

**HERBICIDAS RESIDUAIS NO CONTROLE DE *Eleusine indica*
E NA SELETIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

Wilton Lessa Silva
Eng. Agrônomo

WILTON LESSA SILVA

**HERBICIDAS RESIDUAIS NO CONTROLE DE *Eleusine indica*
E NA SELETIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas

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
2020

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

S586h Silva, Wilton
Herbicidas residuais no controle de Eleusine indica e na seletividade da cultura da soja / Wilton Silva; orientador Marco Antonio Moreira de Freitas. -- Urutaí, 2020.
62 p.

Dissertação (em Mestrado Profissional em Proteção de plantas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2020.

1. Capim-pé-de-galinha. 2. Herbicidas pré-emergentes. 3. Glycine max. 4. Oeste da Bahia.. I. Antonio Moreira de Freitas, Marco, orient. II. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Wilton Lessa Silva

Matrícula: 2018101330540198

Título do Trabalho: Herbicidas residuais no controle de Eleusine indica e na seletividade da cultura da soja

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: ___/___/___

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí, 08/04/2020.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PROTEÇÃO DE PLANTAS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Herbicidas residuais no controle de *Eleusine indica* e na seletividade da cultura da soja.

AUTOR: Wilton Lessa Silva

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

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas (orientador)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Dr. João Carlos Madalão
Universidade Federal de Vicosa-UFV

Prof. Dr. Tiago Vieira Sousa
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Urutaí - GO, 13 de fevereiro de 2020

DEDICATÓRIA

A minha esposa Drielle, aos meus pais Areldo e Maria e aos meus irmãos, por toda estrutura, por todo amor, pelos ensinamentos de vida e constante apoio em meus estudos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por guiar e iluminar meu caminho.

A minha esposa Drielle, pelo amor e carinho incondicionais, por apoiar e incentivar durante todas as etapas dessa caminhada.

A minha família por sempre acreditar em mim.

Ao meu orientador Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas pela amizade, ensinamentos, dedicação, profissionalismo e pelo empenho ao longo do curso.

Ao professor Dr. Anderson Rodrigo da Silva por auxiliar com as análises estatísticas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xii
GENERAL ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo Geral	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3 CAPÍTULO 1 - CONTROLE QUÍMICO DE <i>Eleusine indica</i> EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA SOJA	5
RESUMO	5
CHAPTER 1 - CHEMICAL CONTROL OF <i>Eleusine indica</i> IN PRE-EMERGENCE IN SOYBEAN CULTURE	6
ABSTRACT	6
3.1 INTRODUÇÃO	7
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.2.1 Caracterização das áreas	9
3.2.2 Descrição dos tratamentos	11
3.2.3 Metodologia de aplicação	12
3.2.4 Variáveis Resposta	13
3.2.5 Análise estatística	14
3.4 CONCLUSÃO	21
3.5 REFERÊNCIAS	22
4 CAPÍTULO 2 - SELETIVIDADE DE HERBICIDAS RESIDUAIS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA SOJA	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
4.1 INTRODUÇÃO	29
4.2.1 Caracterização da área	30
4.2.2 Descrição dos tratamentos	32
4.2.3 Metodologia de aplicação	33
4.2.4 Variáveis Respostas	34
4.2.5 Análise estatística	34
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.4 CONCLUSÕES	40

4.5 REFERÊNCIAS	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6 REFERÊNCIAS GERAIS	44
APÊNDICES	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físico-químicas do solo de cada área experimental (0-20 cm). Correntina, BA, 2018/2019.	11
Tabela 2. Herbicidas e doses empregadas na pulverização para o controle capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) em pré-emergência da soja. Correntina, BA, 2018/2019.	12
Tabela 3. Condições climáticas registradas durante as aplicações dos tratamentos efetuadas no dia da semeadura da soja. Correntina, BA, 2018/2019.	13
Tabela 4. Controle de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) após aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em dois locais. Correntina-BA, 2019.	19
Tabela 5. Componentes agronômicos da cultura da soja em função da aplicação de herbicidas pré-emergentes no controle de capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) em dois locais. Correntina-BA, 2019.	21
Tabela 6. Características físico-químicas do solo de cada área experimental (0-20 cm). Correntina, BA, 2018/2019.	31
Tabela 7. Herbicidas residuais e suas respectivas doses aplicados em pré-emergência da cultura da soja. Correntina, BA, 2018/2019.	33
Tabela 8. Condições climáticas registradas durante as aplicações dos tratamentos efetuadas no dia da semeadura da soja. Correntina, BA, 2018/2019.	33
Tabela 9. Fitotoxicidade visual (%) após aplicação de herbicidas pré-emergentes na variedade de soja Monsoy 8349 IPRO, em dois locais. Correntina-BA, 2019.	37
Tabela 10. Efeitos de herbicidas pré-emergentes sobre os componentes agronômicos da variedade de soja Monsoy 8349 IPRO em dois locais. Correntina-BA, 2019.	39
Tabela 11. Resultados da análise de variância multivariada (MANOVA) da eficácia dos herbicidas no controle de <i>E. indica</i> e parâmetros agronômicos da cultura da soja.	47
Tabela 12. Autovalor, variância, variância acumulada e correlação canônica de cada variável Canônica para eficácia dos herbicidas no controle de <i>E. indica</i> e parâmetros agronômicos da cultura da soja.	47
Tabela 13. Coeficientes canônicos padronizados das variáveis em relação aos três primeiros eixos canônicos para eficácia dos herbicidas no controle de <i>E. indica</i> e parâmetros agronômicos da cultura da soja.	47
Tabela 14. Média das três primeiras variáveis canônicas para cada um dos tratamentos no Local 1 e 2 para eficácia dos herbicidas no controle de <i>E. indica</i> e parâmetros agronômicos cultura da soja.	48

Tabela 15. Resultados da análise de variância multivariada (MANOVA) para seletividade dos herbicidas e parâmetros agronômicos na cultura da soja.49

Tabela 16. Autovalor, variância, variância acumulada e correlação canônica de cada variável Canônica para seletividade dos herbicidas e parâmetros agronômicos na cultura da soja.....49

Tabela 17. Coeficientes canônicos padronizados das variáveis em relação aos três primeiros eixos canônicos para seletividade dos herbicidas e parâmetros agronômicos na cultura da soja.49

Tabela 18. Coeficientes canônicos padronizados das variáveis em relação aos três primeiros eixos canônicos para seletividade dos herbicidas e parâmetros agronômicos na cultura da soja.50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura média (°C) ocorridas durante a condução dos experimentos. Fonte: Estação Experimental da Adama, Fazenda Brasholanda, Correntina, BA.....10
- Figura 2.** Biplot de escores médios de eficácia de controle (A), componentes agronômicos (B) e efeito de todas as variáveis estudadas (C) após a aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em dois locais, com elipses de 95% de confiança..... 16
- Figura 3.** Precipitação (mm) e temperatura média (°C) ocorridas durante a condução do experimento. Fonte: Estação Experimental do Adama, Fazenda Brasholanda, Correntina, BA.31
- Figura 4.** Biplot de escores médios de fitotoxicidade (A), componentes agronômicos (B) e efeito de todas as variáveis estudadas (C) após a aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em dois locais, com elipses de 95% de confiança..... 36

RESUMO GERAL

A seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas no mundo tem aumentado significativamente nos últimos anos, principalmente em relação ao glyphosate, dentre elas, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn), que tem se tornado uma espécie de difícil controle e está presente na maioria das regiões produtoras de soja do Brasil. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia de herbicidas residuais no controle de capim-pé-de-galinha e na seletividade da cultura da soja, em solos com classe textural distintas. Para isso, foram conduzidos quatro experimentos em condições de campo, sendo dois para determinar a eficácia dos herbicidas e dois para seletividade, os quais foram divididos em dois capítulos para melhor compreensão dos resultados. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, contendo os herbicidas trifluralin (1200 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), diclosulam (29,4 g i.a ha⁻¹), imazethapyr + flumioxazin (100 + 50 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone (150 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (140 + 280 g i.a ha⁻¹), clomazone (800 g i.a ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹). Para os experimentos de eficácia de controle foram utilizadas duas testemunhas (capinada e sem capina) e nos experimentos de seletividade uma testemunha sem herbicida. A eficácia de controle dos herbicidas foi determinada por avaliações visuais de controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação e para a seletividade, analisou a fitotoxicidade visual das plantas de soja aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência. Além disso, foram avaliados os componentes agronômicos e de produção da cultura. O uso de herbicidas residuais é uma ferramenta importante no manejo do capim-pé-de-galinha, reduzindo a competição inicial com a cultura. Porém, a textura e a matéria orgânica do solo influenciaram no controle e principalmente na seletividade dos herbicidas. De modo geral, s-metolachlor, clomazone e trifluralin foram mais eficazes no controle de capim-pé-de-galinha e não causaram injúrias na cultura da soja.

Palavras-chave: Capim-pé-de-galinha; Herbicidas pré-emergentes; *Glycine max*; Oeste da Bahia.

GENERAL ABSTRACT

The selection of herbicide-resistant weed biotypes in the world has increased significantly in recent years, especially in relation to glyphosate, among which is the goosegrass (*Eleusine indica* L. Gaertn), that has become a species difficult to control and is present in most soybean producing regions of Brazil. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of residual herbicides in goosegrass control and soybean crop selectivity in soils with different textural classes. For this, four experiments were conducted under field conditions, two to determine herbicide efficacy and two for selectivity, which were divided into two chapters to better understand the results. The experimental design was a randomized block design with four replications, containing the herbicides trifluralin (1200 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), diclosulam (29,4 g i.a ha⁻¹), imazethapyr + flumioxazin (100 + 50 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone (150 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (140 + 280 g i.a ha⁻¹), clomazone (800 g i.a ha⁻¹) and chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹). For control efficacy experiments two control (weeding and without weeding) were used and in the selectivity experiments one control without herbicide. Herbicide control efficiency was determined by visual evaluation of control at 14, 21, 28 and 35 days after application and for selectivity, we analyzed the visual phytotoxicity of soybean plants at 7, 14, 21 and 28 days after emergence. In addition, the agronomic and crop production components were evaluated. The use of residual herbicides is an important tool in the management of goosegrass, reducing initial competition with the crop. However, the texture and organic matter of the soil influenced the control and mainly the herbicide selectivity. Overall, s-metolachlor, clomazone and trifluralin were more efficient in controlling goosegrass and did not cause injury to soybean.

Key words: Goosegrass; Pre-emergent herbicides; *Glycine max*; West Bahia.

1 INTRODUÇÃO GERAL

As plantas daninhas são um dos fatores mais importantes na produção agrícola, pois competem com a cultura pelos recursos (água, luz, CO₂, nutrientes e espaço), liberam substâncias alelopáticas prejudiciais e atuam como hospedeiras de pragas e patógenos que causam doenças, podendo ter impacto negativo na produtividade, se não forem devidamente controladas (PITELLI, 1985; SLAUGHTER, et al. 2008; SHEN, et al., 2012).

Na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill), a competição com plantas daninhas além limitar o rendimento de grãos também aumenta os custos e reduz a qualidade da produção. A competição é influenciada por três fatores principais: época de emergência, densidade e espécies de plantas daninhas presentes na área (SARDANA, 2017) e a intensidade e a duração da competição determinam a magnitude das perdas na produção (SWANTON et al., 2015).

A soja é a cultura de maior destaque no cenário nacional de produção de grãos, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial e o maior exportador, com produção de cerca de 115 milhões de toneladas de grãos durante a safra 2018/2019 (CONAB 2019). No entanto, o controle inadequado das plantas daninhas é um dos principais fatores que reduzem a produtividade da soja, podendo atingir perdas de até 80% (VARGAS; ROMAN, 2006).

Atualmente, os herbicidas representam cerca de 60% dos defensivos agrícolas usados em todo o mundo (DAYAN, 2019). Essa técnica de manejo de plantas daninhas é amplamente utilizada devido à sua alta eficácia, custo-benefício, facilidade de aplicação e capacidade de reduzir as exigências de mão de obra (PERROTI et al., 2019; FERNANDO, et al., 2016; CHAUHAN et al., 2012). No entanto, o aumento do custo de produção de novos ingredientes ativos, o aumento das barreiras impostas por regulamentos toxicológicos e ambientais para garantir a segurança dos produtos e a ampla adoção de culturas transgênicas tolerantes a herbicidas como o glyphosate levou a indústria agroquímica a desacelerar o desenvolvimento de novas moléculas herbicidas, principalmente aquelas com novos mecanismos de ação (DAYAN, 2019; DUKE, 2011).

A soja tolerante ao glyphosate foi introduzida comercialmente em 1996 no Estados Unidos e no Brasil, na safra 2004/2005 (HEAP; DUKE, 2018; CIB, 2018). Desde então, surgiu uma dependência crescente do glyphosate que resultou no aumento do número de plantas daninhas resistentes (GAINES, 2019; HEAP; DUKE, 2018).

Atualmente, existem 502 biótipos resistentes a herbicidas no mundo pertencentes a 258

espécies de plantas daninhas. No Brasil, foram relatados 50 biótipos resistentes, englobando 28 espécies, sendo que desses, 16 apresentam resistência múltipla a dois ou mais mecanismos de ação (HEAP, 2019). A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos de plantas daninhas, dentro de uma população, sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos suscetíveis da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008; OLIVEIRA JR. et al., 2011).

Dentre essas espécies, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn) tem se tornando uma planta daninha de difícil controle nas mais diversas áreas agrícolas do país, com grande potencial de se tornar uma das principais plantas daninhas das culturas anuais. No Brasil já foram relatados a existência de biótipos com resistência múltipla aos herbicidas inibidores da ACCase e EPSPS (HEAP, 2019), que são os principais mecanismos de ação usados no seu controle. A resistência múltipla ocorre quando um indivíduo possui um ou mais mecanismo que conferem o comportamento resistente a herbicidas com mecanismo de ação diferentes (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Quanto a resistência à herbicidas pré-emergentes, no mundo foram detectados biótipos de *E. indica* resistentes a trifluralin (1973), metribuzin (2003) e oxadiazon (2015), sendo que os dois primeiros possuem recomendação para a cultura da soja no Brasil (HEAP, 2020).

O capim-pé-de-galinha é uma espécie monocotiledônea da família Poaceae, distribuída pelas regiões tropicais, subtropicais e temperadas do mundo e encontrada em praticamente todas as regiões produtoras do Brasil (KISSMANN; GROTH, 1997). É considerada uma das cinco espécies de plantas daninhas mais nocivas no mundo, sendo relatada como problema em aproximadamente 50 culturas em mais de 60 países (NG, et al., 2004). Caracteriza-se por ser uma planta de ciclo anual, herbácea, entouceirada, ereta, sistema radicular bem desenvolvido, e nas áreas de clima tropical, comporta-se como planta perene (LORENZI, 2008; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010).

Com o propósito de reduzir os danos ocasionados pela competição inicial de plantas daninhas de difícil controle ou com histórico de resistência a herbicidas, a utilização de herbicidas pré-emergentes que proporcionam efeito residual tem se tornando uma prática bastante difundida entre os agricultores (AGOSTINETTO et al., 2015; MUELLER et al., 2014).

