

**Influência de misturas em tanque de herbicidas na pré-emergência da cultura da chia**  
**Influence of tank mixtures herbicides in pre-emergence of the chia crop**  
**Influencia de las mezclas en el tanque de herbicidas en la preemergencia del cultivo de**  
**chía**

Recebido: 15/04/2020 | Revisado: 23/04/2020 | Aceito: 26/04/2020 | Publicado: 28/04/2020

**Cleber Daniel de Goes Maciel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3222-2946>

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

E-mail: [cmaciel@unicentro.br](mailto:cmaciel@unicentro.br)

**Bryan Buco de Vargas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3489-8587>

Centro Estadual de Educação Profissional Arlindo Ribeiro, Brasil

E-mail: [bucovargas@gmail.com](mailto:bucovargas@gmail.com)

**Enelise Osco Helvig**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8225-4351>

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

E-mail: [ene\\_osco@hotmail.com](mailto:ene_osco@hotmail.com)

**João Paulo Matias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6632-2027>

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

E-mail: [jpmatias2@gmail.com](mailto:jpmatias2@gmail.com)

**Juliano Tadeu Vilela de Resende**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-226-7813>

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

E-mail: [jvresende@uel.br](mailto:jvresende@uel.br)

**Sebastião Brasil Campos Lustosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6899-190X>

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

E-mail: [slustosa@unicentro.br](mailto:slustosa@unicentro.br)

## Resumo

Os benefícios da chia na alimentação humana tem sido bastante explorado devido suas sementes serem ricas em ômega 3, minerais, fibras e proteínas. Entretanto, ainda são restritas informações de manejo da cultura, tais como o uso adequado de herbicidas para o controle de plantas daninhas. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência e seletividade de associações de herbicidas aplicadas em pré-emergência da cultura da *Salvia hispanica*. O experimento foi realizado a campo em Guarapuava, Paraná, utilizando delineamento em blocos casualizados, com treze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados por herbicidas isolados e/ou associados nas respectivas doses ( $\text{g ha}^{-1}$ ): trifluralin (1440); linuron (990), sulfentrazone (100; 200 e 300), linuron + trifluralin (247+1440; 495+1440 e 990+1440), sulfentrazone + trifluralin (100+1440; 200+1440 e 300+1440), assim como por uma testemunha sem aplicação e outra capinada em todo o ciclo da cultura. As misturas em tanque com os herbicidas sulfentrazone + trifluralin causaram baixa intoxicação à cultura da chia e os melhores níveis de controle das plantas daninhas, sendo a dose de 100 + 1440  $\text{g ha}^{-1}$ , a mais segura em relação aos aspectos de desenvolvimento e produtividade de grãos. Sulfentrazone + trifluralin (100 + 1440  $\text{g ha}^{-1}$ ) e linuron + trifluralin (247 + 1440  $\text{g ha}^{-1}$ ) foram as associações mais seletivas à cultura da chia. Sulfentrazone, trifluralin e linuron aplicados isolados não foram viáveis no manejo adequado das plantas daninhas na cultura da chia.

**Palavras-chave:** controle; plantas daninhas; intoxicação; *Salvia hispanica* L.

## Abstract

The benefits of chia in human food have been widely explored because its seeds are rich in omega 3, minerals, fibers and proteins. However, crop management information is still restricted, such as the proper use of herbicides for weed control. This research aimed to evaluate the herbicides combinations efficiency and selectivity applied in *Salvia hispanica* pre-emergence. The experiment was developed in the field, Guarapuava, Paraná State, using a randomized block design, with thirteen treatments and four replications. The treatments were represented by isolated and/or associated herbicides in the respective doses ( $\text{g ha}^{-1}$ ): trifluralin (1440); linuron (990), sulfentrazone (100; 200 and 300), linuron + trifluralin (247+1440; 495+1440 and 990+1440), sulfentrazone + trifluralin (100+1440; 200+1440 and 300+1440), as well as non-applied control and another weeded throughout the whole crop cycle. The tank mixtures with sulfentrazone + trifluralin caused low intoxication to chia culture and the best levels of weed control, being the 100 + 1440  $\text{g ha}^{-1}$  dose the safest one in relation to development and productivity of grains. Sulfentrazone + trifluralin (100 + 1440  $\text{g ha}^{-1}$ ) and linuron + trifluralin (247 + 1440  $\text{g ha}^{-1}$ ) were the most selective associations to chia crop. The

isolated application of sulfentrazone, trifluralin and linuron was not feasible for the weeds mixed infestation management in the chia crop.

