, na véspera ou na data da semeadura, herbicidas de contato, como paraquat, paraquat em mistura com diuron, diquat e flumioxazin, proporcionam maior eficiência no controle das plantas daninhas (CONSTANTIN et al., 2009).

Na cultura da soja se destaca a necessidade de efetuar o controle de plantas daninhas, uma vez que estas causam perdas significativas na produtividade da cultura, conforme a espécie, a densidade e a distribuição na lavoura. A eliminação das plantas daninhas antes da semeadura da cultura é dependente da ação eficiente dos herbicidas (OSIPE et al., 2011).

A utilização isolada do glyphosate já não é mais garantia de uma boa dessecação. Plantas daninhas resistentes ou com tolerância a este herbicida, como a buva, o capim-amargoso e o capim pé-de-galinha já são responsáveis pela utilização de outros herbicidas nas áreas cultivadas com soja no Brasil. Além disso, existem atualmente 41 casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas no país (WeedScience, 2016).

3.3 CARACTERÍSTICAS DA *Spermacoce* sp.

A planta daninha *Spermacoce* sp. (Figura 1) é uma espécie dentro da família Rubiaceae, nativa da América Tropical, introduzida em outras regiões do mundo (AKOBUNDU & EKELEME, 2002; CHIQUIERI et al., 2004). Sua reprodução é exclusiva por sementes, a via fotossintética provável é a do tipo C₃, o ciclo de vida é classificado como perene simples. As sementes são do tipo fotoblásticas positivas preferenciais e as

temperaturas que promovem maior germinação estão entre 20 e 35°C, a dinâmica populacional da planta é influenciada por elevadas temperaturas (acima de 25 °C) e condições de luminosidade de 12 horas diárias. As estruturas reprodutivas são produzidas em grande quantidade sendo de fácil dispersão (MARTINS, 2008).



Figura 1- Inflorescência e folhas da vassourinha-de-botão.

Fonte: Fontes & Tonato, 2016.

Christoffoleti & Carvalho (2009) relataram que essa planta daninha é uma espécie que apresenta biótipos tolerantes ao glyphosate, e que estão amplamente distribuídos nas lavouras brasileiras. Fontes & Tonato (2016) afirmaram que a vassourinha de botão é uma espécie capaz de formar grandes infestações e interferir negativamente em culturas agrícolas e pastagens por meio da competição por nutrientes.

Martins (2008) estudando essa planta daninha notou que na cultura de cana-de-açúcar, os herbicidas pré-emergentes diclosulam, imazaquin, pendimethalin, S- metolachlor foram opções interessantes para o controle. Enquanto os pós-emergentes com melhor controle foram lactofen e combinações de glyphosae + 2,4, imazethapyr + lacofen, carfentrazone-ethy +

glyphosate e imazethapyr + chlorimuron-ethyl + lactofen. Essa autora ressalta ainda a importância de efetuar o controle da planta daninha nos estágios iniciais de desenvolvimento para garantir melhor eficiência de controle final.

3.4 MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas competem com a cultura da soja pelos recursos e essa competição é importante porque pode afetar o desenvolvimento da cultura causando perdas na produtividade, redução na qualidade dos grãos, maturação desuniforme e podem até inviabilizar a colheita (EMBRAPA, 2003).

Diante disso, o manejo dessas plantas consiste em suprimir o crescimento ou a densidade de indivíduos até níveis aceitáveis, não ocasionando prejuízos para a cultura principal. Existem diferentes métodos para controle de plantas daninhas, sendo o controle químico, principalmente na cultura da soja, o mais utilizado (CARVALHO, et al. 2002).

Dentre os herbicidas usados para controle de plantas daninhas, o glyphosate é conhecido por seu amplo espectro de controle, porém, seu uso exclusivo pode ter limitações, enquanto algumas situações podem requerer doses elevadas, outras podem requerer aplicação sequencial ou ainda combinação de outros herbicidas para controle adequado (CORREIA & DURIGAN, 2009).

Em 2006 a Embrapa Trigo nomeou os principais herbicidas recomendados para cultura da soja no preparo convencional e no sistema plantio direto de soja entre eles, acetochlor, cloransulam-metil, diclosulam, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, flumetsulam, flumiclorac-pentil, flumioxazin, fomesafen, imazamox, imazaquin, imazethapyr, lactofen, metolachlor.

3.5 MECANISMOS DE AÇÃO DOS HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA CONTROLE DE *Spermacoce* sp.

Entre os mecanismos de ação utilizados para controle de plantas daninhas dicotiledôneas, se destacam os Inibidores da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), Mimetizadores de

Auxina (AUXINA), Inibidores do Fotossistema I e II (FSI e FSII) e Inidores da Acetolactato Sintase (ALS).

O modo de ação dos herbicidas EPSPS ocorre pelo bloqueio da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase, que catalisa a ligação dos compostos chiquimato 3-fosfato e fosfoenolpiruvato, promovendo o enolpiruvilchiquimato-3-fosfato e fosfato inorgânico. A inibição da EPSPS leva ao acúmulo de altos níveis de chiquimato nos vacúolos, o que é intensificado pela perda de controle do fluxo de carbono na rota (FEDTKE & DUKE, 2004). Ocorre, ainda, o bloqueio da síntese de três aminoácidos aromáticos: o triptofano, a fenilalanina e a tirosina (ZABLOTOWICZ & REDDY, 2004).

Os herbicidas do mecanismo de ação PROTOX tem o efeito na planta inibindo a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase, que atua na oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX, que são precursores da clorofila. Com a inibição da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogênio então, acontece uma oxidação não-enzimática da mesma. Em última instância lipídeos e proteínas são oxidados, resultando em perda da clorofila e carotenoides e no rompimento das membranas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Os mimetizadores da auxina causam a acidificação da parede celular através do estímulo da atividade da bomba de prótons a ATPase, ligada à membrana celular. A redução no pH apoplástico induz à alongação celular pelo aumento da atividade de certas enzimas responsáveis pelo afrouxamento celular. Os aumentos anormais nestes processos levam à síntese de auxinas e giberilinas, as quais promoverão divisão e alongamento celular acelerando e desordenado nas partes novas da planta levando ao seu esgotamento (SENSEMAN, 2007).

Herbicidas com modo de ação dos inibidores do fotossistema I, atuam no sítio de ação da ferredoxina. A interceptação de elétrons no fotossistema I paralisa a redução da ferredoxina e as reações subsequentes. A morte das plantas, no entanto, resulta de uma soma de numerosos processos que ocorrem em função da perda do estado de equilíbrio bioquímico natural pela perda de substâncias reduzidas. A morte das plantas ocorre pela fotossíntese dos tecidos afetados, destruição dos ácidos graxos nos tilacóides e outras membranas celulares próximas aos locais de produção de radicais livres, e pelo dano que estes radicais livres causam as células, levando à clorose, necrose e morte da planta (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011; DAN HESS, 1994).

Quanto aos inibidores do fotossistema II a inibição da fotossíntese acontece pela ligação dos herbicidas deste grupo ao sítio de ligação da Qb (plastoquinona b), na proteína D1 do fotossistema II, o qual se localiza nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos, causando, por consequência, o bloqueio do transporte de elétrons de Qa (plastoquinona) para Qb. Isto interrompe a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais para o crescimento das plantas. A morte das plantas, entretanto, na maioria dos casos ocorre por causa de outros processos. A peroxidação dos lipídeos é autocatalítica e se espalha para outros lipídeos constituintes de membranas, como as do cloroplasto e de outras estruturas celulares (BARTELS, 1985).

Os inibidores da ALS atuam na síntese de três aminoácidos de cadeia ramificada, leucina, lisina e isoleucina. Nas plantas susceptíveis, ocorre a paralisação do crescimento e desenvolvimento de clorose internerval e, ou arrouxeamento foliar dentro de sete a dez dias após a aplicação do herbicida, e posteriormente ocorre a morte das plantas susceptíveis (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

3.6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. O.; MATOS, C. C.; SILVA, D.V.; BRAGA, R. R.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 6, p. 524-530, 2015.

AKOBONDU, O.; EKELEME, F. Weed seedbank characteristics of arable fields under different fallow mangemen systems in the humid tropical zone of southeastern Nigeria. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 54, n. 2, p. 161-170, 2002.

BAILLON, H. E. Rubiacées-Dipsacacées. **Histoire Naturelle des Plantes**, Paris, v. 7, n. 1, p. 257-503, 1880.

BARTELS, P.G. Effects of herbicides on photosynthesis. **Weed Physiology**. Boca Raton, CRC Press, v.2, p. 64-91, 1985.

CARVALHO, F. T.; PEREIRA, F. A. R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R. R. B. Manejo Químico das Plantas Daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em Sistema de Plantio Direto da Cultura da Soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 145-150, 2002.

CHIQUIERI, A.; DI MAIO, F. R.; PEIXOTO, A. L. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 47-57, 2004.

CHRISTOFFOLETI, P. J., CARVALHO, S. J. P. Adaptadas, espécies infestantes resistem a herbicidas. **Visão Agrícola**, v. ?, n. 9, p. 123-125, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (2017). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos** (v. 5 - SAFRA 2017/18- N. 3 - Terceiro levantamento | Dezembro 2017). Brasília, DF: CONAB. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_11_14_14_35_dezembro.pdf >. Acesso em: 10 jan. 2018.

CONSTANTINI, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONTIERO, R. L. Manejo antecipado é estratégia para inibir plantas daninhas. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 9, p. 119-122, 2009.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Controle de plantas daninhas da cultura de soja resistente ao glyphosate. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 319-327, 2010.

DAN HESS, F. Mode of action of paraquat and diquat. **Herbicide Action Course**. West Lafayette, CRC Press, p. 118-127, 1994.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2003**. (Sistema de Produção, n. 1). Londrina: Embrapa Soja, 2003. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/244683/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2003>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

EMBRAPA. **Principais herbicidas recomendados para cultura de soja no preparo convencional e no sistema de plantio**. (Documentos, n. 62). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. Disponível em:< http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_17.htm>. Acesso em: 10 fev. 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. (Sistemas de Produção, n. 15). Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em:< <http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>> . Acesso em: 19 ago. 2017.

EMBRAPA. **Soja em Números (2016/2017)**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Circular técnica, n. 48). Disponível em:< <https://bioinfo.cnpso.embrapa.br/seca/documentos/circtec48.pdf>> . Acesso em: 02 ago. 2017.

FEDTKE, C.; DUKE, S.O., Herbicides. **Plant toxicology**. New York, EUA: Marcel Dekker, p. 247-330, 2005.

FONTES, J.R.A.; TONATO, F. Acúmulo de **Nutrientes por Vassourinha-de-Botão (*Spermacoce verticillata*)**, Planta Daninha de Pastagens na Amazônia. (Circular Técnica n. 54). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2016.

JIMENEZ-B, L. C. Lista de lâs colecciones colombianas de Rubiaceae depositadas em El Herbario Nacional Colombiano (COL). **Caldasia**, Bogotá, v. 24, n.1, p. 41-64, 2002.

LAMEGO, F. P.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; KULCZYNSKI, S.M.; RUCHEL, Q. KASPARY, T. E.; SANTI, A. L. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.

MARTINS, B. A. B. **Biologia e manejo de planta daninha *Borreria densiflora* DC.** 2008. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINS, B. A. B.; CHAMMA, H.M.C.P.; DIAS, C.T.S.; CHRISTOFFOLETI, P. J Germinação de *Borreria densiflora* var. *latifolia* sob condições controladas de luz e temperatura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 301-307, 2010.

MARTINS, B. A. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 4, p.817-825, 2014.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja**: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

NETO, M. E. F.; PITELLI, R. A.; BASILE E, A.G.; TIMOSSI, P. C. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 345-352, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.** 2011. Disponível em < <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-cap7.pdf>>. Acessado em 10/10/2017.

OSIPE, J. B.; TEIXEIRA, E. S.; SANOS, G.; OSIPE, R.; FERREIRA, C.; OSIPE, P. B. Sistemas de manejo de plantas daninhas na pré-semeadura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 64-73, 2011.

PACHECO, L. P.; PETTER, F. A.; SOARES, L. S.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. B. S. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 3, p. 500-508, 2016.

REIS, A.; DELPRETE, P.; SMITH, L.; KLEIN, R. M. **Rubiáceas**: Gardênia-Tocoyena. 1 ed. Itajaí, 2005, v. 2, p. 358-783.

RIZZARDI M. A.; SILVA L. Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 683-697, 2014.

SENSEMAN, S. A. **Herbicide Handbook.** 9º edição. Larence, EUA: Weed Science society of America, 2007. 485 p.

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

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI, D.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; ZILLI, J. E.; NECHET, K. L.; BARBOSA, G. F.; MATTIONI, J. A. M. Cultivo de soja no cerrado de Roraima. Sistema de Produção, Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. Disponível em:< <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/index.htm> > . Acesso em: 10 ago. 2017.