O uso de herbicidas pós-emergentes com ação sobre um grande número de plantas daninhas facilitou a adoção do sistema de plantio direto e reduziu o uso de herbicidas pré-

emergentes (SOMERVILLE et al., 2016). Em consequência, a ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas aumentou amplamente na última década no Brasil (HEAP, 2019). Por outro lado, a evolução da resistência à herbicidas residuais, também denominados pré-emergentes, tem ocorrido de forma mais lenta, conferindo manutenção da sua eficácia mesmo após décadas de uso, se tornando uma alternativa eficiente para redução do risco de seleção de biótipos resistentes (LOPES OVEJERO et al., 2013; OWEN et al., 2014).

Porém, dependendo das condições edafoclimáticas e da suscetibilidade das culturas, os herbicidas pré-emergentes podem causar injúrias e/ou comprometer o desenvolvimento fenológico da cultura, podendo interferir na produtividade (GALON et al., 2011). Tornando-se necessário conhecer a seletividade desses herbicidas, que é a resposta diferencial dos herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas sem prejudicar as culturas de interesse (CORREIA; CARVALHO, 2017; OLIVEIRA; INOUE, 2011).

Além das propriedades físico-químicas da molécula, a textura do solo e a matéria orgânica influenciam no comportamento dos herbicidas no ambiente, consequentemente na eficácia de controle e seletividade as culturas de importância econômica (MONQUERO et al., 2010; TAKANO et al., 2017; TAKESHITA, et al. 2019).

Nesse sentido, estudos de eficácia e seletividade de herbicidas residuais aplicados na pré-emergência da soja em solos com diferentes características físico-químicas são necessários para obter informações sobre o controle de *E. indica* por esses herbicidas e evitar fitotoxicidade a cultura. Para melhor compreensão do estudo desenvolvido, o presente trabalho divide-se em dois capítulos: no primeiro é avaliada a eficácia dos herbicidas pré-emergentes no controle de *E. indica*; enquanto o segundo aborda a seletividade desses herbicidas na cultura da soja.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinar a eficácia de herbicidas residuais no controle de *Eleusine indica* e avaliar a seletividade desses herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja em solos com diferentes características físico-químicas.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar quais são os herbicidas residuais que controlam melhor a *Eleusine indica*;
- Verificar se os herbicidas utilizados no controle de *Eleusine indica* podem causar fitotoxicidade na cultura da soja.
- Analisar a influência do solo na eficácia e seletividade dos herbicidas residuais;
- Avaliar o desempenho agrônomico da soja submetida a aplicação de herbicidas em pré-emergência;
- Gerar informações que possibilite a recomendação segura de herbicidas pré-emergentes no controle de *Eleusine indica* na cultura da soja.

3 CAPÍTULO 1 - CONTROLE QUÍMICO DE *Eleusine indica* EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn) é uma das principais plantas daninhas do mundo e altamente competitiva, que se encontra adaptada às condições do cerrado brasileiro. Além disso, a resistência a herbicidas é um problema comum em diversos países, incluindo o Brasil. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia de herbicidas residuais no controle de capim-pé-de-galinha aplicados na pré-emergência da cultura da soja, em solos com classe textural distintas. Para isso, foram conduzidos dois experimentos em condições de campo, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, contendo os herbicidas trifluralin (1200 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), diclosulam (29,4 g i.a ha⁻¹), imazethapyr + flumioxazin (100 + 50 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone (150 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (140 + 280 g i.a ha⁻¹), clomazone (800 g i.a ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹), além de duas testemunhas (capinada e sem capina). Avaliou-se a eficácia dos herbicidas por meio das avaliações visuais de controle aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação. Além disso, os componentes agronômicos e de produção da cultura foram quantificados. O herbicida, s-metolachlor proporcionou os níveis mais elevados de controle de *E. indica*, reduzindo a competição inicial com a cultura da soja.

Palavras-chave: Capim-pé-de-galinha; *Glycine max*; Herbicidas pré-emergentes; Planta daninha.

CHAPTER 1 - CHEMICAL CONTROL OF *Eleusine indica* IN PRE-EMERGENCE IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT

The goosegrass (*Eleusine indica* L. Gaertn) is one of the main weeds in the world and highly competitive, which is adapted to the conditions of the Brazilian cerrado. In addition, herbicide resistance is a common problem in several countries, including Brazil. The objective of this work was to evaluate the efficacy of residual herbicides in the control of goosegrass applied in pre-emergence soybean cultivation, in soils with different textural classes. For this, two experiments were conducted under field conditions, using a randomized block design, with four replications, containing the herbicides trifluralin (1200 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), diclosulam (29,4 g i.a ha⁻¹), imazethapyr + flumioxazin (100 + 50 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone (150 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (140 + 280 g i.a ha⁻¹), clomazone (800 g i.a ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹), besides two control (weeding and without weeding). Herbicide efficacy was evaluated by visual evaluation of control at 14, 21, 28 and 35 days after application. In addition, the agronomic and production components of the crop were quantified. The herbicide s-metolachlor provided the highest levels of goosegrass control, reducing the initial competition with soy.

Key words: Goosegrass; *Glycine max*; Pre-emergent herbicides; Weed.

3.1 INTRODUÇÃO

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) é planta autógama de ciclo anual, apresenta metabolismo fotossintético tipo C4, pouco exigente em fertilidade do solo e altamente competitiva. Possui produção média de 40 mil sementes por planta, porém tem capacidade de produzir mais de 120 mil sementes por planta. Essas sementes possuem dormência, permanecendo viáveis no solo por longos períodos. Considerada uma das plantas daninhas mais importantes do mundo, encontra-se amplamente distribuída nas principais regiões produtoras de soja do Brasil (GARWOOD, 1989; WALCK et al., 2005; KISSMANN, 2007; CHAUHAN; JOHNSON, 2008; TAKANO et al., 2016).

O uso intensivo e inadequado de herbicidas possibilitou a seleção de biótipos de *E. indica* resistentes a oito mecanismos de ação distintos (HEAP, 2019; MA, 2019), como aos herbicidas glyphosate (LEE; NGIM, 2000; KAUNDUN et al., 2008; MUELLER et al., 2011; CHEN et al., 2015; JALALUDIN, et al., 2015), glufosinato e paraquat (SENG et al., 2010) e inibidores da enzima acetil-CoA carboxilase (ACCCase) (MCCULLOUGH et al., 2016). No Brasil existem biótipos resistentes aos inibidores da ACCCase (VIDAL et al., 2006), da EPSPS (TAKANO, 2017) e genótipos com resistência múltipla para esses dois mecanismos de ação (HEAP, 2019).

Os fatores que mais contribuem para a seleção de biótipos resistentes são a frequência de uso, a eficácia e a persistência do herbicida no ambiente, a facilidade com que uma planta pode se adaptar geneticamente à seleção de herbicidas, o padrão de emergência da planta daninha e a eficácia dos métodos de controle alternativos aos métodos químicos (ROMAN et al., 2007; VENCILL et al., 2012; ULGUIM et al., 2013; HANSON et al., 2014).

Dada a rápida evolução e disseminação de plantas daninhas resistentes a herbicidas e suas consequências negativas, há uma necessidade de minimizar a dependência de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação (VENCILL et al., 2012; HARKER; O'DONOVAN, 2013). Até 2050, projeta-se o lançamento de quatro novos mecanismos de ação a nível mundial, todavia, espera-se um aumento de 60% no número de novos casos de resistência (WESTWOOD et al., 2019). Assim, existe uma busca contínua por novos métodos de manejo que retardam a evolução da resistência e melhoram o controle de plantas daninhas (LAGATOR, et al., 2013; GAGE et al., 2019; WESTWOOD et al., 2019).

Existe uma tendência relacionada ao aumento do uso de herbicidas pré-emergentes com

atividade residual no solo devido à perda de eficácia dos herbicidas pós-emergentes por causa da evolução da resistência, além disso, a resistência à pré-emergentes tem progredido mais lentamente (SOMERVILLE, et al., 2017; BECKIE et al., 2019).

O uso de herbicidas residuais irá reduzir e/ou atrasar o fluxo de emergência de plantas daninhas, reduzindo a competição inicial, mantendo as plantas em um estágio de desenvolvimento que favoreça o controle de pós-emergência (OLIVEIRA NETO et. al., 2013; NUNES, et al., 2018). Esses herbicidas tem a capacidade de reduzir o banco de sementes do solo, que é a base ecológica para plantas daninhas resistentes perpetuarem em uma área. Quanto menor for o período de dormência das sementes, mais rápido será o desenvolvimento de biótipos resistentes na população (CHRISTOFFOLETI, et al., 2016).

Os herbicidas pré-emergentes irão reduzir a pressão de seleção para biótipos resistentes devido a rotação de mecanismos de ação, apresentam controle eficiente sobre plantas daninhas difíceis de controlar somente com herbicidas pós-emergentes, além de proporcionar maior flexibilidade na escolha dos herbicidas a serem utilizados em pós-emergência e menor dependência desses produtos (WALSH; POWLES, 2007; NORSWORTHY et al., 2012; LÓPES-OVEJERO, et al., 2013).

Atualmente, o capim-pé-de-galinha é uma das plantas daninhas consideradas mais difíceis de se controlar com herbicidas pós-emergentes, principalmente em estágio avançado de desenvolvimento (ULGUIM et. al., 2013). Ainda assim, inibidores da ACCase (Cletodim e Haloxifope), glyphosate, glufosinato e paraquat, são amplamente utilizados em seu controle (CHEN, et al., 2017)

Devido ao seu crescimento rápido, com emissão de perfilhos aos 9 dias após emergência (DAE) e elevado acúmulo de massa seca a partir de 38 DAE, o intervalo entre a emergência da planta daninha e o momento ideal para aplicação de herbicidas com ação pós-emergente é reduzido, o que resulta em controle inadequado (TAKANO et al. 2016).

Práticas que reduzem o banco de sementes no solo, possibilitando reduzir a densidade de plantas daninhas nos anos seguintes, devem ser consideradas um dos pontos-chave para o manejo eficiente de *E. indica*, visto que essa espécie está dispersa em aproximadamente 41% das áreas produtoras de soja no Brasil, isso representa mais 13,5 milhões de hectares, ficando atrás apenas do gênero *Conyza* (CHAUHAN, et al., 2017; LUCIO, et al., 2018).

Os herbicidas pré-emergentes apresentam comportamento distintos conforme as condições edafoclimáticas, propriedades físico-químicas da molécula ou pela interação desses

fatores, que pode interferir na eficácia de controle da planta daninha, na seletividade para a cultura e permanência de resíduos indesejáveis no ambiente (CHRISTOFFOLETI, et al.; 2008; ANDRADE, et al., 2010; FREITAS et al., 2014; NORDMEYER, 2015).

O uso de herbicidas residuais na cultura da soja é uma estratégia importante no manejo de resistência de *E. indica*, por se tratar de mecanismos de ação diferentes aos que serão utilizados para controlar plantas emergidas. Além disso, são produtos que diminuem o banco de sementes e a competição inicial dessa espécie com a cultura. No entanto, o uso indiscriminado desses herbicidas deve ser evitado para não haver desenvolvimento de resistência múltipla, pois iria reduzir as opções de rotações de ingredientes ativos e elevaria os custos de produção da cultura (DUARY, 2008; VARANASI et al., 2015).

Diante da importância de *E. indica* para as regiões produtoras de soja e o aumento dos números de casos de resistência aos herbicidas inibidores da ACCase e glyphosate, a identificação de herbicidas residuais que apresentem eficácia no controle dessa espécie é necessário. Isso aumentará as alternativas para rotacionar mecanismos de ação, além de reduzir o banco de sementes e, conseqüentemente, minimizar a interferência dessas plantas daninhas durante o ciclo da cultura e para as safras seguintes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de herbicidas residuais no controle de capim-pé-de-galinha aplicados na pré-emergência cultura da soja, em solos com diferentes teores de argila, bem como, avaliar os parâmetros agrônômicos da soja sob efeito desses herbicidas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização das áreas

Foram realizados dois experimentos sob condições de campo, sendo instalados em diferentes áreas produtoras de soja do município de Correntina, Bahia, no período de novembro de 2018 a abril de 2019, em Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (EMBRAPA, 2013).

O primeiro experimento foi conduzido na Fazenda Brasholanda (Local 1), cujas coordenadas geográficas são 13° 46' 57.03" de latitude Sul e 46° 01' 44.83" de longitude Oeste, com altitude média de 910 metros. Já o segundo experimento foi conduzido na Fazenda Boi Branco (Local 2), localizada nas coordenadas geográficas 13° 46' 42.07" de latitude Sul e 46°01'53,19" de longitude Oeste, com altitude média de 860 metros. A distância em linha reta

entre os dois locais corresponde a 23 km.

As áreas experimentais selecionadas apresentavam-se com distribuição homogênea das plantas de *Eleusine indica* e histórico de alta infestação, que devido sua alta produção de sementes e viabilidade, são evidências que o banco de sementes no solo encontrava-se elevado. A presença de outras espécies nas áreas selecionadas ocorria naturalmente em densidade e frequência muito pequena, principalmente devido a competição imposta pela presença de *E. indica*, mesmo assim, entre os meses de abril e outubro de 2019, a área foi mantida em pousio, sendo realizada duas aplicações do herbicida 2,4-D (670 g e.a ha⁻¹) com o intuito de controlar e evitar a produção de sementes de plantas daninhas de folhas largas dentro e nas proximidades do experimento, visto que o 2,4-D é utilizado exclusivamente para controle de plantas daninhas dicotiledôneas.

De acordo com Köppen, a classificação climática da região é Cwa, pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso. As precipitações pluviiais e as temperaturas médias, obtidas durante a condução do experimento, são apresentadas na Figura 1.