**Keywords:** control; weeds; intoxication; *Salvia hispanica* L.

## Resumen

Los beneficios de la chía en los alimentos humanos han sido ampliamente explorados porque sus semillas son ricas en omega 3, minerales, fibras y proteínas. Sin embargo, la información sobre la gestión de cultivos sigue estando restringida, como el uso adecuado de herbicidas para el control de las malezas. Esta investigación tenía como objetivo evaluar la eficiencia y selectividad de las asociaciones de herbicidas aplicadas en el pre-surgimiento del cultivo de *Salvia hispanica*. El experimento se llevó a cabo en el campo en Guarapuava, Paraná, utilizando un diseño de bloque aleatorizado con trece tratamientos y cuatro replicaciones. Los tratamientos consistían en herbicidas aislados y/o asociados en las dosis respectivas ( $\text{g ha}^{-1}$ ): trifluralin (1440); linuron (990), sulfentrazone (100; 200 y 300), linuron + trifluralin (247+1440; 495+1440 y 990+1440), sulfentrazone + trifluralin (100+1440; 200+1440 y 300+1440), así como por controles no aplicados y de socialidad durante todo el ciclo de cultivo. Las mezclas en tanque con los herbicidas sulfentrazone + trifluralin causaron baja intoxicación al cultivo de chía y los mejores niveles de control de la malezas, siendo la dosis de  $100 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$ , la más segura en relación con los aspectos de desarrollo y rendimiento del grano. Sulfentrazone + trifluralin ( $100 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$ ) y linuron + trifluralin ( $247 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$ ) fueron las asociaciones más selectivas con el cultivo de chía. Los aislados aplicados por sulfentrazone, trifluralin y linuron no eran viables en el manejo adecuado de las malezas en cultivos de chía.

**Palabras clave:** control; malezas; intoxicación; *Salvia hispanica* L.

## 1. Introdução

A chia (*Salvia hispânica* L.) é uma planta herbácea de ciclo anual, nativa do Sul do México e Norte da Guatemala, pertencente à família Lamiaceae (Ávarez-Chávez et al., 2008). As sementes são constituídas de elementos nutricionais importantes como o ômega-3, fibras, proteínas, ácidos graxos e antioxidantes (Ixtaina et al., 2011, Coelho & Salas-Mellado, 2014) e seu consumo é indicado na reeducação alimentar, redução do colesterol, controle de glicemia, prevenção do envelhecimento precoce e auxilia na imunidade do corpo (Heineck, et al., 2013).

Na agricultura brasileira, as regiões que mais vêm investindo no cultivo de chia nas últimas safras são o oeste Paranaense e o noroeste do Rio Grande do sul, as quais já alcançaram resultados satisfatórios apesar da escassez de informações em relação ao manejo da cultura (Migliavacca et al., 2014a). A produção de chia é recente no Brasil, no entanto a altitude e condições climáticas do país, permitem que seu cultivo ocorra em diversas regiões (Pereira et al., 2013, Migliavacca et al., 2014a). A planta de chia pode chegar a dois metros de altura, conforme a época de semeadura e apesar das poucas informações sobre seu manejo, mostra-se como opção rentável dentro de um sistema de rotação de culturas, além de proporcionar elevado acúmulo de matéria seca sobre o solo após a colheita (Migliavacca et al., 2014b).

Entre os vários os fatores que podem limitar o desenvolvimento das plantas de chia está a competição por água, luz e nutrientes com as plantas daninhas. O período que corresponde aos 45 dias após a emergência da planta de chia é o mais crítico em relação ao manejo de plantas daninhas, pois é quando tem-se uma maior pressão das mesmas e uma baixa taxa de desenvolvimento da cultura, prejudicando seu desenvolvimento e produtividade (Bochicchio et al., 2015). Após esse período, a própria cultura faz o sombreando o solo, limitando ou até mesmo inibindo o desenvolvimento das plantas daninhas em meio ao estande. De forma geral, em áreas cultivadas com chia as plantas daninhas são controladas de maneira manual e/ou mecânica (Pozo, 2010). Apesar do manejo químico com herbicidas ser mais vantajoso em comparação aos demais métodos (EMBRAPA, 2010), devido a economia na mão-de-obra e rapidez na aplicação, ainda são restritos os estudos do seu efeito sobre a seletividade em relação a chia (Pozo, 2010).