STEYERMARK, J. A. *Borreria* G. F. Meyer. The **Botany of the Guayana Higland-part IX**. Memories of the New York Botanical Garden, v. 23, p. 805-831, 1972.

VOLLMANN, J.; WAGENTRISTL, H.; HARTL, W. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. **European Journal of Agronomy**, Denmark, v. 32, n. 1, p.243-248, 2010.

WEED SCIENCE. **International Survey of Herbicide Resistant Weed** (2016). Disponível em <www.weedscience.org>. Acesso em 09 set 2017.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.33, n.1, p.825-831, 2004.

ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M; CERA, J. C.; RICHTER, G.L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; GUEDES, J. V. C.; MARCHESAN, E. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 4, p. 400-411, 2015.

ZIMDAHL, R. **Fundamentals of weed science**. New York: Academic Press, 666 p., 201

4 CONTROLE QUÍMICO DE VASSOURINHA- DE- BOTÃO EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA

CHEMICAL CONTROL OF VASSOURINHA-DE- BOTÃO IN PRE-SOWING IN SOYBEAN CULTURE

RESUMO- A soja é uma das principais culturas produzidas no Brasil, no entanto, há fatores que limitam essa produção, destacam-se as plantas daninhas, devido principalmente, a matocompetição por nutrientes. A vassourinha-de-botão é considerada uma planta daninha de difícil controle na cultura da soja. Para resolver esse entrave o manejo químico tem sido o mais utilizado, essa planta apresenta tolerância a herbicidas, especificamente o glyphosate. Objetivou-se, com este estudo, avaliar a eficácia de herbicidas isolados e combinados em mistura com glyphosate. Foram avaliados herbicidas inibidores de EPSPS (glyphosate), PROTOX (saflufenacil, carfentrazona, flumioxazina), ALS (imazethapyr), atuantes no fotossistema I (paraquat), no fotossistema II (atrazina) e inibidores de auxina (2,4-D) para controle da *Spermacoce* sp. O delineamento experimental adotado foi do tipo DBC (Blocos Completos Casualizados) com 4 repetições, constituído de 25 tratamentos, compostos pelos herbicidas aplicados isolados e combinados em combinações com glyphosate e testemunha. Avaliou-se o controle da planta daninha aos 7, 14, 21 e 28 DAA e índices produtivos, estande, altura de planta, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade. Os melhores resultados de controle foram obtidos com herbicidas inibidores da EPSPS em mistura tripla contendo dois herbicidas inibidores da PROTOX e com adição de 2,4-D em uma das combinações; as combinações triplas: Glyphosate + Saflufenacil + Imazethapyr, Glyphosate + Saflufenacil + Carfentazone, Glyphosate + Saflufenacil + Flumioxazin, Glyphosate + Saflufenacil + 2,4-D e Glyphosate + Carfentazone + Flumioxazin apresentaram os melhores resultados com nível muito bom de controle. Com estes tratamentos foram obtidas as maiores médias, comparativamente ao controle com capina, para os índices produtivos.

Palavras-chave: *Glycine max*, EPSPS, PROTOX, *Spermacoce* sp.

ABSTRACT- Soy is one of the main crops produced in Brazil, however, there are factors that limit this production, weeds stand out, mainly due to matocompetition by nutrients. The buttonworm is considered a weed of difficult control in the soybean crop. To solve this obstacle the chemical management has been the most used, this plant shows tolerance to herbicides, specifically the glyphosate. The objective of this study was to evaluate the efficacy of herbicides isolated and combined in a mixture with glyphosate, herbicides inhibiting EPSPS (glyphosate), PROTOX (saflufenacil, carfentrazone, flumioxazine), ALS (imazethapyr), active in photosystem I (paraquat), photosynthetic system II (atrazine) and auxin (2,4-D) inhibitors to control *Spermacoce* sp.. The experimental design used was DBC (Full Blocks Full) with 4 replications, consisting of 25 treatments, composed of the herbicides applied alone and combined in mixtures with glyphosate and control. The weed control was evaluated at 7, 14, 21 and 28 DAA and productive indexes, stand, plant height, number of pods per plant, mass of one thousand grains and productivity. The best control results were obtained with EPSPS inhibitor herbicides in triple blend containing two PROTOX inhibitor herbicides and 2,4-D addition in one of the mixtures: Glyphosate + Saflufenacil + Imazethapyr, Glyphosate + Saflufenacil + Carfentrazone, Glyphosate + Saflufenacil + Flumioxazin, Glyphosate + Saflufenacil + 2,4-D e Glyphosate + Carfentrazone + Flumioxazin presented the best results with a very good level of control. With these treatments the highest averages were obtained, compared to the weed control, for the productive indexes.

keywords: *Glycine max*, EPSPS, PROTOX, *Spermacoce* sp.

4.1 INTRODUÇÃO

As principais características das plantas daninhas são a rápida germinação e rápido crescimento inicial, sistema radicular abundante, grande capacidade de absorver água e nutrientes do solo, alta eficiência no uso da água, elevada produção e eficiente disseminação de propágulos. Essas características conferem alta capacidade de competir com as culturas pelos recursos do ambiente (Locatelly e Doll, 1977).

A cultura da soja sofre interferência das plantas daninhas, esta interferência é dependente de uma série de fatores ligados à comunidade infestante, à própria cultura e, também, aos recursos ambientais relacionados com crescimento e desenvolvimento das

espécies. No geral, em condições de competição, as plantas de soja tendem a incrementar sua altura, como forma de maximizar a captação da radiação e sombrear as plantas daninhas; o acúmulo de fitomassa seca é reduzido, bem como a área foliar e a relação folhas/ramos (Silva et al., 2009). Plantas de soja sob competição tendem a apresentar alterações morfofisiológicas, com reflexo na produtividade (Vollmann et al., 2010) quase sempre com efeito negativo sobre a mesma.

Apesar de menos eficiente na extração de água do solo do que algumas plantas daninhas (Procópio et al., 2004), a soja apresenta maior eficiência no uso da luminosidade (Santos et al., 2003). As plantas daninhas apresentam grande capacidade competitiva em campo, em razão da maior densidade populacional e da melhor utilização de outros recursos como água e nutrientes (Procópio et al., 2004; Ferreira et al., 2011).

Segundo a Embrapa (2006), os herbicidas são a principal e mais eficiente ferramenta usada para controle de plantas daninhas na cultura da soja. O uso desses produtos em pré ou pós-emergência, combinados com outras práticas de manejo, são suficientes para garantir vantagem competitiva para a soja nos estádios iniciais e mesmo durante todo o ciclo. Entre as vantagens do controle químico, podem ser destacadas a eficiência; praticidade e rapidez na operação.

Contudo, existem diversas plantas daninhas que apresentam difícil controle, destaque para a vassourinha-de-botão, essa espécie vem se tornando problema em várias áreas, por apresentar difícil controle, já que os herbicidas utilizados no manejo da lavoura não estão apresentando bom percentual de controle, principalmente o glyphosate, herbicida do qual a planta é considerada tolerante (Lima Júnior, et al., 2017).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o controle químico de *Spermacoce* sp. pelos herbicidas carfentazone, imazethapyr, fumioxazin, saflufenacil, 2,4-D, atrazina e paraquat em combinações duplas e triplas com glyphosate aplicados na pré-semeadura da soja e avaliar possíveis efeitos de fitointoxicação desses herbicidas na cultura da soja.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na Fazenda Santa Barbara em área comercial no município de Orizona, Goiás, no período de novembro de 2016 a janeiro de 2017, em Latossolo Vermelho. A área experimental vem sendo cultivada por quinze anos com soja na safra de verão, sendo mantida em pousio nos quatro últimos anos no período de entressafra;

tal condição tem favorecido a proliferação de plantas daninhas, especificamente, *Spermacoce verticillata*.

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m para que se procedesse à determinação dos atributos físico-químicos da área. O solo apresentou as seguintes características: pH em CaCl de 5,9; K, Ca, Mg, H+Al de 1,45, 1,3, 0,1, 0,4, cmol dm⁻³, respectivamente; P (Melich) de 12,7 mg dm⁻³; matéria orgânica de 8,0 g dm⁻³; Zn de 2,4 mg dm⁻³ e textura de 36% de argila.

A semeadura foi realizada com semeadora adubadora mecanizada arrastada por trator, a adubação de base foi 220 kg ha⁻¹ de Mono-Amonio-Fosfato (MAP) no sulco de plantio e 140 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio distribuído a lanço na superfície do solo. A cultivar de soja utilizada foi a AS 3730IPRO, cultivar amplamente cultivada na região, com ciclo fenológico de 115 dias, e população média de 260 mil plantas ha⁻¹.

O local do experimento foi escolhido por apresentar homogeneidade das plantas daninhas *Spermacoce* sp., na ocasião das aplicações as plantas daninhas apresentavam-se no estágio fenológico 23/34 (5 pares de ramos visíveis/4 internódios visíveis) (Martins, 2008).

O delineamento experimental adotado no estudo foi do tipo DBC (Blocos Completos Casualizados) com 4 repetições, constituído por 25 tratamentos, compostos pelos herbicidas saflufenacil, carfentrazone, flumioxazin, 2,4-D, atrazine e imazetapyr em combinações duplas e triplas com glyphosate e glyphosate e paraquat isolados, um tratamento com capina e uma testemunha sem capina (Tabela 1), cada unidade experimental foi constituída por área de 8 metros de largura totalizando 16 linhas de cultivo de soja com 6 metros de comprimento, com área total de 48 m², em um total de 100 parcelas totalizando 4800 m².

Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂ a pressão constante de 40 lb pol⁻², equipado com quatro bicos modelo Teejet da série 110.015, espaçados de 0,5 m e calibrados para aplicar o equivalente a 100L ha⁻¹ de calda, as aplicações dos tratamentos foram realizadas 5 dias antes da semeadura. Avaliou-se a porcentagem de controle da planta daninha *Spermacoce* sp. aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), baseando-se na escala da Asociacion Latino Americana de Maleza - ALAM (1974), com descrição dos controles de 0-40% nenhum a pobre, 41-60 regular, 61-70 suficiente, 71-80 bom, 81-90 muito bom, 91-100 excelente. Na área do experimento foi realizada manualmente, em todas as épocas de avaliação a erradicação de quaisquer outras plantas daninhas presentes

na área, isto para permitir a quantificação do efeito da *Spermacoce* sp. sobre os índices produtivos da cultura da soja.

Tabela 1. Tratamentos herbicidas e respectivas doses aplicadas em pré-semeadura da soja para controle de *Spermacoce* sp. em estágio avançado de desenvolvimento. Orizona, Goiás, 2017.

Ingrediente ativo (i.a.)	Dose g e.a. ha ⁻¹
Sem capina	-
Com capina	-
Glyphosate	1.440
Glyphosate+ Saflufenacil	1.440+35
Glyphosate+Carfentazone	1.440+39,4
Glyphosate+Flumioxazin	1.440+50
Glyphosate+2,4-D	1.440+644
Glyphosate+Atrazina	1.440+750
Glyphosate+Imazethapyr	1.440+50
Glyphosate+ Saflufenacil+ Imazethapyr	1.440+35+50
Glyphosate+ Saflufenacil+ Carfentazone	1.440+35+39,4
Glyphosate+ Saflufenacil+ Flumioxazin	1.440+35+50
Glyphosate+ Saflufenacil+2,4-D	1.440+35+644
Glyphosate+ Saflufenacil+ Atrazina	1.440+35+750
Glyphosate+Carfentazone+ Imazethapyr	1.440+39,4+50
Glyphosate+ Carfentazone + Flumioxazin	1.440+39,4+50
Glyphosate+ Carfentazone +2,4-D	1.440+39,4+644
Glyphosate+ Carfentazone +Atrazina	1.440+39,4+750
Glyphosate+Flumioxazin+Imazethapyr	1.440+50+50
Glyphosate+Flumioxazin+2,4-D	1.440+50+644
Glyphosate+Flumioxazin+Atrazina	1.440+50+750
Glyphosate+2,4-D+Atrazina	1.440+644+750
Glyphosate+2,4-D+Imazethapyr	1.440+644+50
Glyphosate+Atrazina+Imazethapyr	1.440+750+50
Paraquat	500

Avaliou-se a fitointoxicação na cultura da soja aos 7, 14, 21 e 28 DAA, a fim de verificar o efeito fitotóxico dos herbicidas à cultura. Para avaliações trabalhou-se com observação visual, com atribuição de notas de acordo com os sintomas observados nas plantas. As notas representam a média de 4 repetições (4 avaliadores) e foram atribuídas com base na escala de notas da European Weed Research Council (EWRC), descrita por Melhorança (1984): 1- sem dano; 2- pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas; 3- pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas; 4- forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem contudo, ocorrer necrose (morte do tecido); 5- necrose (queima) de algumas folhas, em especial nas margens,

acompanhadas de deformação em folhas e brotos; 6- mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrose (deformação); 7- mais de 80% das folhas e brotos destruídos; 8- danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes nas plantas; 9- morte da planta.