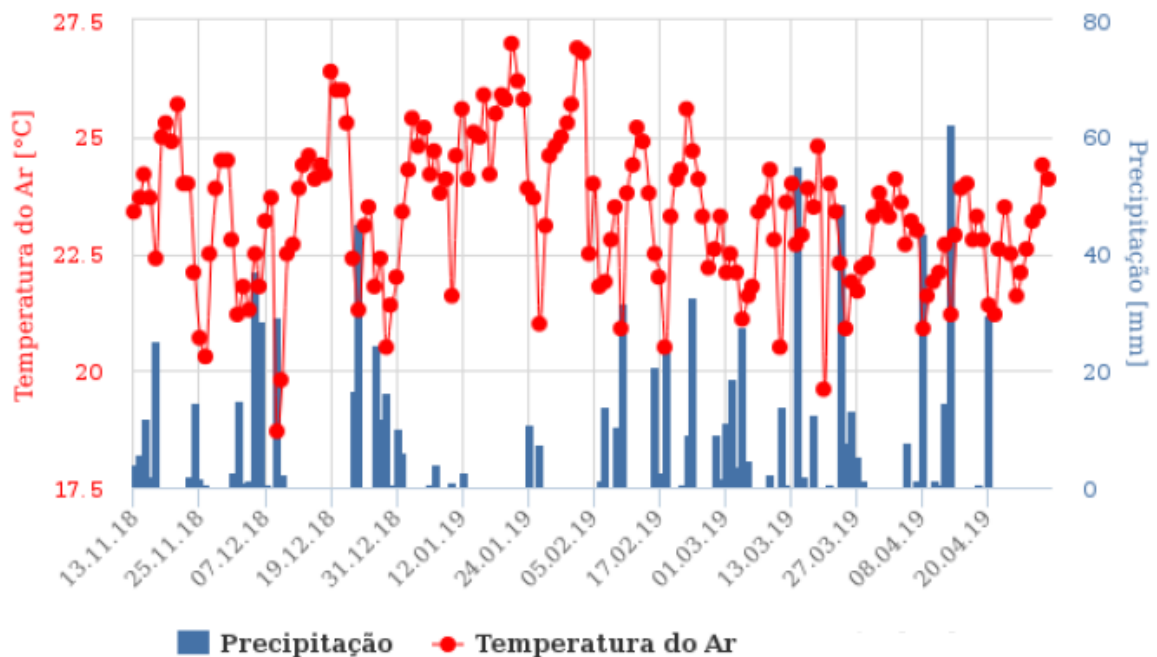


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura média (°C) ocorridas durante a condução dos experimentos. Fonte: Estação Experimental da Adama, Fazenda Brasholanda, Correntina, BA.

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m para caracterização físico-química dos dois locais, Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo de cada área experimental (0-20 cm). Correntina, BA, 2018/2019.

Local	Análise granulométrica (%)			pH	M.O	CTC ef	V
	Argila	Silte	Areia	CaCl ₂	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%
1 Faz. Brasholanda	21,60	5,40	73,00	6.32	20.60	52.57	84.02
2 Faz. Boi Branco	12,50	3,10	84,40	5.54	14.04	33.66	60.47

Anterior à instalação dos experimentos, foram realizadas duas dessecações, a primeira aos 18 dias antes da semeadura (DAS) com glyphosate (1440 g ha⁻¹) + clethodim (192 g ha⁻¹) e a segunda um dia antes da semeadura com paraquat (240 g ha⁻¹), além disso, aos 30 dias após a emergência da soja (DAE) pulverizou-se glyphosate (2160 g ha⁻¹) nos dois experimentos. O manejo fitossanitário com inseticidas e fungicidas foram realizados segundo as recomendações técnicas para a cultura da soja na região.

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente em sistema de plantio convencional, utilizando a variedade Monsoy 8349 IPRO nos dois experimentos, amplamente cultivada na região, com ciclo fenológico de aproximadamente 125 dias e população média de 180 mil plantas ha⁻¹. As sementes foram previamente tratadas com tiametoxam 350 FS (0,3 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹), piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (0,5 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹), carbendazim + tiram (0,15 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* estirpes SEMIA 5079 e 5080 (0,1 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹). Utilizou-se espaçamento entre linhas de 0,6 m e densidade de semeadura de 12,5 plantas m⁻¹. No Local 1, a semeadura foi realizada em 13/11/18 e emergência de plântulas ocorreu em 19/11/2018, enquanto que no Local 2, o plantio foi em 16/11/2018 e a emergência em 23/11/2018.

A adubação de base consistiu-se de 200 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo (38% de P₂O₅, 8,2% de Ca e 16% de S) no sulco de plantio e adubação de cobertura realizada aos 25 dias após a emergência da cultura com 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

3.2.2 Descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições e dez tratamentos, sendo constituídos por oito herbicidas e duas testemunhas, uma

capinada e uma sem capina, conforme descrito na Tabela 2. Cada unidade experimental foi composta por 6 m de largura (10 linhas de soja) e 6 m de comprimento, totalizando 36 m² de área total, por parcela. No entanto, para as avaliações de controle de *Eleusine indica* e dos componentes agrônômicos da soja, considerou-se área útil de 19,2 m².

Tabela 2. Herbicidas e doses empregadas na pulverização para o controle capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em pré-emergência da soja. Correntina, BA, 2018/2019.

Nº	Tratamentos*	Formulação**	Concentração (g de i.a L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose (g e.a ou i.a. ha ⁻¹)
1	Testemunha sem capina	-	-	-
2	Testemunha capinada	-	-	-
3	Trifluralin	EC	600	1200
4	S-metolachlor	EC	960	960
5	Diclosulam	WG	840	29,4
6	Imazethapyr + Flumioxazin	SC	200 + 100	100 + 50
7	Sulfentrazone	SC	500	150
8	Sulfentrazone + Diuron	SC	175 + 300	140 + 280
9	Clomazone	EC	800	800
10	Chlorimuron-ethyl	WG	250	20

* Para todos os herbicidas, acrescentou-se o adjuvante recomendado pelo fabricante. ** EC: concentrado emulsionável; WG: granulado dispersível; SC: suspensão concentrada

3.2.3 Metodologia de aplicação

Os tratamentos químicos foram pulverizados utilizando-se um pulverizador costal, pressurizado a CO₂, na pressão de trabalho de 2,2 kg cm⁻² e volume de calda de 150 L ha⁻¹. A barra de pulverização era constituída de seis pontas do tipo leque XR 110.02 e espaçadas 0,5 m entre si. A pulverização dos herbicidas foi realizada em pré-emergência da soja e das plantas de *Eleusine indica*, na modalidade “Plante-Aplique”. No momento da aplicação dos tratamentos, o solo encontrava-se levemente úmido e nos primeiros sete dias houve precipitação pluviométrica acumulada de 45 mm. As condições climáticas no momento das aplicações podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Condições climáticas registradas durante as aplicações dos tratamentos efetuadas no dia da semeadura da soja. Correntina, BA, 2018/2019.

Local	Temperatura	Umidade relativa do ar	Velocidade do Vento
	°C	%	Km h ⁻¹
1 Faz. Brasholanda	26,6	82,4	3,4
2 Faz. Boi Branco	27,1	78,8	3,1

3.2.4 Variáveis Resposta

As avaliações visuais do controle de *Eleusine indica* pelos herbicidas foram realizadas aos 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), com uso de escala de notas de 0 (zero) a 100%, em que 0% representava ausência de controle e, 100%, a morte de todas as plantas, conforme a escala da Asociacion Latino Americana de Maleza - ALAM (1974).

Na cultura da soja foram avaliadas as seguintes características:

a) Estande: média do número de plantas em duas amostragens de dois metros nas 3 linhas centrais da área útil das parcelas, aos 20 DAE, convertido para número de plantas por metro.

b) Altura de plantas (AP): medida, em centímetros (cm), a partir da superfície do solo até o último nó na haste principal da planta, no estágio R1 (início do florescimento);

c) Massa seca da parte aérea (MS): coletou-se dez plantas em duas linhas, que foram cortadas rente ao solo, depositadas em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas e em seguida, foram pesadas.

d) Número de vagens por planta (NVP): contagem do número de vagens em dez plantas coletadas em duas linhas de cada parcela;

e) Número de grãos por planta (NGP): foi obtido pela razão entre o número total de grãos e o número total de plantas;

f) Peso de mil grãos (PMG): obtido pela pesagem de 8 subamostras de 100 grãos, em gramas;

g) Produtividade (PG); colheita de doze metros quadrados dentro da área útil de cada parcela, convertendo-se posteriormente em kg ha⁻¹ e a umidade ajustada para 13%.

3.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade multivariada e de Bartlett para a homogeneidade entre as variâncias. Atendidas as pressuposições da estatística paramétrica, aplicou-se a análise de variância multivariada conjunta (MANOVA), seguida de análise discriminante canônica. As diferenças entre os tratamentos foram apresentadas em um gráfico Biplot construído com as duas primeiras variáveis canônicas (Can 1 e Can 2), com elipses de 95% de confiança para as médias dos tratamentos.

As variáveis respostas apresentam diferentes unidades e magnitude, desta forma realizou-se a padronização dos dados a fim de retirar o efeito da escala das variáveis e garantir que todas elas possuam o mesmo peso na análise. Assim, todas variáveis foram tratadas com mesmo nível de importância nas análises, evitando descartar outras com menor relevância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 3.6.1 (R Core Team, 2019).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da eficácia dos herbicidas residuais no controle de *E. indica* e os componentes agronômicos da cultura da soja foram representados numericamente por tabelas e através de gráficos Biplot, onde os vetores representam as variáveis resposta e os pontos, os herbicidas em estudo, com elipses de confiança de 95%. Resultados a partir de diferentes metodologias são importantes, pois facilitam a análise e interpretação de um conjunto de dados. Desta forma, as tabelas não estão sendo usadas para fazer comparações estatísticas, mas sim para caracterizar as comparações que foram realizadas na análise multivariada. A análise de variância multivariada conjunta, as variáveis canônicas e os coeficientes canônicos encontram-se nas Tabelas 11, 12, 13 e 14 (Apêndice I).

A partir da análise de variáveis canônicas, procurou determinar se os herbicidas são estatisticamente diferentes entre si com base nas variáveis medidas. Métodos multivariados na área da ciência de plantas daninhas são ferramentas poderosas para elucidar e resumir as tendências em conjuntos de dados com muitas variáveis, visto que os dados consideram todas as variáveis simultaneamente e não como um conjunto de variáveis independentes, ou seja,

análise univariada (KENKEL et al., 2002).

Embora representado graficamente, as Figuras 2A e 2B refletem os resultados descritos nas Tabelas 4 e 5, as quais referem-se à eficácia dos herbicidas residuais no controle *E. indica* e componentes agronômicos da cultura da soja, respectivamente. Enquanto que a Figura 2C mostra o efeito dos herbicidas pré-emergentes em todas as variáveis analisadas.

A análise discriminante da Figura 2C demonstra que a Can 1 é responsável por separar os herbicidas em relação à eficácia de controle, enquanto que Can 2 diferenciou a área de textura média (Local 1) da arenosa (Local 2). Onde os tratamentos que foram mais eficazes no controle de capim-pé-de-galinha e que promoveram valores mais elevados dos componentes agronômicos da cultura encontram-se na parte esquerda e superior do Biplot. Portanto, é possível afirmar que s-metolachlor (T4) foi o herbicida com melhor resposta para as variáveis estudadas, diferindo estatisticamente dos outros herbicidas.

O s-metolachlor pertence ao grupo químico das cloroacetamidas, as quais inibem o crescimento de plantas suscetíveis por meio da inibição da biossíntese de ácidos graxos de cadeia longa (VLCFA). É amplamente utilizado no controle de gramíneas e de algumas folhas largas em várias culturas, como soja, milho e algodão (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018; TANETANI et al. 2011).

Percebe-se que o Local 2 interferiu negativamente nas características agronômicas da cultura, proporcionando valores inferiores em comparação ao Local 1. Segundo Freitas et al. (2014), solos com maiores teores de argila, geralmente são mais férteis, principalmente devido a maior presença de matéria orgânica, em virtude disso, o Local 1 apresentou maiores valores de altura, matéria seca, vagens, PMS e produtividade.

Os resultados das avaliações visuais de controle de *Eleusine indica* aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação dos herbicidas estão descritos numericamente na Tabela 4 e graficamente através da análise multivariada na Figura 2A. Observou-se que o herbicida s-metolachlor (T4) promoveu as maiores médias de controle de *E. indica* em ambos os locais, apresentando níveis próximo a 90% de controle aos 35 DAA, em contrapartida, chlorimuron obteve as menores médias, com 53,6% no Local 1 e 65,4% no Local 2. O intervalo entre a emergência e o fechamento da entrelinha da cultura corresponde ao período que as plantas daninhas exercem maior interferência na soja (SILVA, et al., 2009). Assim, tratamentos com menor infestação de plantas daninhas aos 35 DAA, contribuem para que a cultura possa expressar o seu potencial produtivo.

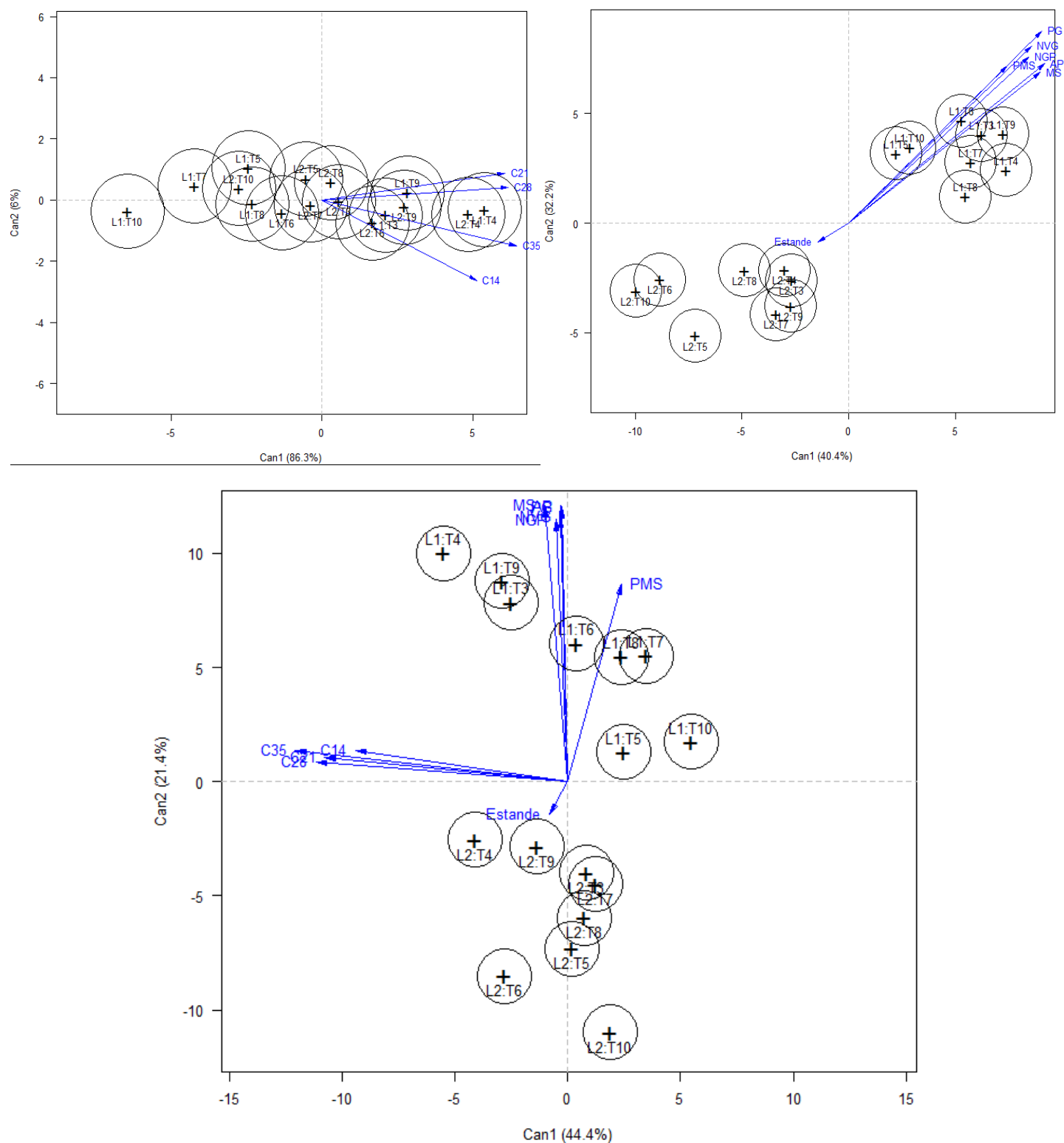


Figura 2. Biplot de escores médios de eficácia de controle (A), componentes agrônômicos (B) e efeito de todas as variáveis estudadas (C) após a aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em dois locais, com elipses de 95% de confiança. Em cada elipse, a identificação dos locais (L1 e L2) e tratamentos: T3 - trifluralin, T4 - s-metolachlor, T5 – diclosulam, T6 - imazethapyr + flumioxazin, T7 - sulfentrazone, T8 - sulfentrazone + diuron, T9 - clomazone e T10 - chlorimuron.