A seletividade dos herbicidas é de elevada importância não somente para a cultura em questão, mas para qualquer sistema de cultivo agrícola (Bunhola & Segato, 2017), sendo considerado seletivo o herbicida que controla determinada planta daninha sem causar sérios danos a cultura. Conforme for a maior diferença de tolerância entre determinada cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação (Oliveira Junior & Inoue, 2011).

Com a menor capacidade de competição da cultura com as plantas daninhas no período que corresponde da germinação até fechamento da cultura, a aplicação na modalidade pré-emergência da cultura e das plantas daninhas, caracteriza-se como excelente alternativa de manejo com herbicidas (Brighenti & Oliveira, 2011), desde que apresentem efeito residual igual ou superior ao período supracitado para a cultura em questão. Para a escolha do herbicida deve se levar em conta além da seletividade e efeito residual para a cultura em

sucessão, além de outros aspectos técnicos e econômicos como, época de aplicação, espectro de controle e custos (Maciel, 2014).

Apesar de escassos, alguns estudos têm demonstrado que a aplicação de trifluralin, sulfentrazone e linuron têm demonstrado efeito seletivo para as plantas de chia submetidas a aplicação na modalidade pré-emergência (Rojas, 2013, Maciel et al., 2019).

Em função do exposto, é de grande importância o melhor entendimento sobre a seletividade de associações compostas por misturas em tanque de herbicidas com possibilidade de uso na cultura da chia em aplicação de pré-emergência. Assim, esta pesquisa por objetivo avaliar a eficiência e seletividade de misturas em tanque de herbicidas utilizadas em pré-emergência da cultura da chia, nas condições edafoclimáticas de Guarapuava-PR.

## 2. Metodologia

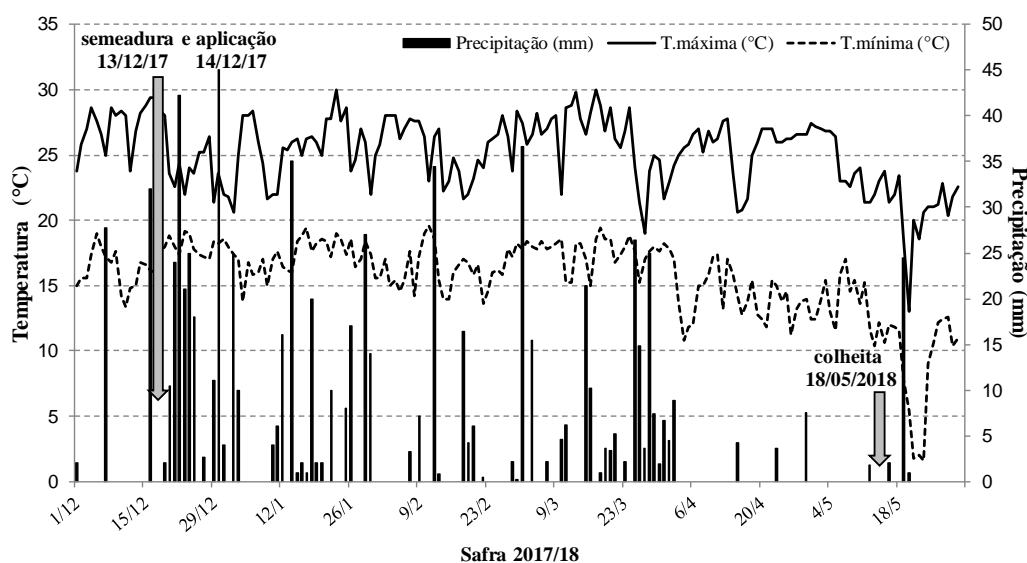
O ensaio foi conduzido a campo em área experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, campus CEDETEG, Guarapuava-PR, localizada nas coordenadas geográficas 25°23'06,3'' S 051°29'37,4'' O e 1025 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno distrófico típico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), apresentando a seguinte composição em relação à sua análise físico-química: pH em CaCl<sub>2</sub> de 4,99; teor de H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> de 4,93 cmol<sub>c</sub> cm<sup>-3</sup>, Ca<sup>+2</sup> de 3,98 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg de 1,73 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, K<sup>+</sup> de 0,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, P de 2,99 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich), com 41,18 g dm<sup>-3</sup> de C, assim como argila de 580 g kg<sup>-1</sup>, silte de 260 g kg<sup>-1</sup> e areia total de 160 g kg<sup>-1</sup>.