Para determinar os índices de produtividade da soja, foram avaliados os seguintes componentes, estande inicial e final, altura de planta, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividade.

Os dados foram previamente analisados quanto ao atendimento dos pressupostos básicos para análise estatística (Shapiro - Wilk, Bartlett e Box Plot) para verificar a distribuição normal, homogeneidade dos dados e variáveis intervalares e contínuas, em seguida foram analisados de forma paramétrica com teste que mais se adequou para cada variável. A similaridade entre as variáveis para níveis de controle foi realizada utilizando a análise de agrupamento hierárquico, aplicando o algoritmo "método de Ward" e a similaridade estimada pela Distância Euclidiana. Dessa maneira, pode-se encontrar os grupos de variáveis que apresentam semelhança entre si, em relação à magnitude dos valores das variáveis estudadas.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a descrição do nível de controle (Tabela 2), como esperado, observou-se que o tratamento controle (com capina) apresentou resultado excelente. Já os tratamentos isolados com glyphosate e paraquat apresentaram baixo controle da planta daninha, similar à ausência de controle (sem capina). Segundo Weller (2003) o mecanismo de ação do glyphosate é baseado na inibição da EPSPsintase por competição com o substrato PEP (fosfoenolpiruvato), o glyphosate se liga a enzima ocasionando a redução de aminoácidos e a acumulação de shikimato, também reduz a síntese de fitoalexinas promovendo aumento da concentração em níveis tóxicos de nitrato, etileno, ácido cinâmico e outros compostos que aceleram a morte da planta. No entanto, a eficácia desse herbicida é dependente de processos como a retenção da molécula na superfície foliar, a penetração foliar e a translocação na planta (Kirkwood e McKay, 1994; Monquero et al., 2004). Quando se trata de *Spermacoce* sp. esses processos ainda não foram elucidados por completo, portanto, acredita-se que a retenção, penetração e, principalmente, a translocação do glyphosate na vassourinha-de-botão sejam

comprometidas de forma que o efeito isolado desse herbicida não é capaz de promover seu controle.

Já o paraquat possui a capacidade de captar elétrons provenientes do fotossistema I, não havendo produção de NADPH+, durante esse processo são produzidos radicais de superóxidos, estes sofrem o processo de dismutação, para formarem o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), este composto, na presença de Mg, rapidamente produz radicais hidroxila (OH^-), que promovem a degradação das membranas (peroxidação de lipídios), ocasionando o vazamento do conteúdo celular e a morte do tecido, afetando todas as plantas (Weller, 2003). Justifica-se a baixa ação do paraquat na vassourinha-de-botão uma vez que esse herbicida é considerado um produto de contato (Oliveira Júnior, 2011) e a planta daninha apresenta em sua morfologia grande quantidade de folhas sobrepostas, logo, a falta de deposição do produto por toda superfície foliar das plantas aliada à baixa translocação podem influenciar a distribuição do produto pela planta, conseqüentemente, interferir no efeito do paraquat sobre a planta daninha. Essa dificuldade de deposição ocasionado por excesso área foliar e/ou folhas sobrepostas pode ser denominada efeito guarda-chuva, promovendo falhas na deposição, e exigindo em alguns casos aumentos na dose de herbicidas para que elevados níveis de eficiência de controle sejam alcançados em condições de campo (SOUZA et al. 2007; RODRIGUES-COSTA et al. 2011).

Tabela 2. Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) após aplicação de herbicidas isolados e de combinações duplas e triplas com glyphosate para dessecação anterior a semeadura da cultivar de soja AS3730IPRO. Orizona, Goiás, 2017.

Tratamentos ¹	Dose g e.a. ha ⁻¹	Controle (%)				Nível de controle da planta daninhas ²
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	
Com capina	-	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	Excelente
Sem capina	-	0.00 k	0.00 j	0.00 i	0.00 k	Nenhum a pobre
Gly	1440	43.00 h	43.75 g	32.00 g	26.34 i	Nenhum a pobre
Gly + Saf	1440 + 35	49.75 g	65.75 d	58.25 d	72.75 d	Bom
Gly + Carf	1440 + 39,4	30.75 i	34.25 h	31.75 g	71.50 d	Bom
Gly + Flu	1440 + 50	64.00 e	52.50 f	59.25 d	64.50 e	Suficiente
Gly + 2,4-D	1440 + 644	22.25 j	45.00 g	32.50 g	54.25 g	Regular
Gly + Atr	1440 + 750	40.75 h	44.50 g	51.25 e	62.75 e	Suficiente
Gly + Ima	1440 + 50	63.75 e	75.00 c	42.50 f	53.25 g	Regular
Gly + Saf + Ima	1440 + 35 + 50	49.75 g	52.75 f	60.75 d	80.25 c	Muito bom
Gly + Saf + Carf	1440 + 35 + 39,4	61.50 e	62.00 d	61.75 d	88.00 b	Muito bom
Gly + Saf + Flu	1440 + 35 + 50	71.50 c	83.25 b	85.00 b	85.75 b	Muito bom
Gly + Saf + 2,4-D	1440 + 35 + 644	62.75 e	60.75 d	61.75 d	80.25 c	Muito bom
Gly + Saf + Atr	1440 + 35 + 750	52.50 g	74.00 c	61.00 d	71.50 d	Bom
Gly + Carf + Ima	1440 + 39,4 + 50	61.25 e	59.25 d	60.75 d	73.25 d	Bom
Gly + Carf + Flu	1440 + 39,4 + 50	51.25 g	55.50 e	61.25 d	84.50 b	Muito bom
Gly + Carf + 2,4-D	1440 + 39,4 + 644	76.00 b	52.00 f	52.00 e	69.00 e	Suficiente
Gly + Carf + Atr	1440 + 39,4 + 750	60.75 e	60.25 d	60.25 d	60.75 f	Regular
Gly + Flu + Ima	1440 + 50 + 50	70.50 c	60.50 d	60.50 d	72.25 d	Bom
Gly + Flu + 2,4-D	1440 + 50 + 644	67.25 d	74.00 c	75.25 c	70.25 d	Suficiente
Gly + Flu + Atr	1440 + 50 + 750	66.85 d	74.25 c	82.25 b	74.00 d	Bom
Gly + 2,4-D + Atr	440 + 644 + 750	58.25 f	61.75 d	60.25 d	55.25 g	Regular
Gly + 2,4-D + Ima	1440 + 644 + 50	56.75 f	54.00 e	60.75 d	56.75 g	Regular
Gly + Atr + Ima	1440 + 750 + 50	61.50 e	73.25 c	76.50 c	65.75 e	Suficiente
Paraquat	500	23.25 j	13.50 i	10.05 h	13.00 j	Nenhum a pobre
Teste F		380.662**	193.90**	446.61**	409.1**	
C.V. (%)		8.79	3.79	7.61	7.70	

¹ Glyphosate (Gly); Saflufenacil (Saf); Carfentrazone (Carf); Fluomioxazina (Flu); Atrazina (Atr); Imazethapyr (Ima).

²Escala Asociación Latinoamericana de Malezas - ALAM (1974). * ** **ocorre diferença significativa dos dados na coluna pelo teste Scott Knott a 5 e 1%.

O nível de controle foi considerado bom para as combinações de glyphosate + saflufenacil, glyphosate + carfentrazone, glyphosate + saflufenacil + atrazina, glyphosate + carfentrazone + imazethapyr, glyphosate + flumioxazin + imazethapyr e Glyphosate + flumioxazin + atrazina. A descrição do nível de controle somente foi considerada muito boa, observou-se as melhores médias estatísticas em relação ao controle, com aplicação de glyphosate + saflufenacil + (carfentrazone ou flumioxazin) e glyphosate + carfentrazone + flumioxazin (Tabela 2). Se analisarmos os mecanismos de ação, observa-se que bons resultados foram obtidos com a mistura de dois produtos que atuam na mesma enzima, PROTOX, combinados com o glyphosate que age na EPSPS.

De fato, em condições de campo, consultores e produtores relatam bons resultados de controle de *Spermacoce* sp. com aplicações de herbicidas que agem na PROTOX. Esse mecanismo contém os herbicidas tidos como mais eficazes para controle de vassourinha-de-botão com tolerância ao glyphosate. Segundo Marchi et al. (2008) a PROTOX é uma enzima presente nos cloroplastos das plantas, com a inibição dessa enzima ocorre acúmulo de protoporfirinogênio que oxidado no citoplasma forma protoporfina IX (fotodinâmico) que interage com oxigênio levando-o ao estado singleto, nesse estado, é responsável pela peroxidação de lipídeos nas membranas ocasionando perda de clorofila e dos carotenoides tornando as folhas brancas ou cloróticas. No caso de vassourinha-de-botão, os mecanismos de tolerância são relacionados com baixa translocação de herbicidas nas plantas. Ross e Childs (1996) comentam que herbicidas que possuem o mesmo mecanismo de ação e os mesmos sintomas de injúria podem apresentar modelos similares, mas não idênticos de translocação e, portanto, um efeito somatório dessas reações e/ou processos podem ser importantes para um efetivo controle.

Segundo Dalazen et al. (2015) o saflufenacil apresenta propriedades que permitem sua mobilidade via floema e conseqüentemente, a combinação com glyphosate, os autores concluem que há sinergismo entre estes herbicidas para controle de buva (*Conyza bonariensis*) e além do controle ainda previne rebrote das plantas. Agostineto et al. (2016) constataram ação similar de carfentrazone e saflufenacil devido à similaridade no mecanismo de ação e demonstraram que a mistura desses herbicidas com glyphosate proporciona aumento na eficácia de controle de *Ipomoea hederifolia*. Os resultados obtidos com o flumioxazin também

encontram respaldo no trabalho de Durigan et al. (2006), estes também observaram ação aditiva e sinérgica de glyphosate + flumiozaxin para controle de plantas daninhas em citros.

Avaliando o agrupamento hierárquico dos tratamentos relacionado ao nível de controle houve uma confirmação do sinérgismo entre o glyphosate e os herbicidas de mecanismo de ação PROTOX, carfentrazone, flumiozaxin e saflufenacil, estes herbicidas foram posicionados em um mesmo grupo para corte em 4 da distância euclidiana (Figura 1). Notou-se também o isolamento dos tratamentos glyphosate, paraquat e sem capina em relação aos demais tratamentos, reafirmando conforme já discutido o baixo desempenho desses tratamentos no controle da planta daninha. Bem como o isolamento do tratamento com capina como sendo o único com controle excelente da vassourinha-de-botão. Esse agrupamento é importante para a recomendação do controle dessa planta daninha no estágio estudado, sendo formado diferentes grupos com controle semelhantes entre si, com diferentes combinações possíveis. Com estas possibilidades faz-se a rotação de combinações de herbicidas dentre as estudadas.

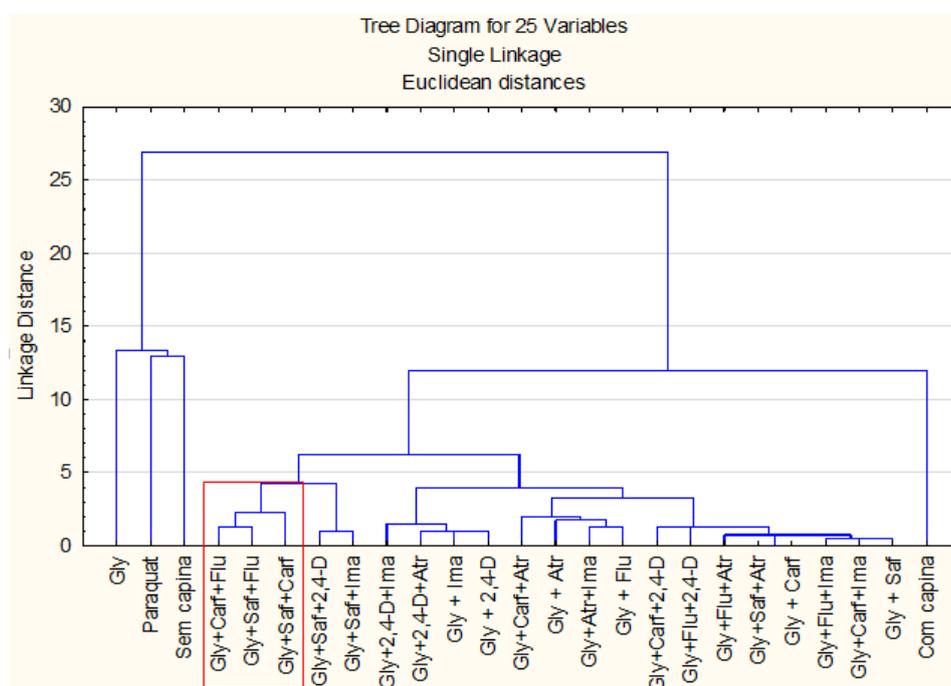


Figura 1. Grupamento hierárquico do nível de controle visual de vassourinha-de-botão (*Spermacace* sp.) após aplicações de herbicidas isolados e em combinações duplas e triplas contendo glyphosate na pré-semeadura da cultura da soja. Orizona, Goiás, 2017.