O herbicida s-metolachlor (T4) apresentou eficácia média de 93,1% no controle de *E. indica* (93,7 % no Local 1 e 92,6% no Local 2) e efeito residual satisfatório até 35 DAA (Tabela 4), diferindo significativamente de todos os herbicidas no Local 1, já no Local 2, foi estatisticamente igual ao clomazone (T9) (Figura 2A), que alcançou controle médio de 88% (88,3 % no Local 1 e 87,7% no Local 2), sendo os únicos herbicidas com controle acima de 80% em todas as avaliações em ambos os locais. Verificou-se ainda, aos 28 DAA, em parcelas que receberam esse tratamento, uma maior taxa de emergência de *E. indica*, em comparação as parcelas que receberam o herbicida s-metolachlor.

O clomazone é altamente solúvel (1212 mg l⁻¹), tendo maior tendência à lixiviação, principalmente em solos arenosos com pouca matéria orgânica e quando ocorre alta precipitação pluviométrica. A lixiviação excessiva resulta, muitas, vezes em controle inadequado das plantas daninhas (JHALA, 2017; LANGARO, et al., 2019). Entretanto, devido a aplicação do herbicida glyphosate aos 35 DAS, esses novos fluxos de plantas emergidas, estavam pouco desenvolvidas, sendo controladas de maneira eficiente, inibindo sua competição com a cultura.

A trifluralin (T3) apresentou controle similar ao clomazone (T9), com média de 85,5% no Local 1 e 82,4% no Local 2, porém, estatisticamente diferente do s-metolachlor (T4). A trifluralin apresenta elevado KOW (Coeficiente de partição octanol/água), sendo mais solúveis em solventes orgânicos. Portanto, agem melhor quando a umidade do solo é elevada, devido ser solubilizado e distribuído nas camadas do solo (FERNANDES, et al., 2012; ROMAN, et al., 2005).

Takano et al. (2017) e Rosa (2016) constataram que os herbicidas s-metolachlor, clomazone e trifluralin proporcionaram níveis de controle acima de 90% em populações *E. indica* resistentes ao Glyphosate. Esses herbicidas são caracterizados por ação predominantemente graminicidas, com efeito sobre algumas dicotiledôneas, (SPADER, VIDAL, 2000; FERNANDES et al., 2011; CARVALHO, 2013; COSTA et al.; 2015; RODRIGUES; ALMEIDA, 2018).

Os herbicidas diclosulam (T5), imazethapyr + flumioxazin (T6), sulfentrazone (T7), sulfentrazone + diuron (T8) e chlorimuron (T10) apresentaram médias de controle no Local 2 ligeiramente superiores ao Local 1, com diferenças significativas para os herbicidas imazethapyr + flumioxazin (T6), sulfentrazone (T7) e chlorimuron (T10), além disso, os tratamentos com diclosulam (T5), imazethapyr + flumioxazin (T6) e chlorimuron (T10)

causaram fitotoxicidade as plantas de soja, sendo observados redução da altura das plantas, clorose e necrose nas folhas.

As características do solo, como pH, matéria orgânica e textura, associados às propriedades físico-químicas das moléculas, influenciam o comportamento do herbicida no solo e, conseqüentemente, a seletividade e a persistência no controle de plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI, et al.; 2008; SUSHHA et al., 2018). O Local 2 é caracterizado por solo de textura arenosa (12,5 % de argila) com baixo teor de matéria orgânica (14,04 g dm⁻³), que reduz a sorção das moléculas dos herbicidas e, conseqüentemente, aumenta a disponibilidade na solução do solo, podendo acarretar fitotoxicidade as culturas (CHRISTOFFOLETI, et al.; 2008; MELO et al., 2010; FREITAS et al., 2014; PACHECO 2017).

Alguns estudos relataram que a matéria orgânica tem um papel fundamental no controle de plantas daninhas, onde o alto teor de matéria orgânica do solo levaria a redução de eficácia de herbicidas pré-emergentes (BRIGHENTI; VAROTTO, 2019; METCALFE et al., 2017; NORDMEYER, 2015; JAREMTCHUK et al., 2009). Apesar do teor de argila e matéria orgânica exercerem influência sobre o comportamento dos herbicidas residuais no ambiente, não é possível afirmar que os teores de argila e matéria orgânica influenciaram na eficácia dos herbicidas no presente estudo.

No Local 2, imazethapyr + flumioxazin (T6) foi efetivo em todas as avaliações com valores superiores à 80%, já diclosulam (T5), sulfentrazone (T7), sulfentrazone + diuron (T8) até 21 DAA, enquanto que no Local 1, somente imazethapyr + flumioxazin (T6) aos 14 DAA obteve controle satisfatório. Dentre os pré-emergentes testados, o chlorimuron (T10) foi o herbicida que demonstrou menor eficácia de controle, com controle médio inferior a 60% aos 35 DAA (Tabela 4). Esse herbicida é recomendado para o controle de plantas daninhas de folhas largas, mas, é comumente usado pelos produtores de soja no controle de algumas gramíneas. Resultados semelhantes foram observados por Takano et al. (2017) para os herbicidas diclosulam, imazethapyr + flumioxazin e chlorimuron.

A baixa eficácia dos tratamentos com sulfentrazone pode ser explicada pela dose utilizada no Oeste da Bahia ser menor do que em outras regiões brasileiras produtoras de soja. Isso é, devido ao solo da região possuir baixos teores de argila e de matéria orgânica.

Tabela 4. Controle de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) após aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em dois locais. Correntina-BA, 2019.

Local 1					
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Eficácia de Controle (%)			
		14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
1-Testemunha sem capina	-	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Testemunha capinada	-	100,0	100,0	100,0	100,0
3-Trifluralin	1200	91,4	88,4	81,4	80,6
4-S-metolachlor	960	94,1	95,0	94,0	91,7
5-Diclosulam	29,4	70,6	75,4	72,6	66,8
6-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	82,8	76,5	73,4	69,6
7-Sulfentrazone	150	73,5	70,9	65,9	60,1
8-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	79,4	75,0	69,7	66,6
9-Clomazone	800	92,6	91,1	88,0	81,4
10-Chlorimuron	20	71,5	61,3	58,8	53,6
Local 2					
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Eficácia de Controle (%)			
		14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
1-Testemunha sem capina	-	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Testemunha capinada	-	100,0	100,0	100,0	100,0
3-Trifluralin	1200	90,2	84,0	81,5	73,9
4-S-metolachlor	960	94,8	93,4	92,7	89,5
5-Diclosulam	29,4	80,0	82,3	77,1	71,9
6-Imazetaphir+Flumioxazin	100 + 50	88,1	83,5	81,9	80,0
7-Sulfentrazone	150	83,8	80,0	77,3	72,6
8-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	86,3	85,9	79,6	73,3
9-Clomazone	800	93,8	90,0	86,3	81,5
10-Chlorimuron	20	75,1	74,1	70,5	65,4

Analisando os dados dos componentes agrônômicos da cultura da soja, observou-se que o rendimento de grãos está diretamente relacionado as variáveis número de vagens, grãos por planta e peso de grãos. Entre todas as variáveis, o número de vagens e de grãos foram os mais prejudicados pela interferência de *E. indica*, em contrapartida, o estande de plantas não sofreu interferência pela competição das plantas daninhas, portanto, não influenciou nos componentes de produção (Figura 2B).

Existem poucos estudos sobre os efeitos da ocorrência de *E. indica* na cultura da soja. Entretanto, efeitos competitivos em algodão evidenciam redução de cerca de 25% na produtividade em densidade de 4 plantas m⁻² (MA et al., 2015). Na cultura do milho, a matéria seca e a altura das plantas foram reduzidas quando a densidade da *E. indica* foi maior que a cultura (WANDSCHEER et al., 2013).

Além disso, nota-se que houve interação significativa ($p < 0,05$) entre as variáveis estudadas e os locais, no qual, com exceção do estande plantas, no Local 1 os valores dos

parâmetros agronômicos foram superiores, devido principalmente a fertilidade do solo (Figura 2B).

Os herbicidas diclosulam (T5) e chlorimuron (T10) interferiram de forma negativa na altura das plantas de soja em ambos locais e o imazethapyr + flumioxazin (T6) apenas no Local 2. Consequentemente, a matéria seca foi menor para esses tratamentos, porém, superior a testemunha sem capina, mostrando que a competição de *E. indica* interferiu na taxa fotossintética ou em outros fatores competitivos, que também podem influenciar na produção de matéria seca (Tabela 5). Segundo Silva et al. (2014) na competição entre plantas, as variáveis fotossintéticas estão relacionadas às respostas morfológicas, podendo reduzir em até 40% a massa seca total das plantas de soja, quando a coexistência das plantas daninhas com a cultura foi de 35 dias.

No Local 2 a fitotoxicidade causada pelo chlorimuron (T10), imazethapyr + flumioxazin (T6) e diclosulam (T5) interferiu nos componentes de produção da soja, sendo que estes foram os tratamentos químicos que proporcionaram as menores produtividades da cultura, respectivamente. Já no Local 1, esses herbicidas não afetaram negativamente o número de vagens, grãos e peso de grãos, mostrando que as diferenças na produtividade foram reflexo dos níveis de controle de *E. indica*.

Em ambos os locais, os tratamentos com s-metolachlor (T4), clomazone (T9) e trifluralin (T3) proporcionaram as maiores médias de produtividade, respectivamente, comprovando que a eficácia na redução da infestação de plantas daninhas proporciona uma condição favorável a maior produtividade da cultura (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

Verificou-se que as elipses do diclosulam (T5), imazethapyr + flumioxazin (T6) e chlorimuron (T10) ficaram mais distantes dos demais herbicidas no Local 2, corroborando com os resultados descritos acima, enquanto que no Local 1 ficaram mais próximas, mas ainda assim, diclosulam (T5) e chlorimuron (T10) diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais herbicidas.

Em comum, esses tratamentos apresentam herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), que tem como principal função catalisar a primeira reação na produção dos aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) necessários para o crescimento das plantas (VARGAS et al., 2016; WALTER, 2014). A inibição da ALS resulta na deficiência de aminoácidos e desencadeia uma diminuição na biossíntese de proteínas, o que resulta em taxa reduzida de divisão celular (JABLONKAI, 2015).

A seletividade da soja aos herbicidas inibidores da ALS é baseada na capacidade da cultura de metabolizar rapidamente esses produtos antes que causem danos à planta (TAN, 2005). No entanto, em condições de baixa umidade no solo e alta temperatura e/ou umidade relativa do ar, a metabolização ocorre com menor rapidez, que aliado a menor sorção desses herbicidas devido aos baixos teores de argila e matéria orgânica no solo, manteve o produto por maior tempo na planta, o que resultou em fitotoxicidade à cultura (OLIVEIRA JR et al., 2011; ROMAN et al., 2007).

Tabela 5. Componentes agronômicos da cultura da soja em função da aplicação de herbicidas pré-emergentes no controle de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) em dois locais. Correntina-BA, 2019.

Local 1								
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Componentes Agronômicos						
		Estande (plantas m ⁻¹)	Altura (cm)	MS (g planta ⁻¹)	Vagens (planta ⁻¹)	Grãos (planta ⁻¹)	PMG (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
1-Testemunha sem capina	-	10,5	56,9	11,2	68,4	151,4	137,8	3928,3
2-Testemunha capinada	-	10,1	59,0	14,9	78,7	186,4	149,0	4833,1
3-Trifluralin	1200	10,6	58,5	14,2	71,6	165,4	146,6	4631,3
4-S-metolachlor	960	10,6	59,2	15,0	78,4	184,5	147,3	4713,5
5-Diclosulam	29,4	10,5	50,1	12,1	69,1	165,3	152,5	4465,6
6-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	10,2	57,4	13,8	74,9	170,4	144,5	4532,7
7-Sulfentrazone	150	11,2	58,8	14,0	72,9	168,3	148,0	4402,5
8-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	10,4	57,4	14,2	70,2	165,7	146,1	4315,2
9-Clomazone	800	10,7	59,2	14,5	75,1	174,3	150,9	4726,9
10-Chlorimuron	20	10,4	53,2	13,1	70,1	160,7	144,5	4227,5

Local 2								
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Componentes Agronômicos						
		Estande (plantas m ⁻¹)	Altura (cm)	MS (g planta ⁻¹)	Vagens (planta ⁻¹)	Grãos (planta ⁻¹)	PMG (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
1-Testemunha sem capina	-	10,6	44,9	8,1	44,5	104,9	125,7	2539,3
2-Testemunha capinada	-	10,7	47,6	11,0	53,4	130,8	139,1	3248,1
3-Trifluralin	1200	10,3	47,8	10,9	51,2	123,2	139,5	3092,3
4-S-metolachlor	960	10,6	48,1	10,7	53,4	128,3	134,5	3274,2
5-Diclosulam	29,4	11,1	40,8	10,1	50,6	126,4	124,3	2980,1
6-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	11,5	38,5	9,6	49,8	117,3	123,5	2878,2
7-Sulfentrazone	150	11,0	48,6	10,7	49,3	121,1	133,5	3047,4
8-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	9,6	45,9	9,7	48,6	116,9	132,7	3009,7
9-Clomazone	800	9,9	47,6	11,0	53,9	132,7	135,2	3166,6
10-Chlorimuron	20	11,0	39,3	8,0	49,8	119,1	123,8	2750,7

3.4 CONCLUSÕES

Os herbicidas s-metolachlor, clomazone e trifluralin foram mais eficazes no controle de *Eleusine indica* reduzindo a competição inicial com a cultura da soja e proporcionando maiores

produtividades.

As características do solo interferiram no comportamento dos herbicidas, principalmente para diclosulam, imazethapyr + flumioxazin e chlorimuron, os quais apresentaram fitotoxicidade a cultura da soja em solo com menor teor de argila e matéria orgânica. No entanto, a competição entre *E. indica* com a cultura teve maior influência nos componentes de produção que a fitotoxicidade.

3.5 REFERÊNCIAS

BECKIE, H. J.; ASHWORTH, M. B.; FLOWER, K. C. Herbicide Resistance Management: Recent Developments and Trends. **Plants**, v. 8, p. 2-13, 2019.

BRIGHENTI, A. M.; VAROTTO, Y. V. G. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) control in sunflower with residual herbicides. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 293-300, 2019.

CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1. ed. Lages, SC: Ed. do autor, 2013. 62p.

CHAUHAN, B. S.; JOHNSON, D. E. Germination Ecology of Goosegrass (*Eleusine indica*): An Important Grass Weed of Rainfed Rice. **Weed Science**, v. 56, p. 699-706. 2008.

CHAUHAN, B. S.; MATLOOB, A.; MAHAJAN, G.; ASLAM, F.; FLORENTINE, S. K.; JHA, P. Emerging challenges and opportunities for education and research in weed science. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 1537, 2017.

CHEN, J. C.; HUANG, H. J.; WEI, S. H.; ZHANG, C. X.; HUANG, Z. F. Characterization of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) populations in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, p. 919-925, 2015.

CHEN, J.; HUANG, Z.; HUANG, H.; WEI, S.; LIU, Y.; JIANG, C.; ZHANG, J.; ZHANG, C. Selection of relatively exact reference genes for gene expression studies in goosegrass (*Eleusine indica*) under herbicide stress. **Scientific Report**, 7, 46494. 2017.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; DAMIN, V.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2008. 85 p.

COSTA, A. G.F.; SOFIATTI, V.; MACIEL, C. D. G.; LIRA, A. J. S.; CORDEIRO, J. R.; SILVA, R. L. M. Weed management with herbicides applied in pre and post emergence on castor crop. **Planta Daninha**, Viosa. 2015; 33(3):551-559.

FERNANDES, C. C. T.; PIZANO, A. M.; MORALES, A. A. M. Characterization, modes of action and effects of trifluralin. **A Review. Agricultural and Biological Sciences**. Herbicides - Current Research and Case Studies in Use. P. 489-515. 2012.

FREITAS, M. A. M.; PASSOS, A. B. R. J.; TORRES, L. G.; MORAES, H. M. F.; FAUSTINO, L. A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. A. Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 385-392, 2014.

GAGE, K. L.; KRAUSZ, R. F. WALTERS, S. A. Emerging Challenges for Weed Management in Herbicide-Resistant Crops. **Agriculture**, v. 9, p. 2-11, 2019.

HANSON, B. D.; WRIGHT, S.; SOSNOSKIE, L. M.; FISCHER, A. J.; JASIENIUK, M.; RONCORONI, J. A.; HEMBREE, K. J.; ORLOFF, S.; SHRESTHA, A.; AL-KHATIB, K. Herbicide-resistant weeds challenge some signature cropping systems. **Calif Agric**, v. 68, p. 142-152, 2014.

GARWOOD, N. C. **Tropical soil seed banks: A review**. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. Ecology of soil seed banks. 1989.

HARKER, K. N.; O'DONOVAN, J. T. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. **Weed Technology**, v. 27, p. 1-11, 2013.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

JABLONKAI, I. Herbicide Metabolism in Weeds — Selectivity and Herbicide Resistance. In: PRICE, A.; KELTON, J.; SARUNAITE, L. (Eds.). **Herbicides, Physiology of Action, and Safety**. Rijeka: InTech, 2015. p. 223–251.

JALALUDIN, A.; YU, Q.; POWLES, S. B. Multiple resistance across glufosinate, glyphosate, paraquat and ACCase-inhibiting herbicides in an *Eleusine indica* population. **Weed Research**, v. 55, p. 82–89, 2015.

JAREMTCHUK, C. C. et al. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 191-196, 2009.

JHALA, A. **Effect of excessive rainfall on efficacy of residual herbicides applied in corn and soybean**. 2017. Disponível em: <<https://cropwatch.unl.edu/2017/effect-excessive-rainfall-efficacy-residual-herbicides-applied-corn-and-soybean>>. Acesso em: 21 de agosto de 2019.

KAUNDUN, S. S. et al. Importance of the P106S target-site mutation in conferring resistance to glyphosate in a goosegrass (*Eleusine indica*) population from the Philippines. **Weed Science**, v. 56, n. 5, p. 637-646, 2008.

KENKEL, N. C.; DERKSEN, D. A.; THOMAS, A. G.; WATSON, P. R. Multivariate analysis in weed science research. **Weed Science**, 50, 281– 292. 2002.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, 2007. Tomo I. 901 p.

LAGATOR, M.; VOGWILL T.; COLEGRAVE, N.; NEVE, P. Herbicide mixtures at high doses slow the evolution of resistance in experimentally evolving populations of *Chlamydomonas reinhardtii*. **New Phytologist**, v. 198, p. 938–945, 2013.

LANGARO, A. C.; BARROS, J. P. A.; SOUZA, M. F.; SILVA, E. M. G.; SILVA, A. A. Estimation of sulfentrazone leaching in isolated application and in mixture with glyphosate. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1–9, 2019.

LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. **Pest Manag Sci**, v.56, n.1, p.36-339, 2000.

LÓPES-OVEJERO, R.F.; SOARES, D.J.; OLIVEIRA, W.S.; FONSECA, L.B.; BERGER, G.U.; SOTERES, J.K.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant Soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.947-959, 2013.

LUCIO, F. R.; KALSING, A.; ADEGAS, F. S.; ROSSI, C. V. S.; CORREIA, N. M.; GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. F. Dispersal and frequency of glyphosate-resistant and glyphosate-tolerant weeds in soybean producing edaphoclimatic microregions in Brazil. **Weed Technology**, v. 33, p. 217-231, 2019.

MA, X.; MA, Y.; WU, H.; REN, X.; JIANG, W.; MA, Y. Emergence timing affects growth and reproduction of goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Technology**, doi: 10.1017/wet.2019.61, 2019.

MA, X. Y.; WU, H. W.; JIANG, W. L.; YAN, M. A. Goosegrass (*Eleusine indica*) density effects on cotton (*Gossypium hirsutum*). *J Integrat Agric* 14:1778–1785, 2015.

MCCULLOUGH, P. E.; YU, J.; RAYMER, P.; CHEN, Z. First report of ACCase-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in the United States. **Weed Science**, v. 64, p. 399-408, 2016.

MELLO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N.; TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, G. L.; PAES, F. A. S. V.; REIS, M. R. Efeito residual de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen em três solos. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.835-842, 2010.

METCALFE, H.; MILNE, A. E.; COLEMAN, K.; MURDOCH, A. J.; STORKEY, J. Modelling the effect of spatially variable soil properties on the distribution of weeds. **Ecological Modelling**, 396:1–11, 2017.

MUELLER, T. C.; BARNETT, K. A.; BROSNAN, J. T.; STECKEL, L. E. Glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) confirmed in Tennessee. **Weed Science**, v. 59, n. 4, p. 562-566, 2011.

NORDMEYER, H. Herbicide application in precision farming based on soil organic matter. **American Journal of Experimental Agriculture** 8, 144–151, 2015.

NORSWORTHY, J. K.; WARD, S. M.; SHAW, D. R.; LLEWELLYN, R. S. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. **Weed Science**, v. 60, p. 31-62, 2012.

NUNES, A. L.; LORENSET, J.; GUBIANI, J. E.; SANTOS, F. M. A Multy-Year Study Reveals the Importance of Residual Herbicides on Weed Control in Glyphosate-Resistant Soybean.

Planta daninha, v. 36, ISSN 1806-9681, 2018.

OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 194 p.

OLIVEIRA NETO, A. M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; GUERRA, N.; BRAZ, G. B. P.; VILELA, L. M. S.; BOTELHO, L. V. P.; ÁVILA, L. A. Sistemas de dessecação em áreas de trigo no inverno e atividade residual de herbicidas na soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.14-22, 2013.

OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p.243-262.

OLIVEIRA JR, R. S. Conceitos importantes no estudo do comportamento de herbicidas no solo. **Boletim Informativo – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n. 2, p.9-13, 2001.

PACHECO, L. C. P. S. **Atividade de herbicidas pré-emergentes em solos do cerrado, na presença e ausência de resíduos orgânicos**. 2017. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Passo fundo: Gráfica Editora Berthier , 2007. 160 p.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; MATTEI, R. W. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de Herbicidas**. 7. ed. Londrina: [s.n.], 2018. 764 p.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007. 158p.

SOMERVILLE, G. J, POWLES, S. B; WALSH, M. J; RENTON, M. Why was resistance to shorter-acting pre-emergence herbicides slower to evolve? **Pest Manag Sci**, v.73, p. 844-851, 2017.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P.; PADOVESE, J. C. Growth, development and seed production of goosegrass. **Planta Daninha**, v. 34, p. 249-58. 2016.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; SILVA, V. F. V.; MENDES, R. R. Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. **Planta Daninha**, v. 35, p. 2-9, 2017.

TANETANI, Y.; FUJIOKA, T.; KAKU, K; SHIMIZU, T. Studies on the inhibition of plant very-long-chain fatty acid elongase by a novel herbicide, pyroxasulfone. *Pesticide Science*, v. 36, p. 221–228, 2011.

ULGUIM, A. R.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; MAGRO, T. D.; WESTENDORFF, N. R.; HOLZ, M. T. Manejo de capim pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p. 17-24, 2013.

VARGAS, L.; ADEGAS, F. S.; GONÇALVES NETTO, A.; BORGATO, E. A.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores de acetolactato sintase (ALS) (Grupo B). In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas ao Herbicidas, 2016.

VENCILL, W. K.; NICHOLS, R. L.; WEBSTER, T. M.; SOTERES, J. K.; MALLORY-SMITH, C.; BURGOS, N. R.; JOHNSON, W. G.; MCCLELLAND, M. R. Herbicide resistance: towards an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. **Weed Science**, Champaign, v. 60, n. esp., p. 2-30, 2012.

VIDAL, R. A.; PORTES, E. S.; LAMEGO, F. P.; TREZZI, M. M. Resistência de Eleusine indica aos inibidores de ACCase. **Planta Daninha**, v.24, p. 163-171, 2006.

Walsh, M. J.; Powles, S. B. Management strategies for herbicide-resistant weed populations in Australian dryland crop production systems. **Weed Technology**, v. 21, p. 332–338, 2007.

WESTWOOD, J. H.; CHARUDATTAN, R.; DUKE, S. O.; FENNIMORE, S. A.; MARRONE, P.; SLAUGHTER, D. C.; SWANTON, C.; ZOLLINGER, R. Weed Management in 2050: Perspectives on the Future of Weed Science. **Weed Science**, v. 66, p. 275–285, 2018.

4 CAPÍTULO 2 - SELETIVIDADE DE HERBICIDAS RESIDUAIS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA SOJA

RESUMO

O uso de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja constitui-se uma ferramenta importante no manejo de plantas daninhas, reduzindo a competição inicial com a cultura. Todavia, esses herbicidas podem causar injúrias para as plantas de soja e interferir na produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas residuais aplicados na pré-emergência da cultura da soja, em solos com classes texturais distintas. Para isso, foram conduzidos dois experimentos em condições de campo, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, contendo os herbicidas trifluralin (1200 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), diclosulam (29,4 g i.a ha⁻¹), imazethapyr + flumioxazin (100 + 50 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone (150 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (140 + 280 g i.a ha⁻¹), clomazone (800 g i.a ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹), além de uma testemunha (sem herbicida). A seletividade dos herbicidas foi determinada através de avaliações visuais de fitotoxicidade aos 07, 14, 21 e 28 dias após aplicação, bem como, os componentes agronômicos e de produção da cultura. Através dos resultados obtidos foi possível observar que a textura do solo interferiu na seletividade dos herbicidas, principalmente para os herbicidas diclosulam, imazethapyr + flumioxazin, sulfentrazone + diuron e chlorimuron-ethyl, os quais no solo de textura arenosa reduziu a produtividade da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*; Fitotoxicidade; Injúria; Herbicidas pré-emergentes.

CHAPTER 2 - SELECTIVITY OF RESIDUAL HERBICIDES APPLIED IN PRE-EMERGENCE IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT

The use of pre-emergent herbicides in soybean cultivation is an important tool in the management of weeds, reducing the initial competition with the crop. However, these herbicides can cause injury to soybean plants and interfere with productivity. The objective of this work was to evaluate the selectivity of residual herbicides applied in the pre-emergence of soybean crops, in soils with different textural class. For this, two experiments were conducted under field conditions, using a randomized block design, with four replications, containing the herbicides trifluralin (1200 g i.a ha⁻¹), s-metolachlor (960 g i.a ha⁻¹), diclosulam (29,4 g i.a ha⁻¹), imazethapyr + flumioxazin (100 + 50 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone (150 g i.a ha⁻¹), sulfentrazone + diuron (140 + 280 g i.a ha⁻¹), clomazone (800 g i.a ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (20 g i.a ha⁻¹), in addition to control (without herbicide). The selectivity of herbicides was determined through visual evaluation of phytotoxicity at 07, 14, 21 and 28 days after application, as well as the agronomic and production components of the culture. Through the obtained results it was possible to observe that the soil texture interfered in the selectivity of herbicides, mainly for the herbicides diclosulam, imazethapyr + flumioxazin, sulfentrazone + diuron and chlorimuron-ethyl, which in the sandy texture reduced the soybean productivity.

Key words: *Glycine max*, Phytotoxicity; Injury; Pre-emergent herbicides.

4.1 INTRODUÇÃO

O manejo de plantas daninhas na cultura da soja depende quase exclusivamente de herbicidas, devido à sua alta eficácia e custo relativamente baixo em comparação com outras tecnologias de controle de plantas daninhas, tornando o controle químico o método mais utilizado na agricultura (OSTERHOLT et al., 2019). Porém, o uso intensivo e inadequado de herbicidas resultou no número crescente de plantas daninhas resistentes nos últimos anos (ZHU et al., 2018).

Com o aumento contínuo da resistência e a limitação do desenvolvimento de novas moléculas, existe a tendência de aumentar o uso de herbicidas residuais, visando diminuir a pressão de seleção sobre biótipos de plantas daninhas com a introdução de novos mecanismos de ação no sistema produtivo, bem como, reduzir a competição inicial das plantas daninhas com a cultura (LOPES OVEJERO et al., 2013; OSIPE et al., 2014; BECKIE et al., 2019).

Um herbicida residual pode ser definido como um herbicida que tem ação sobre as plantas daninhas em condições de pré-emergência e permanece ativo no solo por algum tempo após a aplicação, prolongando o período de controle de plantas daninhas (COLQUHOUN, 2006; OSTERHOLT et al., 2019). O efeito residual é a capacidade que um herbicida tem para reter a integridade de sua molécula no ambiente, conseqüentemente, suas características físicas, químicas e funcionais, as quais estão intimamente ligadas à dinâmica destes no solo (OLIVEIRA, 2001; MANCUSO et al., 2011).