Os dados de produtividade são condizentes com o nível de controle das plantas daninhas, quanto maior o controle de vassourinha-de-botão, maiores os índices de produtividade da cultura da soja em relação a estande, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade (Tabela 3). Isso porque, as plantas daninhas competem com a soja pelos recursos e essa competição é importante porque pode afetar o desenvolvimento da cultura, o controle da planta daninha evita perdas na produtividade, perda na qualidade dos grãos, proporcionando uma melhor colheita (Garcia et al., 2007).

As combinações triplas: glyphosate + saflufenacil + carfertrazone e glyphosate + carfenrazone + flumioxazina, foram tão bons quanto o controle com capina em relação aos índices de produtividade, massa de mil grãos, número de vagens por planta e produtividade. O número de vagens por planta é um componente do rendimento muito importante no incremento do rendimento de grãos, pois determinam o número total de vagens por área, sendo esse o componente mais maleável na composição do rendimento, a massa de mil grãos representa o tamanho do grão e sua densidade, e portanto, está intimamente relacionado ao rendimento final (Thomas e Costa, 2010).

O tratamento glyphosate + saflufenacil+ flumioxazina foi ainda melhor porque além de proporcionar médias similares ao controle com capina nas variáveis estande, número de vagens por planta, massa de mil grãos e produtividade, ainda proporcionou a obtenção da maior média para altura de planta em relação ao controle (Tabela 3). Dos índices produtivos a altura de planta é considerada um parâmetro importante pela sua relação com a produção, controle cultural das plantas daninhas, acamamento por dificuldade de sustentação promovida pelo estiolamento e eficiência na colheita (Thomas e Costa, 2010). Amado (2010) relata que a obtenção de elevados rendimentos da soja é uma necessidade em função dos altos custos de produção e da crescente competitividade do mercado produtor dessa oleaginosa.

Entretanto, baixos índices produtivos foram obtidos, similarmente ao controle sem capina, principalmente para o tratamento com paraquat isolado, devido ao baixo controle da planta daninha promovido por esse herbicida, previamente descrito neste estudo (Tabela 3). Também o tratamento isolado com glyphosate apresentou um baixo índice de massa de mil grãos, similar ao controle sem capina e ao paraquat. Os resultados obtidos com aplicação de glyphosate isolado confirmam a alta capacidade de tolerância de vassourinha-de-botão ao herbicida, conforme estudos recentes ainda não publicados realizados na Escola Superior de

Agricultura Luiz de Queiroz, a tolerância da espécie daninha ao glyphosate é consequência da baixa translocação desse herbicida nos biótipos analisados.

Notou-se que a aplicação de glyphosate em mistura dupla, com um herbicida de mecanismo PROTOX e um ALS ou com Auxina não foi suficiente para promover controle efetivo da vassourinha-de-botão, nível de controle definido como muito bom, nem para garantir bons índices produtivos. O mecanismo inibidor de ALS causa inibição da síntese dos aminoácidos ramificados, através da inibição da enzima Aceto Lactato Sintase (ALS), interrompendo a síntese proteica, que interfere na síntese do DNA e no crescimento celular (Weller, 2003). O imazethapyr (inibidor de ALS) é do grupo químico imidazolinonas e segundo Oliveira Júnior (2011) apresentam incompatibilidade física com combinações com 2,4 D o que justifica o controle regular da planta daninha e os baixos índices produtivos pela combinação de gly + 2,4-D + Ima. Já os mimetizadores de auxinas (2,4- D) interferem na ação da enzima RNA-polimerase e, conseqüentemente, na síntese de ácidos nucleicos e proteínas (Weller, 2003). Em relação aos valores de fitotoxidez visual, avaliada pela escala de notas da EWRC na cultura principal, não foi observado nenhum sinal de fitointoxicação em quaisquer dos tratamentos.

Tabela 3. Componentes da produção e produtividade de grãos da cultivar de soja AS3730 IPRO em função de aplicações de herbicidas isolados e em combinações duplas e triplas contendo glyphosate na dessecação da vassourinha-de-botão (*Spermacace* sp.). Orizona, Goiás, 2017.

Tratamentos ¹	Dose g e.a. ha ⁻¹	Estande (n° m ⁻¹)		Altura da planta (cm)	Vagens (n° planta ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (Kg)
		Inicial	Final				
Com capina	-	12.72 a	13.48 a	92.32 b	44.63 a	148.87 a	4106.10 a
Sem capina	-	13.31 a	13.21 a	62.64 d	15.69 d	126.21 c	2593.50 f
Gly	1440	13.21 a	12.98 a	60.11 d	26.05 c	131.51 c	3259.05 d
Gly + Saf	1440 + 35	13.00 a	13.12 a	92.11 b	40.23 b	141.73 b	3890.65 b
Gly + Carf	1440 + 39,4	13.82 a	13.57 a	91.20 b	38.67 b	139.27 b	3884.00 b
Gly + Flu	1440 + 50	12.90 a	12.55 a	94.55 b	38.52 b	140.12 b	3850.25 b
Gly + 2,4-D	1440 + 644	13.28 a	13.55 a	58.85 d	30.94 c	143.63 b	3537.15 c
Gly + Atr	1440 + 750	9.13 b	9.47 b	68.60 d	33.57 c	120.27 d	3151.05 d
Gly + Ima	1440 + 50	12.87 a	13.25 a	89.12 b	31.65 c	132.02 c	3438.65 c
Gly + Saf + Ima	1440 + 35 + 50	13.22 a	13.51 a	91.80 b	39.10 b	142.55 b	3844.90 b
Gly + Saf + Carf	1440 + 35 + 39,4	13.27 a	13.45 a	94.39 b	43.82 a	148.07 a	4189.45 a
Gly + Saf + Flu	1440 + 35 + 50	13.58 a	13.54 a	100.39 a	41.64 a	146.95 a	4135.20 a
Gly + Saf + 2,4-D	1440 + 35 + 644	11.85 a	11.74 a	94.35 b	39.33 b	141.17 b	3828.25 b
Gly + Saf + Atr	1440 + 35 + 750	10.29 b	9.97 b	94.46 b	28.34 c	121.03 d	3134.60 d
Gly + Carf + Ima	1440 + 39,4 + 50	13.09 a	13.59 a	83.70 c	39.15 b	141.83 b	3631.62 c
Gly + Carf + Flu	1440 + 39,4 + 50	13.19 a	13.20 a	91.01 b	42.12 a	146.52 a	4048.58 a
Gly + Carf + 2,4-D	1440 + 39,4 + 644	12.92 a	13.91 a	78.69 c	40.53 b	138.06 b	3089.50 d
Gly + Carf + Atr	1440 + 39,4 + 750	9.11 b	13.24 a	78.48 c	32.20 c	119.80 d	3074.45 d
Gly + Flu + Ima	1440 + 50 + 50	13.57 a	13.72 a	97.97 a	31.96 c	136.46 b	3881.70 b
Gly + Flu + 2,4-D	1440 + 50 + 644	12.85 a	13.01 a	96.12 b	40.46 b	136.84 b	3718.15 b
Gly + Flu + Atr	1440 + 50 + 750	9.24 b	9.23 b	71.49 d	31.26 c	121.79 d	3184.05 d
Gly + 2,4-D + Atr	440 + 644 + 750	9.05 b	9.52 b	81.99 c	27.77 c	124.31 d	3071.70 d
Gly + 2,4-D + Ima	1440 + 644 + 50	13.14 a	13.35 a	95.06 b	38.28 b	129.66 c	3780.45 b
Gly + Atr + Ima	1440 + 750 + 50	9.04 b	9.14 b	93.54 b	32.80 c	122.76 d	3075.00 d
Paraquat	500	13.09 a	13.56 a	80.10 c	22.19 d	127.64 c	2776.35 e
Ftrat.		15,93*	19,65**	19,73**	23,22**	19,32**	74,36**
CV(%)		7,12	5,83	6,18	6,76	6,88	3,02

¹ Glyphosate (Gly); Saflufenacil (Saf); Carfentrazone (Carf); Fluomioxazina (Flu); Atrazina (Atr); Imazethapyr (Ima).

*. **ocorre diferença significativa dos dados na coluna pelo teste Scott Knott a 5 e 1%.

4.4 CONCLUSÃO

A aplicação da mistura tripla do glyphosate com herbicidas saflufenacil, carfentrazone ou flumioxazin, na pré-semeadura da soja, é a melhor recomendação para controle da planta daninha vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) em estágio fenológico perenizado/reprodutivo;

A dessecação da vassourinha-de-botão com glyphosate em mistura tripla com saflufenacil, carfentrazone ou flumioxazin, proporciona a obtenção dos melhores índices produtivos da cultura da soja sem promover fitotoxidez à cultura e propicia incrementos na produtividade.

A aplicação de 1440 g. e.a. de glyphosate ou 500 g ha⁻¹ de paraquat de forma isolada na dessecação da vassourinha-de-botão não controlam a planta daninha em estágio perenizado/reprodutivo.

4.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG (Edital 02/2016) pelo suporte financeiro.

4.6 REFERÊNCIAS

- Agostineto M.C. et al. Sinergismo de combinações de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de cora-de-viola. **Rev de Ciênc Agrovet.** 2016; 15: 8-15.
- Amado T.J.C., Schleindwein J.A., Fiorin J.E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: THOMAS A. L., Costa J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos.** Porto Alegre: Evangraf, 2010.
- Asociacion Latinoamericama de Malezas – ALAM. **Recomendaciones sobre unificacion de lós sistemas de evaluaciòn em ensayos do control de malezas.** ALAM, 1974, p. 35 – 38.
- Dalazen G. et al. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesqui Agropecu Trop.** 2015; 45: 249-256.
- Durigan J.C. et al. Eficácia do Flumioxazin Aplicado Isolado e Mistura Com Glyphosate, Para o Controle de Plantas Daninhas em Citrus. **Rev Bras de Herb.** 2006; 5: 45 – 56.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. **Principais herbicidas recomendados para cultura de soja para controle total da vegetação (dessecação pré-semeadura).** [Online] (2006). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_19.htm. [11 Fev. 2018].

Ferreira E.A. et al. Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. **Rev Trop.** 2011; 5: 39-47.

Garcia A. et al. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas.** [Oline] (2007). Disponível em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/470313/1/circtec51.pdf> [11 Fev. 2018]

Kirkwood R.C., McKay I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. **Pestic. Sci.** 1994; 42: 241-249.

Lima Júnior F.M. et al. **Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) com aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência.** [Online] (2017). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170934/1/Controle-de-vassourinha....pdf> [05 Dez. 2017]

Locatelly E., Doll, J.D. Competencia y alelopatia. In: Dool J.D. **Manejo e controle de malezas en el tropico.** Cali, Colombia: CIAT, 1977. p. 25-34.

Marchi G., Marchi E.C.S, Guimarães T.G. **Herbicidas, mecanismos de ação e uso.** [Online] (2008). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571939/1/doc227.pdf> [11 fev. 2018].

Martins, B.A.B. **Biologia e manejo de planta daninha *Borreria densiflora* DC.** 2008. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Mellorança, A.L. **Efeito dos herbicidas pós-emergentes no desenvolvimento e na produção de grãos de soja.** 1984, Londrina: Embrapa-CNPSO, 1078p. (Embrapa-CNPSO. Documentos, 7).

Monquero P.A. et al. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta daninha.** 2004; 22: 445-451 .

Oliveira Júnior R.S. **Mecanismos de Ação de Herbicidas.** In: Oliveira Júnior R.S., Constantin, J., Inoue M.H. Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p.141-192.

Procópio S.O. et al. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. **Planta Daninha.** 2004; 22: 35-41.

Ross M.A., Childs D.J. Herbicide mode-of-action summary. Cooperative Extension Service Publication WS-23, Purdue University, West Lafayette, IN.[Online] (1996). Disponível em:<http://www.btny.purdue.edu/weedscience/moa/index.html>. [08 Jan. 2018].

Santos J.B. et al. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia.** 2003; 62:147-153.

Silva A.F. et al. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Planta Daninha**. 2009; 27: 75-84.

Thomas, A. L., Costa, J. A. Desenvolvimento da planta de soja e potencial de rendimento de grãos. In: Thomas, A. L., Costa, J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010.

Vollmann, J., Wagentristsl, H.; Hartl, W. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. **European Journal of Agronomy**. 2010; 32: 243-248.

Weller, S. C. et al. (Eds.). **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 267-291.

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALLADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.