Desse modo, herbicidas residuais têm a vantagem de controlar as plantas daninhas em seus estádios iniciais de crescimento, o que dificilmente ocorre com os herbicidas aplicados em pós-emergência (AWAN, et al., 2016). No entanto, as doses utilizadas, as características físico-químicas e as condições ambientais influenciam na absorção, translocação ou metabolismo desses herbicidas, podendo influenciar o comportamento desses herbicidas e, como consequência, sua eficácia agrônômica e seletividade as culturas (CHRISTOFFOLETI; OVEJERO, 2005; GEISEL et al., 2008; CHAUHAN; JOHNSON, 2011).

Seletividade é a capacidade de um herbicida controlar plantas daninhas presentes em determinada cultura, sem reduzir a produtividade e a qualidade do produto final (VELINE, et al. 2000; NEGRISOLI, et al., 2004). A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico das plantas daninhas na cultura da soja, sendo considerada uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida (OLIVEIRA

JR; INOUE, 2011; MONQUEIRO et al., 2011).

Todavia, não é correto determinar a seletividade somente através de sintomas visuais de fitointoxicação, pois existem herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem causar efeitos visualmente detectáveis e herbicidas que provocam injúrias bastante acentuadas, mas não afetam o potencial produtivo. Dessa forma, é fundamental avaliar além das injúrias provocadas pelo herbicida, os efeitos que elas podem acarretar sobre o crescimento e a produtividade da cultura (NEGRISOLI et al., 2004).

Diversos fatores determinam a seletividade das plantas aos herbicidas, destaca-se os relacionados as características dos herbicidas, como dose e formulação, os ligados as características das plantas, como espécie, cultivar, absorção, translocação e metabolismo diferencial e o uso de *safeners*, que são substâncias químicas que protegem as plantas da ação fitotóxica dos herbicidas (OLIVEIRA JR.; INOUE, 2001). Além disso, as condições climáticas antes e depois da aplicação, as características do solo, como textura, pH e teor matéria orgânica (MONQUEIRO, et al., 2011; BLANCO et al., 2015; JURSIK et al., 2015)

Desse modo, além da eficácia de controle sobre as plantas daninhas, os herbicidas utilizados devem ser seletivos para a cultura da soja, à medida que suas condições de uso podem causar distintos efeitos fitotóxicos, interferindo no desenvolvimento e no rendimento de grãos da cultura (MONQUEIRO, et al., 2011). Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas residuais aplicados na pré-emergência da cultura da soja, em solos com classe textural distintas.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Caracterização da área

Foram realizados dois experimentos, no período de novembro de 2018 a abril de 2019, em condições de campo no município de Correntina, Bahia. O primeiro experimento foi conduzido na Fazenda Brasholanda (Local 1), cujas coordenadas geográficas são 13° 41' 02.12" de latitude Sul e 45° 51' 08.51" de longitude Oeste, com altitude média de 910 metros. Já o segundo experimento foi conduzido na Fazenda Boi Branco (Local 2), localizada nas coordenadas geográficas 13° 40' 59.06" de latitude Sul e 45° 51' 20,87" de longitude Oeste,

com altitude média de 863 metros e distância em linha reta entre os dois locais de 23 km. O solo é classificado como Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

De acordo com Köppen, a classificação climática da região é Cwa, caracterizada pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão chuvoso. As precipitações pluviais e as temperaturas médias, obtidas durante a condução do experimento, são apresentadas na Figura 1.

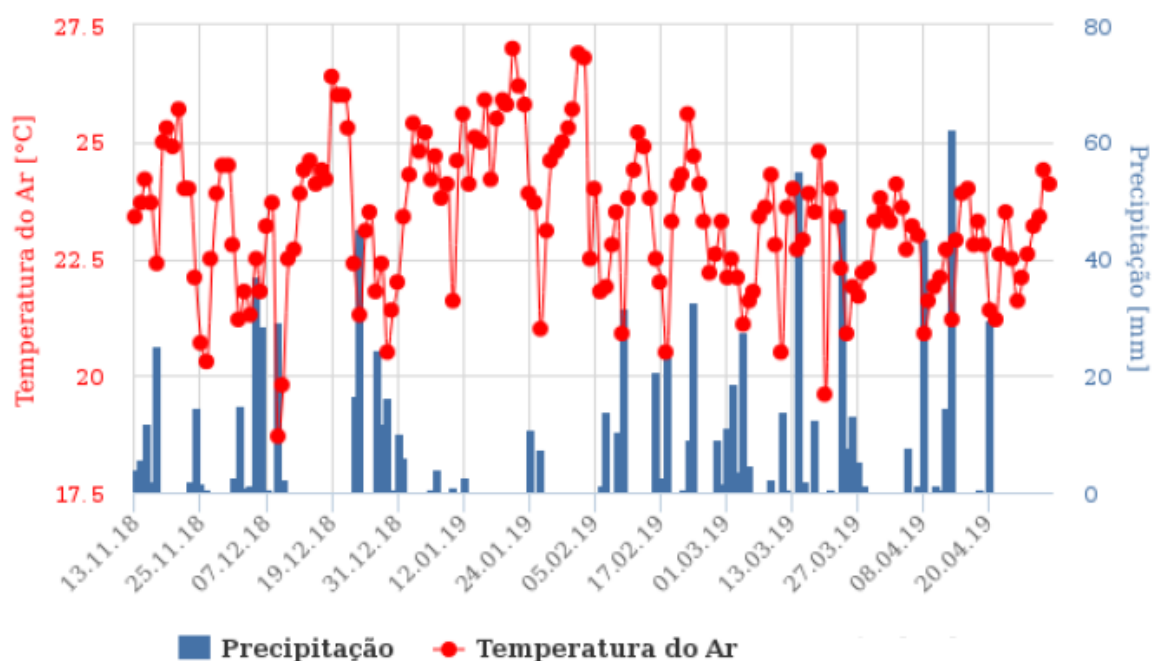


Figura 3. Precipitação (mm) e temperatura média (°C) ocorridas durante a condução do experimento. Fonte: Estação Experimental do Adama, Fazenda Brasholanda, Correntina, BA.

Anterior à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m para caracterização físico-química dos dois locais, Tabela 6.

Tabela 6. Características físico-químicas do solo de cada área experimental (0-20 cm). Correntina, BA, 2018/2019.

Local	Análise granulométrica (%)			pH CaCl ₂	M.O g dm ⁻³	CTC ef cmol _c dm ⁻³	V %
	Argila	Silte	Areia				
1 Faz. Brasholanda	21,60	5,40	73,00	6.32	20.60	52.57	84.02
2 Faz. Boi Branco	12,50	3,10	84,40	5.54	14.04	33.66	60.47

Anterior à instalação dos experimentos, foram realizadas duas dessecações, a primeira aos 18 dias antes da semeadura (DAS) com glyphosate (1440 g ha^{-1}) + cletodim (192 g ha^{-1}) e um DAS com paraquat (240 g ha^{-1}). Todas as unidades experimentais foram mantidas sem plantas daninhas durante o ciclo da cultura, através de capinas manuais, com o objetivo de eliminar o efeito da competição das espécies presentes com a cultura da soja. O manejo fitossanitário com inseticidas e fungicidas foram realizados segundo as recomendações técnicas para a cultura da soja na região.

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente em sistema de plantio convencional, utilizando a variedade Monsoy 8349 IPRO nos dois experimentos, amplamente cultivada na região, com ciclo fenológico de aproximadamente 125 dias e população média de 180 mil plantas ha^{-1} . As sementes foram previamente tratadas com tiametoxam 350 FS (0,3 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹), piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (0,5 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹), carbendazim + tiram (0,15 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* estirpes SEMIA 5079 e 5080 (0,1 L de p.c. 100 kg de sementes⁻¹). Utilizou-se espaçamento entre linhas de 0,6 m e densidade de semeadura de 12,5 plantas m^{-1} . No Local 1, a semeadura foi realizada em 20/11/18 e emergência de plântulas ocorreu em 26/11/2018, enquanto que no Local 2, o plantio foi em 22/11/2018 e a emergência em 29/11/2018.

A adubação de base consistiu de 200 kg ha^{-1} de Superfosfato triplo (38% de P_2O_5 , 8,2% de Ca e 16% de S) no sulco de plantio e adubação de cobertura realizada aos 25 dias após a emergência da cultura com 150 kg ha^{-1} de Cloreto de Potássio.

4.2.2 Descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições e nove tratamentos, sendo constituídos por 8 herbicidas e uma testemunha sem herbicida, conforme descrito na Tabela 7. Cada unidade experimental foi composta por 10 linhas de soja (6 m de largura) e 5 m de comprimento, totalizando 30 m^2 de área total por parcela, no entanto, para as avaliações de controle de *Eleusine indica* e dos componentes agrônômicos da soja, considerou-se área útil de 18 m^2 .

Tabela 7. Herbicidas residuais e suas respectivas doses aplicados em pré-emergência da cultura da soja. Correntina, BA, 2018/2019.

Nº	Tratamentos*	Formulação	Concentração (g de i.a L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Dose (g e.a ou i.a. ha ⁻¹)
1	Testemunha sem herbicida	-	-	-
2	Trifluralin	EC	600	1200
3	S-metolachlor	EC	960	960
4	Diclosulam	WG	840	29,4
5	Imazethapyr + Flumioxazin	SC	200 + 100	100 + 50
6	Sulfentrazone	SC	500	150
7	Sulfentrazone + Diuron	SC	175 + 300	140 + 280
8	Clomazone	EC	800	800
9	Chlorimuron-ethyl	WG	250	20

* Para todos os herbicidas, acrescentou-se o adjuvante recomendado pelo fabricante. ** EC: concentrado emulsionável; WG: granulado dispersível; SC: suspensão concentrada

4.2.3 Metodologia de aplicação

Os tratamentos químicos foram pulverizados utilizando-se um pulverizador costal, pressurizado a CO₂, na pressão de trabalho de 2,2 kg cm⁻² e volume de calda de 150 L ha⁻¹. A barra de pulverização era constituída de seis pontas do tipo leque XR 110.02 e espaçadas 0,5 m entre si. A pulverização dos herbicidas foi realizada em pré-emergência da soja na modalidade “Plante-Aplique”. No momento da aplicação dos tratamentos, o solo encontrava-se levemente úmido e nos primeiros sete dias houve precipitação pluviométrica acumulada de 20 mm. As condições climáticas no momento das aplicações podem ser observadas na Tabela 8.

Tabela 8. Condições climáticas registradas durante as aplicações dos tratamentos efetuadas no dia da semeadura da soja. Correntina, BA, 2018/2019.

Local	Temperatura	Umidade relativa do ar	Velocidade do Vento
	°C	%	Km h ⁻¹
1 Faz. Brasholanda	28,1	75,0	2,9
2 Faz. Boi Branco	26,9	74,3	3,3

4.2.4 Variáveis Respostas

As avaliações visuais de fitotoxicidade dos herbicidas nas plantas de soja foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após emergência da cultura (DAE), com base na escala proposta pela European Weed Research Council (EWRC, 1964), onde “nota 1” significa ausência de sintomas e “nota 9” significa morte de 100% das plantas.

Foram também avaliadas as seguintes características:

a) Estande: média do número de plantas em duas amostragens de dois metros nas 3 linhas centrais da área útil das parcelas, aos 20 DAE, convertido para número de plantas por metro.

b) Altura de plantas (AP): medida, em centímetros (cm), a partir da superfície do solo até o último nó na haste principal da planta, no estágio R1 (início do florescimento);

c) Massa seca da parte aérea (MS): coletou-se dez plantas em duas linhas, que foram cortadas rente ao solo, depositadas em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas e em seguida, foram pesadas.

d) Número de vagens por planta (NVP): contagem do número de vagens em dez plantas coletadas em duas linhas de cada parcela;

e) Número de grãos por planta (NGP): foi obtido pela razão entre o número total de grãos e o número plantas;

f) Peso de mil grãos (PMG): obtido pela pesagem de 8 subamostras de 100 grãos, em gramas;

g) Produtividade (PG); colheita de doze metros quadrados dentro da área útil de cada parcela, convertendo-se posteriormente em kg ha⁻¹ e a umidade ajustada para 13%.

4.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para análise de normalidade dos resíduos e de Bartlett para a homogeneidade entre as variâncias. Atendidas as duas pressuposições da estatística paramétrica, aplicou-se a análise de variância multivariada (MANOVA), seguida de análise discriminante canônica. As diferenças entre os tratamentos foram apresentadas em um gráfico Biplot construído com as duas primeiras variáveis canônicas (Can 1 e Can 2), com elipses de 95% de confiança, para as médias dos tratamentos.

As variáveis respostas apresentam diferentes unidades e magnitude, desta forma realizou-se a padronização dos dados a fim de retirar o efeito da escala das variáveis, garantindo que todas elas possuam o mesmo peso na análise. Assim, todas variáveis foram tratadas com mesmo nível de importância nas análises, evitando descartar outras com menor relevância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 3.6.1 (R Core Team, 2019).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações visuais de fitotoxicidade dos herbicidas residuais na cultura da soja e dos componentes agronômicos estão descritos nas Tabelas 9 e 10, respectivamente, além de representados pelos gráficos Biplot na Figura 4. A análise de variância multivariada conjunta, as variáveis canônicas e os coeficientes canônicos encontram-se nas Tabelas 15, 16, 17 e 18 (Apêndice II).

Através das elipses com 95% de confiança observa-se que os tratamentos diclosulam (T4), imazethapyr + flumioxazin (T5) e chlorimuron (T9) apresentaram os maiores percentuais de fitotoxicidade na cultura da soja, com diferenças significativas entre os locais ($p < 0,05$), no qual esses herbicidas encontram-se mais próximo da extremidade dos vetores no Local 2 (Figura 4A).

Os sintomas mais severos de fitotoxicidade que ocorreu no Local 2, é mais comum pelo fato de solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica apresentarem menor capacidade de sorção, conseqüentemente, maior é a disponibilidade das moléculas de herbicidas na solução do solo, as quais serão absorvidas pelas plantas (MONQUEIRO et al., 2010; JURSIK et al., 2015).

Além disso, os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) são classificados como ácidos fracos, ou seja, seu comportamento no ambiente é dependente dos valores do pH da solução, portanto, a sua persistência e a absorção pelas plantas são alteradas pelo pH do solo (MILLER; WESTRA, 1998; CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Tahir et al. (2008) trabalhando com herbicidas inibidores da ALS, observaram que em solos com maior conteúdo de matéria orgânica e menor valor de pH os herbicidas foram adsorvidos mais facilmente.