RODRIGUES-COSTA, A. C. P; MARTINS, D; COSTA, N. V. Uniformidade de deposição de gotas de pulverização em plantas de amendoim e *Brachiaria plantaginea*. *Planta daninha*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 939- 951, 2011.

5 EFEITO DE DOSES DE GLYFOSATE NO CONTROLE DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO EM PRÉ-SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA

RATES OF GLYPHOSATE IN THE CONTROL OF VASSOURINHA-DE-BOTÃO IN THE PRE-SOWING OF SOYBEAN CULTURE

RESUMO - A competição exercida pelas plantas daninhas com a soja causa inúmeros prejuízos e pode inviabilizar a colheita. Entre as plantas daninhas de difícil controle na cultura da soja está a *Spermacoce* sp. Devido à facilidade e aplicabilidade, o controle químico é o método mais usual de controle de plantas daninhas na cultura da soja e entre os herbicidas utilizados o glyphosate é o mais comum, o que foi possível depois do surgimento da soja modificada geneticamente para resistir ao herbicida. Este estudo teve como objetivo avaliar doses crescentes do herbicida glyphosate no controle de *Spermacoce* sp. em estágio perenizado/reprodutivo em pré-semeadura da soja. O delineamento experimental adotado no estudo foi em blocos completos casualizados com 4 repetições, foram avaliados sete tratamentos, compostos por doses crescentes do herbicida glyphosate, 0, 960, 1.920, 2.880, 3.840, 4.800 e 5.760 g e.a. de glyphosate por hectare. Avaliou-se o controle, fitomassa seca da planta daninha e índices produtivos da cultura: estande, altura de planta, número de vagens por planta, peso de mil grãos e produtividade da soja. A dose recomendada para controle foi de 2.880 g e.a. ha⁻¹. No entanto, mesmo com aplicação de elevadas doses de glyphosate, com máxima de 5.760 g e.a. ha⁻¹ não foi observado acréscimo no controle de *Spermacoce* sp. em estágio perenizado/reprodutivo, comprovando a tolerância da planta daninha a esse mecanismo e ação.

Palavras-chave: EPSPS, *Spermacoce* sp., *Glycine max*.

ABSTRACT - The competition of weeds with soybeans causes numerous damages and can make harvesting unfeasible. Among the weeds of difficult control in the soybean crop is *Spermacoce* sp. Due to its ease and applicability, chemical control is the most common method of weed control in soybean cultivation and glyphosate is the most common among herbicides, which was possible after the emergence of genetically modified soybean to resist the herbicide. This study aimed to evaluate increasing doses of glyphosate herbicide in the control of *Spermacoce* sp. in perennial/reproductive stage in soybean pre-sowing. The experimental design was a randomized complete block with four replicates, seven treatments

were evaluated, consisting of increasing doses of the herbicide glyphosate, 0, 960, 1.920, 2.880, 3.840, 4.800 and 5.760 g e. the of glyphosate hectare. The control and dry matter of weeds and productive indexes of the crop were evaluated: stand, plant height, number of pods per plant, weight of one thousand grains and soybean yield. The recommended dose for control was 2.880 g e.a. ha⁻¹. However, even with the application of high doses of glyphosate, with a maximum of 7,680 g e.a. ha⁻¹ no efficacy was observed in the control of *Spermacoce* sp. in perennial/reproductive stage, proving the tolerance of the weed to this mechanism and action.

Keywords: EPSPS, *Spermacoce* sp., *Glycine max*.

5.1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é responsável por 49% da área plantada com grãos no Brasil, contribuindo significativamente para economia do agronegócio brasileiro (BRASIL, 2016). Segundo a CONAB (2017), no Brasil foram produzidos mais de 130 milhões de toneladas na safra 2016/2017 o que posiciona o Brasil como o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Seu alto teor de proteínas, que proporciona múltiplas utilizações, e os usos industriais não tradicionais, como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros, aumentaram a demanda do produto. Essa cultura também tem grande importância na produção de alimentos, sendo fonte de matéria-prima para a indústria e alimentação animal, com ampla adaptação às condições brasileiras (Lamego et al., 2013).

O aumento da área cultivada e da produtividade da soja no Brasil deve-se também à incorporação de novas tecnologias de produção nos últimos anos. No entanto, existem fatores que limitam a produtividade desse grão no Brasil (Zanon et al., 2015), entre esses fatores destaca-se as plantas daninhas, suas interferências reduzem a produção agrícola em cerca de 30 a 40% (Lorenzi, 2000). Os prejuízos na cultura da soja variam de acordo com as espécies infestantes na cultura, com o tipo de cultivar e a intensidade de interferência que a cultura está sofrendo (Voll et al., 2002).

Entre as plantas daninhas de difícil controle na cultura da soja, destaca-se a vassourinha-de-botão. Esta planta é uma espécie daninha nativa da América Tropical, introduzida em outras regiões do mundo, como Europa, Estados Unidos e África (Akobundu,

Ekeleme, 2002; Chiquieri et al., 2004), apresenta ciclo perene, reprodução exclusiva por sementes, porte herbáceo, caule ramificado e raiz pivotante que pode alcançar grande profundidade no solo. É considerada muito rústica e tolera solos pobres em nutrientes. A planta é semiprostrada ou ereta, podendo atingir 0,8 m cm de altura (Kissmann e Groth, 2000). Na Amazônia é uma das espécies mais comuns em pastagens nativas ou cultivadas em terra firme, sobretudo as degradadas ou em fase de degradação (Fontes et al., 2011). A espécie vem se tornando um problema em várias áreas, por apresentar difícil controle, já que os herbicidas utilizados no manejo da lavoura não estão apresentando bom percentual de controle, principalmente ao glyphosate, herbicida do qual a planta é considerada tolerante (Lima Júnior, et al., 2017).

O glyphosate é um herbicida aplicado em durante o ciclo da cultura, sendo sua eficácia é dependente de processos como a retenção da molécula na superfície foliar, a penetração foliar, a translocação na planta até o sítio de ação e a inibição da enzima-alvo, a enolpiruvilshiquimatoP-sintetase (EPSPs) (Kirkwood & Mckay, 1994).

Objetivou-se com este estudo, avaliar a eficácia de controle de *Spermacoce* sp. em estágio perenizado/reprodutivo por doses crescentes de glyphosate aplicadas em pré-semeadura da cultura da soja.

5.2 MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi conduzido em campo, na Fazenda Santa Bárbara em área comercial no município de Orizona, Goiás, no período de novembro de 2016 a janeiro de 2017, em Latossolo Vermelho. A área experimental vem sendo cultivada por quinze anos com soja na safra de verão, sendo mantida em pousio nos quatro últimos anos no período de entressafra; tal condição tem favorecido a proliferação de plantas daninhas, especificamente de *Spermacoce* sp.

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m para que se procedesse à caracterização do nível dos atributos físico-químicos da área. O solo apresentou as seguintes características físico-químicas: pH em CaCl de 6,1;K, Ca, Mg, H+Al de 1,3, 1,2, 0,0, 0,5 cmol dm⁻³, respectivamente; P (Melich) de 9,8 mg dm⁻³, matéria orgânica de 11,0 g dm⁻³, Zn de 3,1 mg dm⁻³ e textura com 35 % de argila.

A semeadura foi realizada com semeadora adubadora mecanizada acoplada a um trator, foram aplicados 220 kg ha⁻¹ de Mono-Amonio-Fosfato (MAP) no sulco de semeadura e 140 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio distribuído a lanço na superfície do solo. A cultivar de soja

utilizada foi a AS 3730IPRO, esta variedade é amplamente cultivada na região, apresenta ciclo de 115 dias, recomenda-se população média de 260 mil plantas ha⁻¹. Em todos os tratamentos foram feitas aplicações de acordo com a necessidade de manejo da cultura, totalizando três aplicações de fungicidas, duas aplicações de inseticidas para controle percevejos e duas aplicações de fertilizantes foliares.

O delineamento experimental adotado foi de Blocos Completos Casualizados com 4 repetições, foram avaliados 7 tratamentos, compostos por doses crescentes do herbicida glyphosate, 0, 960, 1.920, 2.880, 3.840, 4.800 e 5.760 g e.a. de glyphosate por hectare. Cada unidade experimental foi constituída por 8 metros de largura, totalizando 16 linhas de cultivo de soja, com 6 metros de comprimento, com área total de 48 m², em um total de 28 parcelas totalizando 1344 m².

O local de instalação do experimento foi escolhido em função da área apresentar homogeneidade e alta densidade de *Spermacoe* sp., na ocasião da aplicação as plantas daninhas apresentavam-se no estágio fenológico 23/34 (5 pares de ramos visíveis/4 internódios visíveis) (Martins, 2008). Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂ a pressão constante de 40 lb pol⁻², equipado com quatro bicos modelo Teejet da série 110.015, espaçados de 0,5 m e calibrados para aplicar o equivalente a 100 L ha⁻¹ de calda.

Foi avaliada a porcentagem de controle de *Spermacoce* sp., aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação (DAA), baseando-se na escala da Asociacion Latino Americana de Maleza - ALAM (1974), com classificação dos níveis de controle de 0-40% nenhum a pobre, 41-60 regular, 61-70 suficiente, 71-80 bom, 81-90 muito bom, 91-100 excelente. Na área do experimento realizou-se manualmente em todas as épocas de avaliação a erradicação de quaisquer outras espécies de plantas daninhas presentes na área, isto para isolar o efeito somente da *Spermacoce* sp. nos índices produtivos da cultura.

As avaliações de fitomassa seca da parte aérea da *Spermacoce* sp. foram realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação dos tratamentos, em cada época de avaliação foram realizadas quatro amostragens ao acaso com auxílio do quadro de amostragem de plantas daninhas medindo 0,25 m², totalizando no final 1 m² de amostragem por parcela em cada época de avaliação, e posteriormente utilizou-se a média da fitomassa das plantas daninhas, essas amostragens foram realizadas nas 4 linhas de cada extremidade da unidade experimental,

evitando provocar interferências na área central das parcelas, onde foram realizadas avaliações dos índices e produtividade de grãos.

Para determinar os índices de produtividade da soja, foram avaliados os seguintes componentes, estande final, altura de planta, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. Os resultados foram previamente analisados quanto ao atendimento dos pressupostos básicos para análise estatística (Shapiro - Wilk, Bartlett e Box plot) para verificar a distribuição normal, homogeneidade dos dados e variáveis intervalares e contínuas, em seguida foram analisados de forma paramétrica com aplicação de testes que mais se adequaram para cada variável.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle da vassourinha-de-botão em função das doses de glyphosate (Figura 1) demonstram que não há controle dentro do intervalo de 0 g e.a. ha⁻¹ a 920 g e.a. de glyphosate por hectare, com aplicação dos 1920 g e.a. de glyphosate o controle da planta daninha não ultrapassa 20%, sendo considerado deficiente ou inexpressivo (SBCPD, 1995). Somente a partir da dose 2.880 g e.a. ha⁻¹ aos 21 e 28 DAA tem-se cerca de 100% de controle. No entanto, aos 35 DAA o controle é reduzido para cerca de 80%, o que demonstra claramente a capacidade de rebrote da planta daninha. Acima de 2.880 g e.a. de glyphosate por hectare não se observa um incremento no controle. Pode-se considerar que esta dose de glyphosate seja a mais indicada para garantir um controle médio de 80% da *Spermacoce* sp. no estágio de desenvolvimento de 5 ramos e 4 internódios, estágio em que a planta comumente é encontrada em campo no momento da aplicação em pré-semeadura da soja, esse controle é considerado aceitável (SBCPD, 1995).

Takano et al. (2013) relatam a importância do estágio de desenvolvimento da planta daninha para o controle com glyphosate, o grau de dificuldade de controle aumenta com o desenvolvimento da planta daninha. Takano et al. (2013) obtiveram controle de cerca de 82% de *Richardia brasiliensis*, em estágio superior a 10 folhas, com uma dose de 720 g e.a. de glyphosate por hectare. Essa comparação é importante, visto que, a poaia (*Richardia brasiliensis*) é da mesma família da vassourinha-de-botão e encontrava-se também, em estágio de desenvolvimento avançado, assim como as plantas de *Spermacoce* sp. tratadas neste trabalho. Observa-se que foi necessária uma dose de glyphosate 75% maior para obter controle similar (cerca de 80%) com a vassourinha-de-botão. Penha et al. (2012) avaliando

aplicações de dosagens de glyphosate em buva (*Conyza bonariensis*) demonstrou percentual de controle de 85% aplicando 2.880 g e.a. de glyphosate por hectare, mesma quantidade de equivalente ácido necessária para controle de 80% da vassourinha-de-botão.