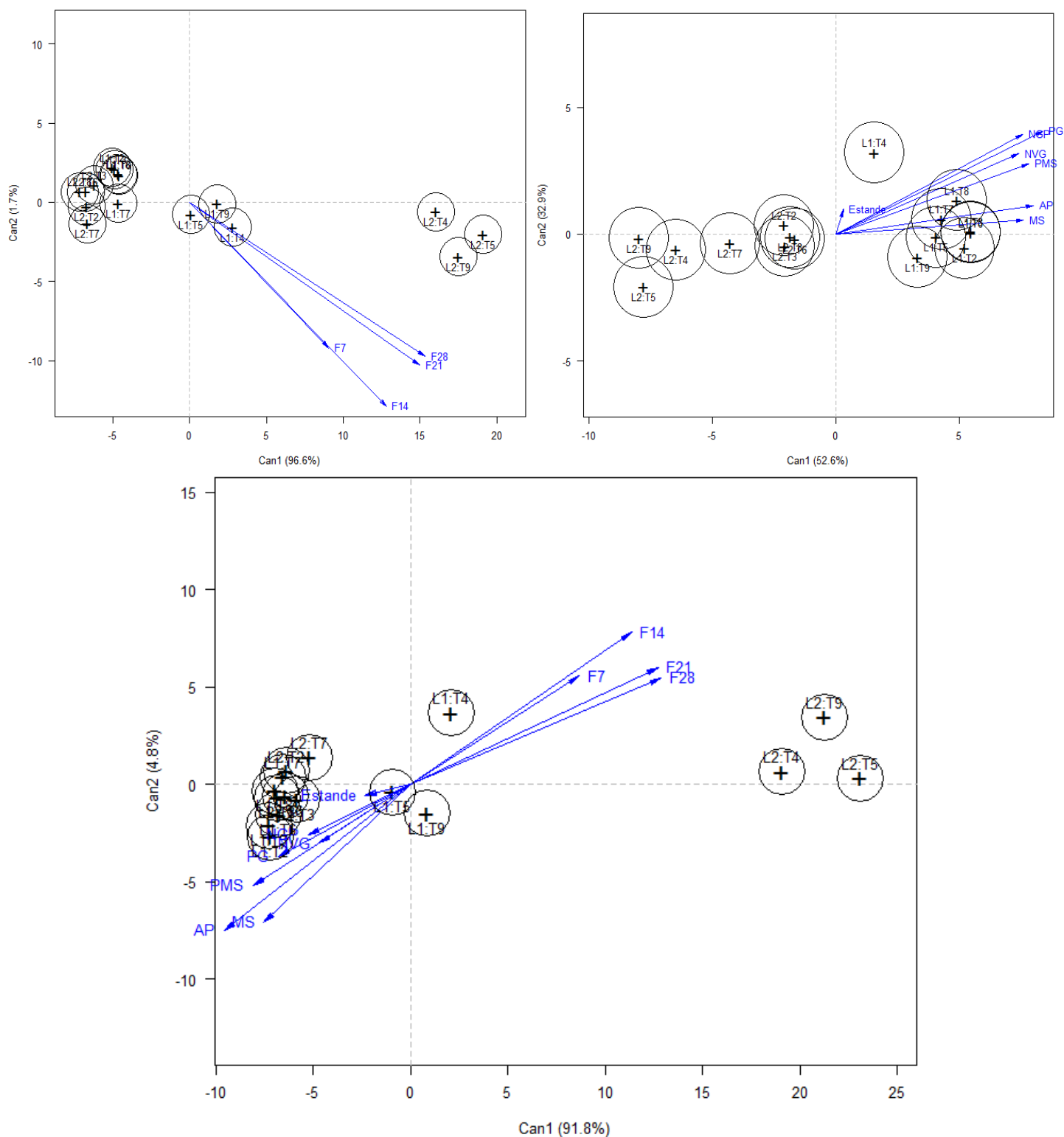


Figura 4. Biplot de escores médios de fitotoxicidade (A), componentes agrônômicos (B) e efeito de todas as variáveis estudadas (C) após a aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em dois locais, com elipses de 95% de confiança. Em cada elipse, a identificação dos locais (L1 e L2) e tratamentos: T2 - trifluralin, T3 - s-metolachlor, T4 – diclosulam, T5 - imazethapyr + flumioxazin, T6 - sulfentrazone, T7 - sulfentrazone + diuron, T8 - clomazone e T9 – chlorimuron.

A fitotoxicidade atingiu valores acima de 50% para esses tratamentos no Local 2, com sintomas mais severos sendo observados entre as avaliações de 21 e 28 DAE (Tabela 9), caracterizados pela redução do crescimento das plantas, clorose e necrose nas folhas mais jovens. No Local 1, as injúrias ocasionadas por esses herbicidas foram leves, não ultrapassando níveis de 25 % em nenhuma avaliação, sendo que os principais sintomas observados foram folhas cotiledonares menos desenvolvidas e menor crescimento das plantas de soja.

Tabela 9. Fitotoxicidade visual (%) após aplicação de herbicidas pré-emergentes na variedade de soja Monsoy 8349 IPRO, em dois locais. Correntina-BA, 2019

Local 1					
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Fitotoxicidade (%)			
		07 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
1-Testemunha sem herbicida	-	0,0	0,0	0,0	0,0
2-Trifluralin	1200	3,3	0,0	0,0	0,0
3-S-metolachlor	960	3,0	0,0	0,0	0,0
4-Diclosulam	29,4	12,5	20,0	22,3	16,3
5-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	11,3	15,5	15,0	11,5
6-Sulfentrazone	150	3,5	0,0	0,0	0,0
7-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	7,0	4,3	0,0	0,0
8-Clomazone	800	7,0	3,0	0,0	0,0
9-Chlorimuron	20	12,5	16,0	20,0	14,5

Local 2					
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Fitotoxicidade (%)			
		07 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
1-Testemunha sem herbicida	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2-Trifluralin	1200	14,50	13,25	4,00	0,00
3-S-metolachlor	960	11,25	8,00	3,00	0,00
4-Diclosulam	29,4	23,25	32,00	52,50	44,50
5-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	24,25	36,50	55,00	52,50
6-Sulfentrazone	150	15,00	11,50	4,25	0,00
7-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	20,25	21,00	11,00	0,00
8-Clomazone	800	16,25	12,00	3,50	0,00
9-Chlorimuron	20	22,00	37,75	52,25	48,00

Para os herbicidas trifluralin (T2), s-metolachlor (T3), sulfentrazone (T6), sulfentrazone + diuron (T7) e clomazone (T8), os sintomas visuais de fitotoxicidade foram classificados como muito leves (EWRC, 1964), apresentando principalmente redução da área foliar. Com o desenvolvimento da cultura estes sintomas tornaram-se menos intensos, não sendo mais visíveis a partir de 21 e 28 DAE nos Locais 1 e 2, respectivamente.

Nota-se que esses tratamentos apresentaram comportamento semelhante quanto a fitotoxicidade na soja, visto que suas elipses se encontram próximas e no mesmo quadrante,

como pouca influência do local. Enquanto que a seletividade dos herbicidas diclosulam (T4), imazethapyr + flumioxazin (T5) e chlorimuron foi reduzida em solo com baixo teor de argila e matéria orgânica e menor pH (Figura 4A).

Essas características do solo favorecem a rápida absorção desses herbicidas, que em altas quantidades podem provocar fitointoxicação nas plantas de soja, devido o mecanismo de metabolização do herbicida ficar sobrecarregado (OSIPE et al., 2014). A seletividade dos inibidores da ALS é baseada na capacidade da cultura de metabolizar esses produtos em compostos não tóxicos antes que causem danos à planta (ROMAN et al., 2007).

A fitotoxicidade ocasionada pelos tratamentos diclosulam (T4), imazethapyr + flumioxazin (T6) e chlorimuron (T9) no Local 2 influenciaram negativamente nos componentes agronômicos da soja, exceto no estande de plantas, sendo que as variáveis altura, matéria seca, PMS e produtividade foram afetadas (Tabela 10 e Figura 4B). Osipe et al., (2014) verificaram reduções nos valores de altura de plantas de soja mediante a aplicação de chlorimuron e diclosulam em pré-emergência nas doses acima de 10 e 16,8 g ha⁻¹, respectivamente.

No Local 1, a maior fertilidade do solo contribuiu positivamente para que os tratamentos atingissem melhores resultados dos parâmetros avaliados, além disso, todos os herbicidas proporcionaram rendimento de grãos similar a Testemunha (sem herbicida), com reduções de produtividade inferior a 5%, apesar da interferência sobre a altura e a matéria seca das plantas de soja tratadas com diclosulam (T5), imazethapyr + flumioxazin (T5) e chlorimuron (T9) (Tabela 10). Portanto, para solos com as características do Local 1 (21,6% de argila; 20,6 g dm⁻³ de M.O e pH de 6,32) pode-se considerar que os herbicidas residuais testados foram seletivos para soja.

Perdas de até 5% de produtividade pela aplicação de herbicidas residuais são aceitáveis, visto que o potencial de danos que as plantas daninhas exercem sobre a cultura da soja podem chegar a 80% de perdas (GAZZIERO et al., 2004; PITTELKOW, 2009; SILVA et al., 2013).

De maneira oposta, no Local 2 esses herbicidas reduziram significativamente a produtividade da soja, como perdas de aproximadamente 7% para diclosulam (T4), 8% para chlorimuron (T9) e 15% para imazethapyr + flumioxazin (T5). Desse modo, as recomendações de aplicação para locais com características semelhantes, devem ser baseadas na dose e/ou modalidade de aplicação, para amenizar ou até mesmo eliminar seus efeitos negativos sobre a cultura.

Para recuperar estruturas danificadas por herbicidas que atingiram o local de ação

desejado, levando a planta a expressar sintomas, demanda-se um gasto energético para as culturas, de forma que possa resultar em perdas de rendimento maiores ou menores (CARVALHO et al., 2009).

Além desses tratamentos, a mistura sulfentrazone + diuron (T7), embora não tenha apresentado índices elevados de fitotoxicidade, limitou a produtividade em mais de 5% em comparação com a Testemunha. Isso mostra que existem situações que os herbicidas residuais podem afetar o potencial produtivo sem grandes efeitos visuais nas plantas (NEGRISOLI et al., 2004).

Tabela 10. Efeitos de herbicidas pré-emergentes sobre os componentes agronômicos da variedade de soja Monsoy 8349 IPRO em dois locais. Correntina-BA, 2019.

		Local 1						
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Componentes Agronômicos						
		Estande (plantas m ⁻¹)	Altura (cm)	MS (g planta ⁻¹)	Vagens (planta ⁻¹)	Grãos (planta ⁻¹)	PMG (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
1-Testemunha sem herbicida	-	10,8	61,5	14,7	78,3	190,4	148,7	4855,2
2-Trifluralin	1200	10,2	63,1	14,7	77,6	187,8	148,4	4787,5
3-S-metolachlor	960	10,6	60,5	14,4	79,4	193,0	151,0	4829,2
4-Diclosulam	29,4	10,6	48,1	11,2	80,5	199,7	147,0	4876,0
5-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	10,1	55,3	14,7	77,6	188,1	146,0	5029,6
6-Sulfentrazone	150	10,8	60,5	14,5	76,5	186,1	146,8	5047,9
7-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	10,3	57,8	14,1	79,4	193,7	148,4	4834,4
8-Clomazone	800	10,8	61,1	13,6	79,4	195,2	147,6	4870,8
9-Chlorimuron	20	10,4	56,1	12,9	76,8	183,5	146,8	4693,8

		Local 2						
Tratamentos	Dose (g i. a.ha ⁻¹)	Componentes Agronômicos						
		Estande (plantas m ⁻¹)	Altura (cm)	MS (g planta ⁻¹)	Vagens (planta ⁻¹)	Grãos (planta ⁻¹)	PMG (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
1-Testemunha sem herbicida	-	11,1	52,5	12,9	59,3	145,7	141,3	3430,2
2-Trifluralin	1200	10,6	50,4	10,6	59,3	144,3	138,6	3638,5
3-S-metolachlor	960	10,7	49,1	11,3	59,3	142,4	138,7	3558,8
4-Diclosulam	29,4	10,4	38,9	9,0	59,3	140,3	131,1	3195,8
5-Imazetaphir+flumioxazin	100 + 50	10,4	37,1	9,3	56,1	129,7	126,6	2904,2
6-Sulfentrazone	150	11,0	49,0	12,0	52,9	128,6	141,0	3451,0
7-Sulfentrazone+Diuron	140 + 280	10,7	46,5	10,5	56,3	135,2	133,1	3232,4
8-Clomazone	800	10,7	50,5	10,8	58,4	141,1	139,0	3628,1
9-Chlorimuron	20	10,2	35,3	8,7	55,4	131,9	127,3	3152,7

De modo geral, constatou-se que diclosulam (T4), imazetaphyr + flumioxazin (T5) e chlorimuron (T9) apresentaram comportamento semelhante entre si para todas as variáveis analisadas, independentemente do local de estudo, porém, a fitotoxicidade e os componentes

agronômicos da soja foram afetados negativamente no Local 2. Os tratamentos com trifluralin (T2), s-metolachlor (T3), sulfentrazone (T6), sulfentrazone + diuron (T7) e clomazone (T8) tiveram pouco impacto sobre a fitotoxicidade, sendo mais influenciados pelas características morfológicas da cultura, com destaque para altura e matéria seca de parte aérea.

4.4 CONCLUSÕES

As características físico-químicas do solo interferiram na seletividade dos herbicidas diclosulam, imazethapyr + flumioxazin, sulfentrazone + diuron e chlorimuron, os quais reduziram a produtividade da cultura da soja no solo com teor de argila de 12,5%. Além disso, diclosulam, imazethapyr + flumioxazin e chlorimuron causaram injúrias visuais as plantas de soja.

No solo com maior teor de argila de 24%, a fitotoxicidade causada por esses herbicidas foi considerada leve e não foi constatado redução da produtividade da cultura.

Os herbicidas trifluralin, s-metolachlor, sulfentrazone e clomazone nas doses utilizadas, não causaram fitotoxicidade elevada e nem reduziram a produtividade da soja, em ambos os tipos de solos.

4.5 REFERÊNCIAS

AWAN, T. H.; CRUZ, P. C. S.; CHAUHAN, B. S. Effect of pre-emergence herbicides and timing of soil saturation on the control of six major rice weeds and their phytotoxic effects on rice seedlings. **Crop Protection**, v. 83, p. 37-47, 2016.

BECKIE, H. J.; ASHWORTH, M. B.; FLOWER, K. C. Herbicide Resistance Management: Recent Developments and Trends. **Plants**, v. 8, p. 2-13, 2019.

BLANCO, F. M. G.; RAMOS, Y. G.; SCARSO, M. F.; JORGE, L. A. D. C. Determining the Selectivity of Herbicides and Assessing Their Effect on Plant Roots - A Case Study with Indaziflam and Glyphosate Herbicides. In: PRICE, A.; KELTON, J.; SARUNAITTE, L. (Ed.). **Herbicides, Physiology of Action, and Safety**. [s.l.] InTech, 2015. p. 275–297.

CHAUHAN, B. S.; AND JOHNSON, D. E. Growth response of direct-seeded rice to oxadiazon and bispyribac-sodium in aerobic and saturated soils. **Weed Science**, v. 5, p. 119–122, 2011.

COLQUHOUN, J. **Herbicide persistence and carryover**. Published by University of Wisconsin-Extension, 2006. 12 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. São Paulo: BASF, 2005. 49 p.

GEISEL, B.G.L.; SCHOENAU, J. J.; HOLM, F. A.; JOHNSON, E. N. . Interactions of ALS-inhibiting herbicide residues in three prairie soils. **Weed Science**, v. 56, p. 624–627, 2008.