Segundo a Embrapa (2006) a dose de glyphosate recomendada em pré-semeadura está entre 0,18 e 2,16 kg e.a. de glyphosate por hectare, dependendo das espécies a serem controladas. Foi observada a necessidade de quantidades elevadas, superiores as recomendadas pela Embrapa. Com a *Spermacoce* sp em estágio avançado de desenvolvimento, mesmo com aplicação de altas doses de glyphosate foi observado controle aceitável, não excelente. Nenhum dos tratamentos propiciou controle de 100% (excelente) da planta daninha, ocasionando a rebrota em todos os casos ao final do período de avaliação. Tal fato, evidencia a tolerância da planta daninha *Spermacoce* sp. ao glyphosate, especialmente quando em estágio avançado de desenvolvimento.

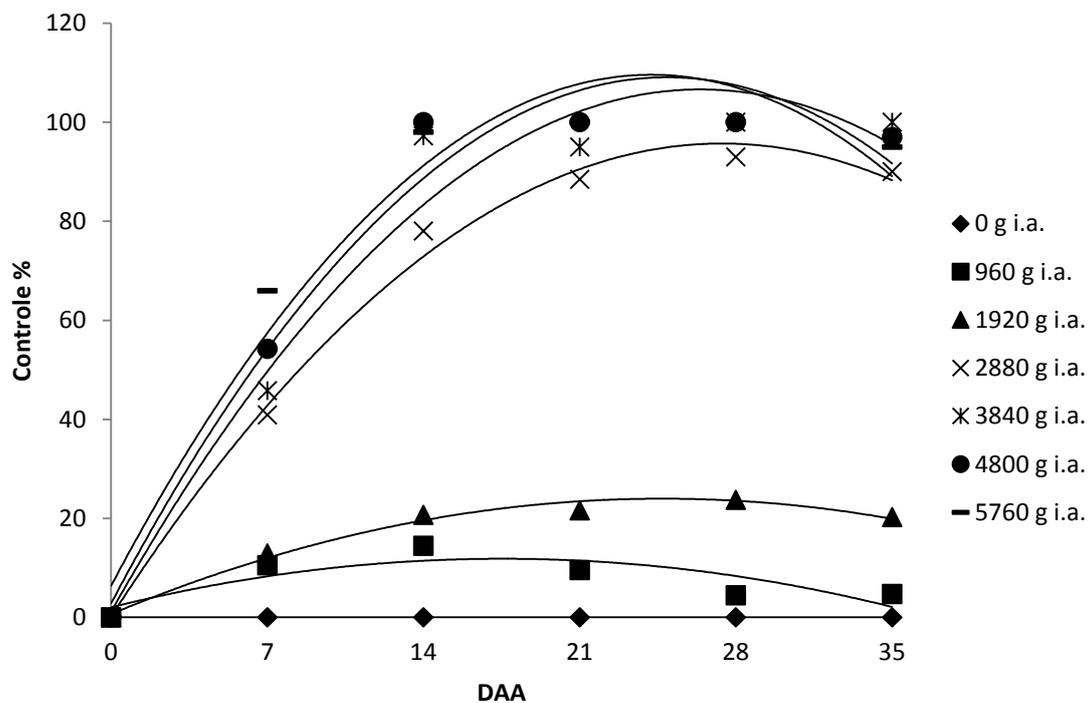


Figura 1. Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) com aplicação de doses crescentes de glifosato na pré-semeadura da soja em diferentes épocas de avaliação. Dose 0g e.a. ha⁻¹: $y=0$ R²=#N/A; Dose 960 g e.a. ha⁻¹: $y=-0,0319x^2+1,1193x+2,0554$ R²=0,6749; Dose 1920 g e.a. ha⁻¹: $y=-0,0382x^2+1,8878x+0,6818$ R²=0,9849; Dose 2880 g e.a. ha⁻¹: $y=-0,1131x^2+6,6903x+2,1971$ R²=0,9925; Dose 3840 g e.a. ha⁻¹: $y=-0,1621x^2+8,2668x+3,6821$ R²=0,9712; Dose 4800 g e.a. ha⁻¹: $y=-$

$0,1656x^2+8,395x+3,1582$ $R^2=0,9655$; Dose 5760 g e.a. ha^{-1} : $y=-0,1698x^2+8,401x+6,9189$ $R^2=0,951$.

Somente com aplicação de 2.880 g e.a. de glyphosate por hectare, a matéria seca da planta daninha foi reduzida para cerca de 7 g aos 7 DAA chegando a cerca de 2 g aos 35 DAA. Com base nos resultados observados com aplicação de doses de glyphosate superiores a 2.880 g e.a. por hectare (4800 e 7680 g e.a. ha^{-1}) pode-se considerar esta quantidade de equivalente ácido de glyphosate como a recomendação ideal para controle da *Spermacoce* sp., resultado coerente com o percentual de controle da planta daninha.

Segundo Procópio e Carvalho (2014) casos de resistência e tolerância de plantas daninhas vem aumentando consideravelmente, para impedir a multiplicação dessas espécies é importante adotar um programa de rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Ramires et al. (2011) estudaram o efeito de glyphosate associado a outros herbicidas para controle de *Spermacoce latifolia* e observaram que o uso combinado de glyphosate com chlorimuron-ethyl, bentazon ou lactofen, foram capazes de garantir, para o biótipo avaliado, controle de 100% das plantas.

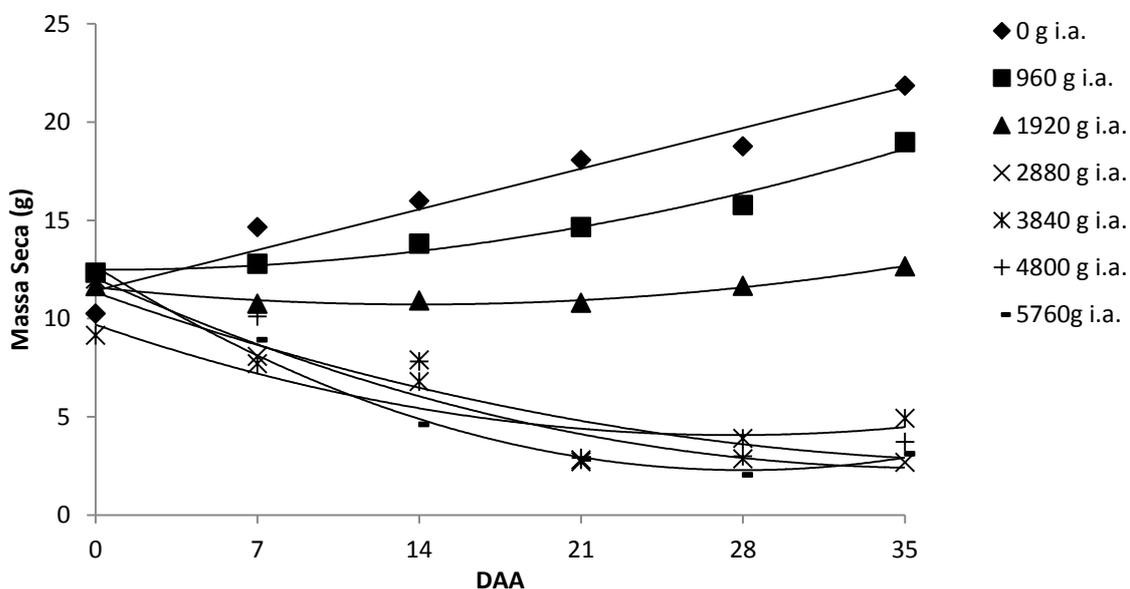


Figura 2. Fitomassa seca de folhas e ramos de vassourrinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) submetida a aplicação de doses crescentes de glyphosate na pré-semeadura da soja em diferentes épocas de avaliação. Dose 0 g e.a. ha^{-1} : $y=0,2957x+11,42$ $R^2=0,9499$; 960 g e.a. ha^{-1} : $y=0,0051x^2-0,0042x+12,485$ $R^2=0,9775$; Dose 1920 g e.a. ha^{-1} : $y=0,0044x^2-0,1244x+11,59$

$R^2=0,9625$; Dose 2880 g e.a. ha^{-1} : $y=0,0095x^2-0,5845x+12,183$

$R^2=0,9019$; Dose 3840 g e.a. ha^{-1} : $y=0,0074x^2-0,4074x+9,6896$

$R^2=0,8242$; Dose 4800 g e.a. ha^{-1} : $y=0,005x^2-0,4172x+11,332$

$R^2=0,8437$; Dose 5760 g e.a. ha^{-1} : $y=0,0132x^2-0,7393x+12,651$

$R^2 =0,9885$.

Entre os índices produtivos avaliados o estande não sofreu influência das doses de glyphosate, já a altura de planta e massa de mil grãos apresentaram melhores resultados a partir da dose 1.920 g e.a., não havendo incremento significativo com aplicação de doses superiores (Tabela 4). O número de vagens por planta e produtividade foi influenciado pelas doses, incrementos foram observados com aplicação de 2.880 g e.a. ha^{-1} , doses mais altas também não ocasionaram incrementos (Tabela 4).

Como a vassourinha-de-botão não foi controlada no tratamento sem aplicação e naqueles com menores doses de glyphosate, a planta daninha influenciou a produtividade da soja nas doses de 0 e 960 g e.a. de glyphosate por hectare. Com aplicação de 1920 g e. a observou-se influência no número de vagens por planta e produtividade, nessas dosagens o percentual de controle foi considerado insatisfatório e diminuiu ao longo do tempo, evidenciando o rebrote da planta daninha. Segundo a Embrapa (2003) as plantas daninhas competem com a cultura da soja pelos recursos e essa competição é importante porque pode afetar o desenvolvimento da cultura causando perdas na produtividade, reduzindo a qualidade dos grãos, causando maturação desuniforme e até inviabilizando a colheita. Vargas e Roman (2006) relataram que essa matocompetição pode promover até 80% de perdas na produtividade.

A partir da dose 2.880 g e.a. não há influência do aumento na quantidade de equivalente ácido de glyphosate nos índices produtivos da soja (Tabela 4). É possível inferir que não há um incremento produtivo pelo aumento da dose de glyphosate a partir desta dose, podendo posicioná-la como a mais indicada para o controle da vassourinha-de-botão.

Tabela 4. Índices produtivos e produtividade de grãos de soja cultivar AS3730 em função da aplicação de doses crescentes de glyphosate para dessecação da vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) na pré-semeadura da soja. Orizona, Goiás, 2017.

Tratamentos Glyphosate g e.a.	Estande n° m ⁻¹	Altura (cm)	Vagens n°	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
0	15,37	48,60c	16,10d	123,10c	2575,56c
960	15,49	77,40b	21,41c	130,73bc	2787,13c
1920	15,42	98,25a	29,13b	145,63a	2260,09b
2880	15,30	95,77a	35,84a	145,93a	3360,90 ^a
3840	15,51	96,56a	35,54a	147,59a	3860,86 ^a
4800	15,60	94,89a	38,94a	150,64a	3839,45 ^a
5760	15,31	94,56a	34,79a	143,96ab	3826,54 ^a
F trat.	1,37ns	66,41**	72,2**	12,03**	92,81**
CV%	4,01	5,15	6,29	4,14	3,56

5.4 CONCLUSÃO

Para obter um nível de controle de *Spermacoce* sp. de cerca de 80 - 85% com a planta daninha em estágio avançado de desenvolvimento, faz-se necessário aplicar 2.880 g e.a. de glyphosate por hectare.

A aplicação de 960 e 1920 g e.a. de glyphosate em dessecação não controla *Spermacoce* sp. em estágio fenológico perenizado/reprodutivo e ocasiona decréscimos na produtividade da soja cultivada após aplicação.

Aplicar mais de 2.880 g. e.a. de glyphosate para controle de vassourinha-de-botão na pré-semeadura da soja não melhora o controle e não propicia incrementos significativos na altura da planta de soja, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividade da soja.

5.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG (Edital 02/2016) pelo suporte financeiro.

5.6 REFERÊNCIAS

Asociacion Latinoamericama de Malezes - ALAM. Recomendaciones sobre unificacion de lós sistemas de evaluaciòn em ensayos do control de malezas. ALAM, 1974,1:35-38.

KIRKWOOD, R. C.; MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. Pestic. Sci., v. 42, p. 241-249, 1994.

Akobundu O., Ekeleme F. Weed seedbank characteristics of arable fields under different fallow management systems in the humid tropical zone of southeastern Nigeria. Agroforestry Systems. 2002; 54:161-170.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. [Online] (2016). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. [16 Out. 2017].

Chiquieri A., Di Maio F.R., Peixoto A.L. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. Na Flora Brasiliensis de Martius. Rodriguésia. 2004; 55: 47-57.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos [Online] (2017). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_11_14_14_35_dezembro.pdf>. [10 Jan. 2018].

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2003. [Online] (2003). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/244683/tecnologias-de-producao-de-soja---regiao-central-do-brasil-2003>>. [22 Ago. 2017].

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. Principais herbicidas recomendados para cultura de soja para controle total da vegetação (dessecação pré-semeadura). [Online] (2006). Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do62_19.htm>. [11 Fev. 2018].

Fontes J.R.A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas em pastagens na integração lavoura-pecuária-floresta. [Online] (2011). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/931301/1/CircTec37.pdf> [12 Fev.2018]. Kissmann, K. G., Groth, D. Plantas infestantes e nocivas. 2. Ed. São Paulo: BASF., 2000, 722p.

Lamego F.P. et al. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. Planta daninha. 2013; 3: 929-938.

Lima Júnior F.M. et al. Controle de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) com aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência. [Online] (2017). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170934/1/Controle-de-vassourinha....pdf> [05 Dez. 2017]

Lorenzi, H. Plantas daninhas no Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 3.ed., Nova Odessa. 2000. 608p.

Martins, B.A.B. Biologia e manejo de planta daninha *Borreria densiflora* DC. 2008. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Penha E.T.S. et al. Aplicação de doses do herbicida glyphosate no controle de *Conyza bonariensis*. Revista Agroambiental. 2012; 4: 1-6.

Procópio S.O., Carvalho, H.W.L. Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura dos Citros na Região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste. [Online] (2014). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122971/1/Manejo-Integrado-de-plantas-Cot-146.pdf>. [11 Fev. 2018].

Ramires A.C. et al. Glyphosate associado a outros herbicidas no controle de *Commelina benghalensis* e *Spermacoce latifolia*. Semina: Ciências Agrárias. 2011; 32: 883-896.

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas- SBCPD. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. 1995, 42 p.

Takano H.K. et al. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. Revista Brasileira de Herbicidas. 2013; 12: 1-13.

Vargas, L., Roman, E.S. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja. [Online] (2006). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852517/1/pdo62.pdf>. [11 Fev. 2018].

Voll, E. et al. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. Planta Daninha. 2002; 20: 17-24.

Zanon, A. J. et al. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. Bragantia. 2015; 74: 400-411.

6 MATOCOMPETIÇÃO DE VASSOURINHA-DE-BOTÃO NA CULTURA DA SOJA

MATOCOMPETITION OF SPERMACOCE SP. IN SOYBEAN CULTURE

RESUMO - A matocompetição é responsável por perdas na produtividade da cultura da soja, principalmente devido à competição por nutrientes, luz e água. Em condições de campo a *Spermacoce sp.* tem sido considerável fator de preocupação devido à alta infestação e difícil controle. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da matocompetição de vassourinha-de-botão em densidades crescentes de indivíduos em convivência com a cultura da soja. Trabalhou-se com delineamento experimental de blocos completos casualizados, foram avaliados 7 tratamentos constituídos pelas densidades de *Spermacoce sp.* em convivência com a soja, densidades de 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 plantas por metro quadrado. Foram avaliados os índices de produtividade da soja, estande, altura de planta, número de vagens por planta, massa de mil grãos, produtividade da cultura e fitomassa seca da soja. Observou-se que a produtividade da soja é inversamente proporcional à densidade de vassourinha-de-botão em convivência com a cultura por todo ciclo. A competição com uma planta de *Spermacoce sp.* por metro quadrado é capaz de ocasionar queda expressiva na produtividade de grãos, com decréscimos mais acentuados à medida que se aumenta a densidade da planta daninha. A convivência com no mínimo três plantas metro quadrado por no mínimo trinta dias após a semeadura causa redução na fitomassa seca das plantas de soja. A convivência com as plantas daninhas ocasiona reduções na altura da planta de soja, número de vagens por planta e massa de 1000 grãos. É imprescindível o controle da vassourinha-de-botão para garantir uma boa produtividade na cultura da soja.

Palavras-chave: interferência, *Spermacoce sp.*, competição, *Glycine max.*

ABSTRACT - The matocompetition is responsible for losses in the productivity of the soybean crop, mainly due to the competition for nutrients, light and water. In field conditions *Spermacoce sp.* has been a considerable concern factor due to the high infestation and difficult control. The objective of this study was to evaluate the effect of the matocompetition of budworm in growing densities of individuals living with the soybean crop. The experiment was carried out in a randomized complete block design. Seven treatments were evaluated: densities of 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 plants per square meter, consisting of densities of

Spermacoce sp.. Soil productivity, stand height, plant height, number of pods per plant, mass of one thousand grains, crop productivity and soybean dry matter were evaluated. It was observed that the soybean yield is inversely proportional to the density of the button-blade living with the crop throughout the cycle. The competition with a *Spermacoce* sp. plant per square meter is capable of causing an expressive fall in grain yield, with steeper decreases as the weed density increases. Living with at least three plants per square meter for at least thirty days after sowing causes a reduction in the dry matter of soybean plants. Living with weeds leads to reductions in the height of the soybean plant, number of pods per plant and mass of 1000 grains. The control of the buttonhand is essential to ensure a good productivity in the soybean crop.

Keywords: interference, *Spermacoce* sp., competition, *Glycine max*.

6.1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é a principal cultura em extensão de área e volume de produção, em 2017 o Brasil se configurou como segundo maior produtor mundial com 113,923 milhões de toneladas, área plantada de 33,89 milhões de hectares e produtividade 3.362 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2017). Seus múltiplos usos como produção de proteína animal, alimentação humana, fabricação de biocombustíveis, consolidaram uma cadeia agroindustrial (CONAB, 2017). Para o bom desenvolvimento da cultura é necessário, entre outras coisas, condições climáticas como a precipitação, temperatura e fotoperíodo favoráveis (Smiderle et al., 2009).

A matocompetição de plantas daninhas com a cultura da soja pode interferir diretamente nos índices produtivos da cultura resultando em acentuadas perdas na produtividade de grãos. Em sistemas agrícolas, a cultura e as plantas daninhas possuem suas demandas por água, luz, nutrientes e CO₂ e, na maioria das vezes, um ou mais desses fatores de crescimento estão disponíveis em quantidade insuficiente até mesmo para o próprio desenvolvimento da cultura; estabelece-se, assim, a competição (Radosevich et al., 1997).

O nível de interferência das plantas daninhas dicotiledôneas na cultura da soja depende da espécie daninha presente e de sua densidade (Rizzardi et al., 2003). Além da densidade de plantas daninhas, o período de convivência entre a cultura e as plantas daninhas

define o nível de danos à cultura, ocasionando, proporcionalmente, as perdas nos rendimentos finais da cultura.

A planta daninha vassourinha-de-botão se destaca por sua dificuldade de controle nas áreas de produção de soja onde se faz presente, apresentando convivência competitiva com plantas de soja, provavelmente devido sua tolerância aos herbicidas utilizados no manejo em pré-semeadura (Pacheco et al., 2016; Martins e Christoffoleti, 2014). É comum observar grande percentual de escapes no controle dessa planta daninha. Não há dados referentes ao quantitativo de perdas que *Spermacoce* sp. pode ocasionar nos índices produtivos e na produtividade da soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da cultura da soja em condições de competição com sete densidades de vassourinha-de-botão.

6.2 MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi conduzido em condições de sequeiro em área de produção na Fazenda Santa Bárbara, município de Orizona, Goiás, no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017, em Latossolo Vermelho. A área experimental vem sendo cultivada por quinze anos com soja na safra de verão, sendo mantida por quatro anos em pousio no período de entressafra; tal condição tem favorecido a proliferação de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, com ocorrência generalizada de aproximadamente vinte espécies de plantas daninhas, com maior infestação da vassourinha-de-botão, essa planta daninha prevalece na área, motivo pelo qual se instalou o trabalho na referida área. Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m para que se procedesse à caracterização dos atributos físico-químicos da área. O solo apresentou as seguintes características físico-químicas; pH em CaCl de 6,1; K, Ca, Mg, H+Al de 2,3, 1,8, 0,0, 1,6, cmol dm^{-3} , respectivamente; P (Melich) de 14,7 mg dm^{-3} , matéria orgânica de 12,0 g dm^{-3} , Zn de 2,4 mg dm^{-3} e teor de argila de 35%.

A adubação de base foi recomendada de acordo com a análise química do solo, aplicando 220 Kg ha^{-1} de Mono Amônio Fosfato no sulco de semeadura e 130 Kg ha^{-1} de Cloreto de Potássio distribuídos a lanço superficialmente na área. A área apresentava distribuição uniforme e alta densidade de *Spermacoce* sp., no momento a instalação dos tratamentos, as plantas daninhas se encontravam no estágio fenológico 23/34 (5 pares de ramos visíveis/4 internódios visíveis) (Martins, 2008).

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com 7 tratamentos constituídos pelas densidades de *Spermacoce* sp. em competição com a soja durante todo ciclo da cultura; densidades de 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 plantas daninhas por metro quadrado. Para possibilitar a implantação do experimento, foi selecionada uma área com distribuição homogênea e densidade uniforme da planta daninha; a área foi delimitada e posteriormente efetuou-se a implantação do ensaio com a distribuição ao acaso dos tratamentos nos blocos, para isso foram quantificadas as plantas de vassourinha-de-botão presentes em cada unidade experimental, retirou-se o excesso de plantas daninhas de acordo com cada tratamento levando-se em conta a quantidade presente em cada metro quadrado das parcelas.

A semeadura da cultura da soja foi realizada mecanicamente, utilizando a cultivar de soja AS 3730IPRO com população média de 260 mil plantas ha⁻¹. Avaliou-se a fitomassa (g plt⁻¹) seca da parte aérea das plantas de soja aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após a semeadura, em cada época de avaliação foram realizadas amostragens nas 2 linhas laterais de cada unidade experimental, evitando interferências na área central das parcelas, onde foram realizadas avaliações do desempenho agrônômico da soja sob condições de competição.

Para determinar os índices de produtividade da soja, foram avaliados as seguintes características estande final, altura de planta, número de vagens por planta, massa de 1000 grãos e produtividade. Os resultados foram previamente analisados quanto ao atendimento dos pressupostos básicos para análise estatística (Shapiro - Wilk, Bartlett e Box plot) para verificar a distribuição normal, homogeneidade dos dados e variáveis intervalares e contínuas, em seguida foram analisados de forma paramétrica com aplicação de testes que mais se adequaram para cada variável.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fitomassa seca da soja foi reduzida a partir de quando imposta a competição com 3 plantas de vassourinha-de-botão por m², não foram observadas reduções muito expressivas com densidades superiores (Figura 1). A partir deste nível de infestação foi observada redução drástica de cerca de 40 a 50 % da massa por planta, nesta condição de competição, nas últimas épocas de avaliação observou-se reduções de cerca de 20 g por planta. Os efeitos dos níveis competição das plantas de *Spermacoce* sp. puderam ser observados a partir dos 30 dias após a semeadura da soja, isto era esperado, visto que existe um período inicial que a

convivência com plantas daninhas não ocasiona interferências na cultura principal, período denominado PAI - Período Anterior a Interferência. Os efeitos negativos são consequência da competição com vassourinha-de-botão nos estádios iniciais do ciclo da soja. A literatura indica que na cultura da soja o período anterior à interferência situa-se entre os 10 aos 33 dias após a emergência da soja (Meschede et al., 2002; Constatin et al., 2007; Nepomuceno et al., 2007; Silva et al., 2009).

A fitomassa seca de uma planta está relacionada ao desenvolvimento desta e também a quantidade de nutrientes que recebeu durante o desenvolvimento (Bianco et al., 2012); é uma variável importante para avaliar os efeitos da matocompetição na qualidade da cultura principal. Pittelkow et al. (2009) avaliaram a interferência de plantas infestantes na cultura da soja e notaram interferência negativa no acúmulo de fitomassa seca das plantas de soja, nas características do crescimento da soja e número de trifólios sendo a redução proporcional ao incremento da infestação.