JURSIK, M.; SOUKUP, j.; HOLEC, j.; ANDR, J.; HAMOUZOVA, K. Efficacy and Selectivity of Preemergent Sunflower Herbicides under Different Soil Moisture Conditions. **Plant Protect. Sci.**, v. 51, p. 214-222. 2015.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Rev. Bras. Herb**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.

LÓPES-OVEJERO, R.F.; SOARES, D.J.; OLIVEIRA, W.S.; FONSECA, L.B.; BERGER, G.U.; SOTERES, J.K.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant Soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.947-959, 2013.

MONQUERO, P. A.; BINHA, D. P.; INÁCIO, E. M.; SILVA, P. V. D.; AMARAL, L. R. D. Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p.286-293, 2011.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; MARTINS, D.; MORELLI, J. L.; COSTA, A. G. F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575, 2004.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, Porto Alegre, RS, 2001. 362 p;

OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p.243-262

OSIPE, J. B.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; ELIEZER GHENO, A.; RAIMOND, M. A. Seletividade de aplicações combinadas de herbicidas em pré e pós-emergência para a soja tolerante ao glyphosate. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, p.623-631, 2014.

Osterholt, M. J.; Webster, E. P.; Blouin, D. C. ; McKnight, B. M. Overlay of residual herbicides in rice for improved weed management. **Weed Technology**, v. 33, p. 426-430, 2019.

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOEL, L. A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J. C.; CARVALHO, J. C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, v.18, p.123-134, 2000.

Zhu, J. W.; Wang, J.; DiTommaso, A.; Zhang, C. X.; Zheng, G. P.; Liang, w.; Islam, f.; Yang, c.; Chen, x. X.; Zhou, W. Weed research status, challenges, and opportunities in China. **Crop Protection**, 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de herbicidas residuais no controle de *Eleusine indica* na pré-emergência da soja é uma ferramenta importante no manejo dessa espécie, todavia, além da eficácia, deve-se conhecer as características físico-químicas do solo e da molécula, bem como seu comportamento no ambiente, visando atingir níveis elevados de controle sem causar injúrias a cultura.

No presente estudo, verificou-se maior influência do teor de argila do solo na seletividade dos herbicidas na soja do que nos níveis de controle, onde a seletividade foi reduzida no solo 12,5% de argila, afetando de maneira negativa a produtividade dos tratamentos diclosulam, imazethapyr + flumioxazin, sulfentrazone + diuron e chlorimuron, em contrapartida, no solo de 24% de argila, todos os herbicidas testados foram seletivos. Além disso, para a maioria dos herbicidas, as injúrias leves na fase vegetativa da soja não causaram redução de produtividade.

De modo geral, s-metolachlor, clomazone e trifluralin proporcionaram os maiores níveis de controle de *E. indica* sem causar fitotoxicidade a cultura, em ambos tipos de solo que o experimento foi instalado, com destaque para s- metolachlor que apresentou os melhores resultados.

O uso da análise multivariada permitiu comparar o efeito dos herbicidas sobre todas as variáveis resposta simultaneamente e não como variáveis independentes. Isso facilita a interpretação dos resultados, determinando qual o melhor herbicida para o controle da planta daninha e com melhor resposta as variáveis agronômicas da cultura, visto que no campo, não é possível pulverizar o melhor herbicida para cada variável.

Existe a necessidade de mais estudos sobre o uso de herbicidas residuais na cultura da soja, principalmente em solos do cerrado, que normalmente apresenta baixo teor de argila e matéria orgânica, para garantir recomendações que sejam eficazes no controle das plantas daninhas e segura para a cultura.

6 REFERÊNCIAS GERAIS

- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. A. da. Manejo de plantas daninhas. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 234-255.
- CHAUHAN, B. S.; SINGH, R. G.; MAHAJAN, G. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. **Crop Protection**. v. 38, n. 1, p. 57-65, 2012.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; DAMIN, V.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2008. 85 p.
- CIB – Conselho de informações sobre biotecnologia: **20 anos de transgênicos: benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil**. 2018. 20 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 10º levantamento da produção de grãos - Safra 2018/19. Brasília: CONAB, 2019. 126 p.
- CORREIA, N. M.; CARVALHO, A. D. F. Selectivity of linuron herbicide for carrot when sprayed in post-emergence. **Planta Daninha**, v. 35, ISSN 0100-8358, 2017.
- DAYAN, F. E. Current Status and Future Prospects in Herbicide Discovery. **Plants**, v. 8:341, 2019.
- DUKE, S. O. Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? **Pest Manag Sci**, v. 68, p. 505–512, 2012.
- FERNANDO, N.; MANALIL, S.; FLORENTINE, S. K.; CHAUHAN, B. S.; SENEWEERA, S. Glyphosate resistance of C3 and C4 weeds under rising atmospheric CO₂. **Frontiers Plant Sci**, v. 7:910, 2016.
- GAINES, T. A.; PATTERSON, E. L.; NEVE, P. Molecular mechanisms of adaptive evolution revealed by global selection for glyphosate resistance. **New Phytologist**, v. 223, p. 1770–1775, 2019.
- GALON, L.; MACIEL, C. D. G.; AGOSTINETTO, D.; CONCENÇO, G.; MORAES, P. V. D. Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 10, n. 3, p. 291-304, 2011.
- HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 05 de outubro de 2019.
- HEAP, I.; DUKE, S. O. Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. **Pest Manag Sci**, v. 74, p. 1040–1049, 2018.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF, Brasileira, 1997. v.1, 825 p.

LÓPES-OVEJERO, R.F.; SOARES, D.J.; OLIVEIRA, W.S.; FONSECA, L.B.; BERGER, G.U.; SOTERES, J.K.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant Soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.947-959, 2013.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 672 p.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; SILVA HIRATA, A. C.; TABLAS, D. C.; ORZARI, I. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone (T7)Imazapic. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de Identificação de Plantas Infestantes**: cultivos de verão. Campinas: Editora FMC, 2010. 642 p.

MUELLER, C. T.; BOSWELL, B.W.; MUELLER, S.S.; STECKEL, L.E. Dissipation of Fomesafen, Saflufenacil, Sulfentrazone, and Flumioxazin from a Tennessee Soil under Field Conditions. **Weed Science**, v.62, n.4, p.664-671, 2014.

NG, C.H.; WICKENSWARY, R., SURIF, S.; ISMAIL, RF. Inheritance of glyphosate resistance in goosegrass (*Eleusine indica*). **Weed Science**, v.52, p. 564-570, 2004.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Omnipax, Curitiba, PR, 2011, Cap. 8, p. 193.

OLIVEIRA JR., R.S.; INOUE, M.H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p.243-262.

OWEN, M. J.; MARTINEZ, N. J.; POWLES, S. B Multiple herbicide-resistant *Lolium rigidum* (annual ryegrass) now dominates across the Western Australian grain belt. **Weed Research**, v. 54, n. 3, p. 314-324, 2014.

PEROTTIA, V. E.; LARRANA, A. S.; PALMIERIA, V. E.; MARTINATTOA, A. K. Permingeat, h. R. Herbicide resistant weeds: A call to integrate conventional agricultural practices, molecular biology knowledge and new technologies. **Plant Science**, v. 29, 2020.

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

SARDANA V.; MAHAJAN, G.; JABRAN, K.; CHAUHAN, B. S.Role of competition in managing weeds: an introduction to the special issue. **Crop Protection**, v. 95, p. 1-7. 2016.

SHEN, X. Chemical control of weedy rice in precise hill-direct-seeded rice in south china. **Weed Biology and Management**, v.13, n. 1, p. 39-43, 2013.

SLAUGHTER, D. C.; GILES, D. K.; DOWNEY, D. Autonomous robotic weed control systems: a review. **Comput Electron Agric**, v. 61, p. 63-78, 2008.

SOMERVILLE, G. J, POWLES, S. B; WALSH, M. J; RENTON, M. Why was resistance to shorter-acting pre-emergence herbicides slower to evolve? **Pest Manag Sci**, v.73, p. 844-851, 2017.

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

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; SILVA, V. F. V.; MENDES, R. R. Goosegrass resistant to glyphosate in Brazil. **Planta Daninha**, v. 35, p. 2-9, 2017.

TAKESHITA, V.; MENDES, K. F.; ALONSO, F. G; TORNISIELO, V. L. Effect of organic matter on the behavior and control effectiveness of herbicides in soil. **Planta Daninha**, v. 37, ISSN 1806-9681, 2019.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006, 23 p.

APÊNDICES

APÊNDICE I - Resultados das análises estatísticas do Capítulo I.

Tabela 11. Resultados da análise de variância multivariada (MANOVA) da eficácia dos herbicidas no controle de *E. indica* e parâmetros agronômicos da cultura da soja.

	Df	Pillai	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Exp	1	0,99124	329,02	11	32	< 2,2e-16
Trt	7	2,76435	2,25	77	266	9,203e-07
Exp:Trt	7	2,30090	1,69	77	266	0,001213
Exp:Blc	6	1,76509	1040	66	222	0,036997
Residuals	42					

Tabela 12. Autovalor, variância, variância acumulada e correlação canônica de cada variável Canônica para eficácia dos herbicidas no controle de *E. indica* e parâmetros agronômicos da cultura da soja.

Variáveis Canônicas	Autovalor	Variância	Variância acumulada	Correlação canônica
Can1	2,21248	44,3848	44,385	0,688714
Can2	1,06499	21,3649	65,750	0,515736
Can3	0,92628	18,5823	84,332	0,480866
Can4	0,40824	8,1898	92,522	0,289894
Can5	0,19454	3,9026	96,425	0,162856
Can6	0,11199	2,2466	98,671	0,100710

Tabela 13. Coeficientes canônicos padronizados das variáveis em relação aos três primeiros eixos canônicos para eficácia dos herbicidas no controle de *E. indica* e parâmetros agronômicos da cultura da soja.

Variáveis	Eixos canônicos		
	1	2	3
Controle aos 14 dias (C14)	-0,212	0,155	-0,037
Controle aos 21 dias (C21)	-0,258	0,335	0,207
Controle aos 28 dias (C28)	-0,127	-0,236	-0,029
Controle aos 35 dias (C35)	-0,768	0,186	0,003
Altura de plantas (AP)	0,180	0,850	-0,070
Estande de plantas	-0,149	-0,007	-0,297
Massa seca (MS)	0,038	0,807	-0,250
Número de vagens por planta (NVP)	-1,006	0,169	3,796
Número de grãos por planta (NGP)	0,878	0,176	-4,161
Peso de mil grãos (PMS)	0,510	-0,012	0,236
Produtividade (PG))	-0,228	0,451	1,193

Tabela 14. Média das três primeiras variáveis canônicas para cada um dos tratamentos no Local 1 e 2 para eficácia dos herbicidas no controle de *E. indica* e parâmetros agronômicos cultura da soja.

Tratamentos	Variáveis canônicas		
	Can1	Can2	Can3
L1:T3	-2,51588	7,8426	6,0472
L2:T3	0,86100	-3,9836	-3,8482
L1:T4	-5,47994	10,0137	5,0618
L2:T4	-4,10577	-2,5526	-2,7803
L1:T5	2,49751	1,2979	3,5514
L2:T5	0,16868	-7,3221	-6,8408
L1:T6	0,41006	6,0405	6,271
L2:T6	-2,7841	-8,5170	-4,4950
L1:T7	3,50106	5,5048	4,0391
L2:T7	1,21491	-4,5060	-5,5692
L1:T8	2,35925	5,4661	2,3921
L2:T8	0,75955	-5,9736	-36503
L1:T9	-2,89677	8,7839	6,385
L2:T9	-1,34807	-2,8551	-4,6328
L1:T10	5,48167	1,7373	3,7455
L2:T10	1,87683	-10,9768	-5,6765

APÊNDICE II - Resultados das análises estatísticas do Capítulo II.

Tabela 15. Resultados da análise de variância multivariada (MANOVA) para seletividade dos herbicidas e parâmetros agrônômicos na cultura da soja.

	Df	Pillai	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)
Exp	1	0,98711	222,792	11	32	<2,2e-16
Trt	7	2,50364	1,924	77	266	7,168e-05
Exp:Trt	7	2,53927	1,967	77	266	4,145e-05
Exp:Blc	6	1,92103	1,584	66	222	0,007279
Residuals	42					

Tabela 16. Autovalor, variância, variância acumulada e correlação canônica de cada variável Canônica para seletividade dos herbicidas e parâmetros agrônômicos na cultura da soja.

Variáveis Canônicas	Autovalor	Variância	Variância acumulada	Correlação canônica
Can1	35,614498	91,666955	91,667	0,972688
Can2	1,887811	4,858973	96,526	0,653717
Can3	0,745673	1,919262	98,445	0,427155
Can4	0,335023	0,862305	99,307	0,250949
Can5	0,158948	0,409110	99,717	0,137148
Can6	0,074728	0,192340	99,909	0,069532

Tabela 17. Coeficientes canônicos padronizados das variáveis em relação aos três primeiros eixos canônicos para seletividade dos herbicidas e parâmetros agrônômicos na cultura da soja.

Variáveis	Eixos canônicos		
	1	2	3
Fitotoxicidade aos 7 dias (F7)	-0,655	-1,043	0,347
Fitotoxicidade aos 14 dias (F14)	0,049	1,069	0,294
Fitotoxicidade aos 21 dias (F21)	0,540	-0,018	0,633
Fitotoxicidade aos 28 dias (F28)	0,850	-0,166	-0,563
Altura de plantas (AP)	-0,278	-0,243	-0,056
Estande de plantas	-0,126	0,039	-0,176
Massa seca (MS)	0,020	-0,359	-0,172
Número de vagens por planta (NVP)	0,272	-4,750	-0,479
Número de grãos por planta (NGP)	-0,286	4,795	0,259
Peso de mil grãos (PMS)	-0,379	-0,290	-0,454
Produtividade (PG))	-0,137	-0,114	-0,616

Tabela 18. Coeficientes canônicos padronizados das variáveis em relação aos três primeiros eixos canônicos para seletividade dos herbicidas e parâmetros agrônômicos na cultura da soja.

Tratamentos	Variáveis canônicas		
	Can1	Can2	Can3
L1:T2	-7,19979	-2,68848	-5,5624
L2:T2	-6,36349	0,71147	2,5953
L1:T3	-7,27032	-2,08737	-6,0694
L2:T3	-5,85014	-0,77847	1,6478
L1:T4	2,10964	3,67903	-1,7636
L2:T4	19,08831	0,66578	6,4266
L1:T5	-0,94956	-0,39379	-3,2831
L2:T5	23,10302	0,32093	6,6423
L1:T6	-6,78719	-1,53261	-6,2581
L2:T6	-6,46262	-0,58874	2,7796
L1:T7	-6,55783	0,37043	-5,4167
L2:T7	-5,18281	1,37931	6,9430
L1:T8	-6,93983	-0,33425	-5,8705
L2:T8	-6,83213	-0,68867	2,5038
L1:T9	0,85167	-1,49264	-1,9809
L2:T9	21,24307	3,45808	6,6662