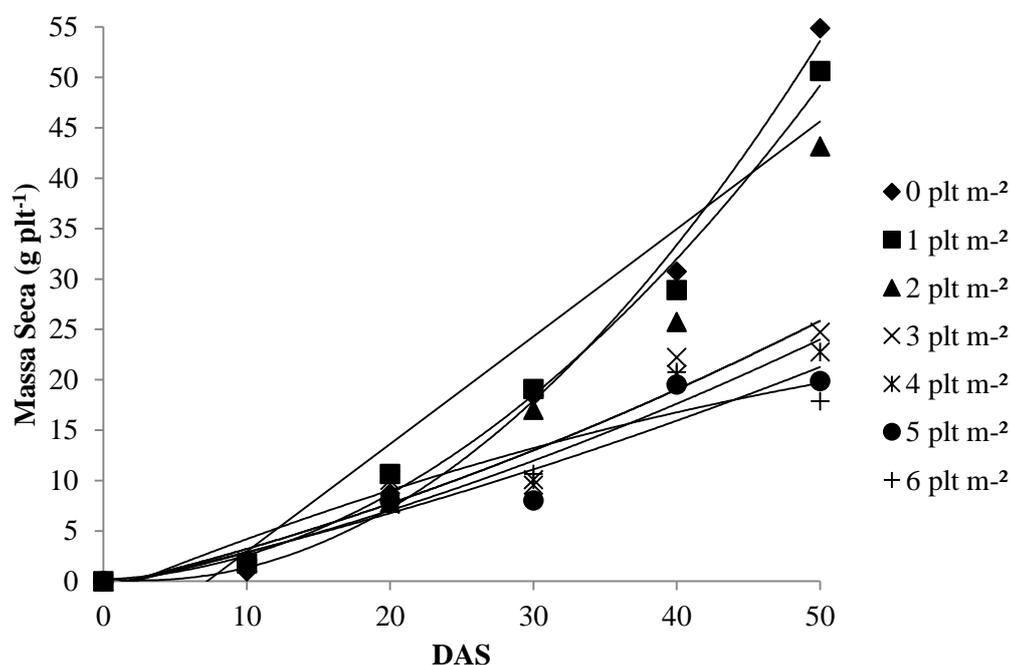


Figura 1. Fitomassa seca de soja sob condições de competição com densidades de vassourinha-de-botão (*Spermacoce* sp.) em cinco épocas de avaliação após a semeadura (DAS) da soja. Orizona, Goiás, 2017. 0 planta m²: $y=0,0253x^2-0,2182x+1,5$ $R^2=0,994$; 1 planta m²: $y=0,0194x^2-0,0035x+1,004$ $R^2=0,9885$; 2 plantas m²: $y=0,0036x-0,6196$ $R^2 = 0,9653$; 3 plantas m²: $y = 1,0051x - 11,023$ $R^2=0,9604$; 4 plantas m²: $y=0,0012x^2+0,5122x-2,986$ $R^2=0,9206$; 5 plantas m²: $y=0,0072x^2+0,141x+0,36$ $R^2=0,9499$ e 6 plantas m²: $y=-0,0097x^2+1,0061x-7,23$ $R^2 = 0,8787$.

Aos vinte dias após a semeadura da soja, observou-se aumento na altura da planta de soja na presença de até 2 plantas de vassourinha-de-botão por m², esse comportamento da soja foi observado até 50 DAS (Figura 2). Este comportamento pode ser explicado em função da competição imposta à cultura da soja, sob competição com baixa densidade a planta evita ser sombreada pela planta daninha incrementado sua altura o que pode promover o acamamento. Em condições de competição com 3 plantas de vassourinha-de-botão por m² ou mais a planta de soja reduz a altura, isto ocorre em função da condição de competição muito crítica. Pittelkow et al. (2009) também encontram influência negativa no incremento de altura da soja a partir de 42 DAE em casos de alta infestação.

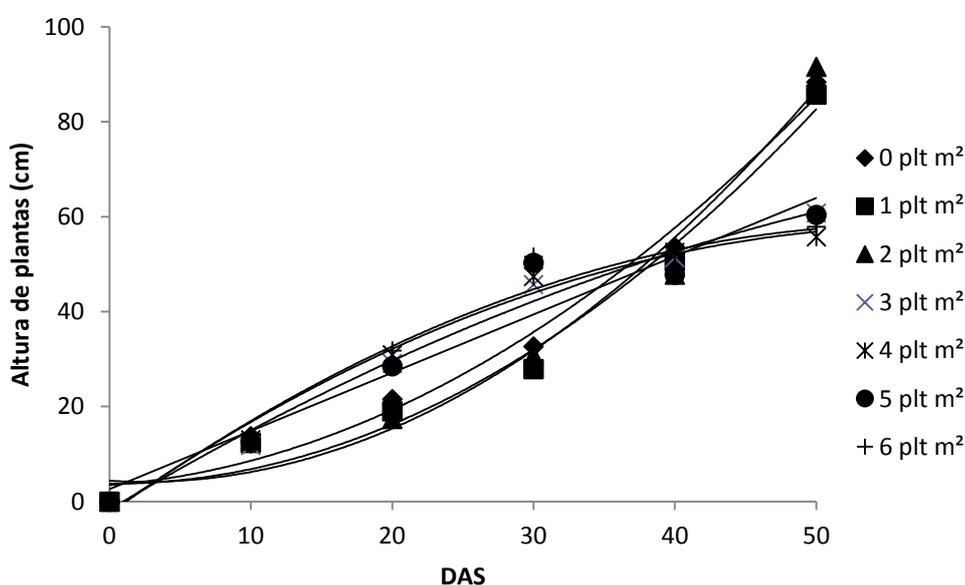


Figura 2. Altura de plantas de soja sob condições de competição com densidades de vassourinha-de-botão em cinco épocas de avaliação após a semeadura (DAS) da soja. Orizônia, Goiás, 2017. 0 plantas m²: $y = 3,2573x^2 + 0,1003x + 4,2839$ $R^2=0,9744$; 1 planta m²: $y=2,9904x^2+0,9074x+3,375$ $R^2=0,9845$; 2 plantas m²: $y=3,3393x^2-0,2779x+4,2029$ $R^2=0,9687$; 3 plantas m²: $y=-1,0482x^2+17,786x-1,7179$ $R^2=0,9902$; 4 plantas m²: $y=-1,7911x^2+20,773x-2,2464$ $R^2=0,9871$; 5 plantas m²: $y=12,268x+2,5876$ $R^2=0,9425$; 6 plantas m²: $y=-1,793x^2+20,991x-2,5211$ $R^2=0,9645$.

Sob condições de competição com *Spermacoce* sp., a produtividade da soja reduz à medida que se aumenta a densidade de plantas infestantes (Figura 3). Constantin et al. (2009) relataram a necessidade de manter a cultura da soja livre da interferência com plantas daninhas, evitar a interferência é pressuposto básico para garantir a produtividade da soja.

Cada planta de vassourinha-de-botão em competição com a cultura da soja durante todo ciclo pode ocasiona redução de 1,3 a 4,2 % na produtividade.

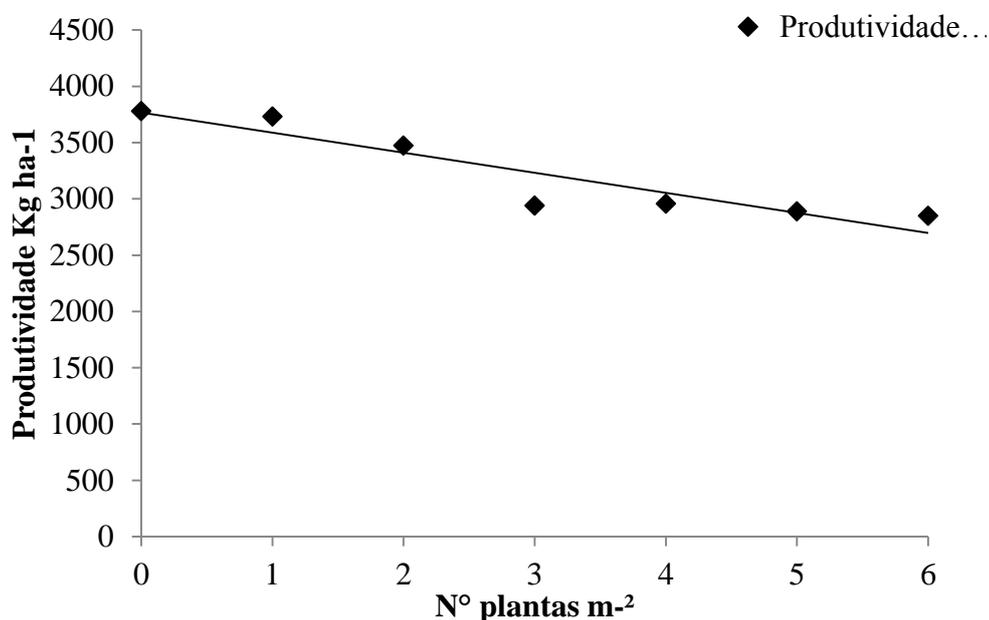


Figura 3. Produtividade da soja mantida em convivência com densidades de vassourinha-de-botão durante todo ciclo. Orizona, Goiás, 2017. $y = -178,25x + 3767,5$ $R^2 = 0,8618$.

A convivência com até seis plantas por metro quadrado de vassourinha-de-botão não interferiu no estande final da cultura da soja (Tabela 1). Vargas et al. (2006) comentaram sobre a interferência das plantas daninhas principalmente em relação a qualidade de grãos, maturidade e questões operacionais de colheita. Em geral, essas implicações não afetam a germinação da soja e possivelmente por essa razão, o estande final não foi afetado pela densidade da planta daninha. No entanto, isso pode ocorrer em outras situações ou culturas, Freitas et al. (2009) estudaram a interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi e observaram que as plantas daninhas reduziram o estande da cultura em até 30% das plantas.

O número de vagens por planta de soja sofre redução a partir de 2 plantas de vassourinha-de-botão por m² e a massa de mil grãos é afetada a partir de 1 planta por m² (Tabela 1). Esses índices de produção afetam diretamente a produtividade da soja.

Tabela 1 - Índices de produção e produtividade de grãos da cultivar AS3730 submetida a diferente densidade populacional da vassourinha-de-botão (*Spermacace* sp.). Orizona, Goiás, 2017.

Tratamentos N° plantas m ²	Estande n° m ⁻¹	Altura Final cm	Vagens n°	Massa 1000 Grãos	Produtividade Kg ha ⁻¹
0	15,21	91,38a	36,37a	144,19 ^a	3790,34 ^a
1	15,55	98,16a	33,92a	125,73b	3734,12 ^a
2	15,29	89,19a	27,15b	124,13b	3480,45b
3	15,21	86,26a	24,50bc	126,83b	2941,45c
4	15,09	68,15b	21,63cd	119,01bc	2959,67c
5	15,12	64,04b	19,43de	112,73c	2891,68cd
6	14,94	64,51b	16,77e	114,77c	2848,75d
F trat.	0,56 ^{ns}	22,85 ^{**}	84,11 ^{**}	49,26 ^{**}	69,53 ^{**}
CV%	3,35	7,43	6,21	2,77	7,01

Plantas daninhas além de competirem por recursos do ambiente e liberarem substâncias alelopáticas, interferem no processo de colheita e são hospedeiras de diversos insetos-pragas, nematoides, e vários agentes patogênicos causadores de doença, ocasionando reduções nos índices produtivos da soja, reduções que podem ocasionar perdas próximas a 80% da produtividade (Gazziero et al., 2004).

6.4 CONCLUSÃO

A competição com plantas de *Spermacoce* sp. durante todo ciclo da soja ocasiona reduções nos índices produtivos, fitomassa da planta e produtividade de grãos da cultura.

Cada planta de vassourinha-de-botão em competição com a cultura da soja durante todo ciclo é capaz de reduzir a produtividade da soja em 1,3 a 4,2%, equivalente a 0,8 a 2,6 sacas de 60 kg por hectare.

6.5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG (Edital 02/2016) pelo suporte financeiro.

6.6 REFERÊNCIAS

Bianco S. et al . Acúmulo de massa seca e de macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Solanum americanum*. **Planta Daninha**. 2012; 30: 87-95.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos.** [Online] (2017). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_11_14_14_35_dezembro.pdf>. [10 Jan. 2018].

Constantin J. et al. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, var. Coodetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha.** 2007; 25: 231-237.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA. **Soja em Números (2016/2017).** [Online] (2017). Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. [09 Fev. 2018].

Freitas F.C.L. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha.** 2009;27:241-247.

Gazziero L.P.D., Vargas L., Roman E.S. **Manejo e controle de plantas daninhas em soja.** In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Manual e controle de plantas daninhas. EMBRAPA, p.595 – 635, 2004.

Martins, B.A.B. **Biologia e manejo de planta daninha *Borreria densiflora* DC.** 2008. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Martins B.A.B., Christoffoleti P.J. Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre- and post-emergence conditions. **Planta Daninha.** 2014; 32: 817-825.

Meschede D.K. et al. Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. **Planta Daninha.** 2002; 20: 381-387.

Nepomuceno, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha.** 2007; 25: 43-50.

Pacheco L.P. et al. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. **Rev Ciên Agron.** 2016; 47: 500-508.

Pittelkow F.K. et al. Interferência de Plantas Daninhas na Cultura da Soja Transgênica. **Gl. Sci. Technol.** 2009; 02: 38-48.

Silva A.F. et al. Período anterior à interferência na cultura da soja-rr em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha.** 2009; 27: 57-66.

Smiderle O. J et al. Cultivo de soja no cerrado de Roraima. [Online] (2009). Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/index.htm>>. [10 Ago. 2013].

Radosevich S.R., Holt J., GHERSA C. **Weed ecology: implications for management.** 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.

Rizzardi, M. A. et al. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guaxuma. **Ci. Rural**. 2003; 33: 621-627.

Vargas, L., Roman, E.S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja.**

[Online] (2006). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852517/1/pdo62.pdf>. [11 Fev. 2018].