O clima da região é classificado como Cfb subtropical mesotérmico úmido segundo Köppen, sendo caracterizado por com verões frescos, invernos com geadas severas e frequentes, não apresentando uma estação seca definida (Nitsche et al., 2019). Os dados meteorológicos ocorridos durante o período encontram-se descritos na Figura 1, os quais foram obtidos na estação meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná (IAP), localizada dentro do *Campus* universitário, a 300 m de distância da área experimental.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, utilizado treze tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por parcelas com área total de 10,0 m<sup>2</sup> (2,5 x 4,0 m), sendo desconsideradas as linhas laterais nas avaliações. Os tratamentos foram representados pela aplicação em pré-emergência dos herbicidas isolados e/ou associados, nas respectivas doses: Trifluralina Nortox Gold<sup>®</sup> (trifluralin 1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>); Afalon SC<sup>®</sup> (linuron 990 g i.a. ha<sup>-1</sup>), Boral 500 SC<sup>®</sup> (sulfentrazone 100; 200 e 300 g i.a. ha<sup>-1</sup>), Afalon SC<sup>®</sup> + Trifluralina Nortox Gold<sup>®</sup> (linuron + trifluralin 247+1440; 495+1440 e

990+1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>), Boral 500 SC® + Trifluralina Nortox Gold® (sulfentrazone + trifluralin 100+1440; 200+1440 e 300+1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>), assim como por testemunhas sem aplicação e capinada durante todo o ciclo da cultura.

**Figura 1.** Dados meteorológicos diários de temperaturas (°C) máxima e mínima, assim como de precipitação (mm) ocorridos durante o período de condução do experimento. Guarapuava-PR, 2017/18.



**Fonte:** Elaborado pelos autores

A semeadura da cultura foi realizada manualmente em 13/12/2017, utilizando-se espaçamento entre linhas de 0,5 m e população de 160 mil plantas ha<sup>-1</sup>, assim como adubação de base de 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-20-20 (NPK) e 60 kg ha<sup>-1</sup> de uréia, vinte dias após a emergência (DAE) da cultura.

As aplicações foram realizadas um dia após a semeadura da cultura (14/12/2017) e na ausência de plantas daninhas emergidas, utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas de pulverização TTi110.02, na pressão de 210 KPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h<sup>-1</sup>, constituindo assim taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>. As condições meteorológicas no momento da aplicação (09h15min às 10h00min) foram registradas através de um termo-higro-anemômetro digital portátil, sendo caracterizado, em média, temperatura de 23,1°C, umidade relativa de 65,7% e ventos com velocidade de 3,1 km h<sup>-1</sup>.

As características culturais avaliadas foram: intoxicação aos 7, 14 e 21 DAE (dias após emergência da cultura), por meio de escala de notas visuais, conforme metodologia descrita por SBCPD (1995), onde 0% representou ausência de sintomas de injúrias e 100% a morte das plantas; estande, representado pelo número de plantas de chia emergidas por metro linear aos 28 DAE; a altura de plantas, sendo considerado a altura do solo até a inserção da última folha completamente expandida aos 28 DAE e na colheita de grãos; o teor de clorofila, com auxílio de clorofilômetro portátil, modelo Minolta SPAD-502 (índice SPAD) aos 7, 14 e 21 DAE; número de ramificações (NR) e o número de inflorescência (NINF) por planta; massa de 100 grãos (P100G) e produtividade de grãos (PROD - kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, sendo os resultados comparados pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5,0% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1, estão representados os resultados de densidade de plantas infestantes que ocorreram aos 28 dias após a emergência (DAE) da cultura da chia. Esta avaliação serve como parâmetro indicador do efeito dos herbicidas no controle das plantas daninhas (Ayala, 2010; Pérez, 2011). Em relação a avaliação da densidade da infestação, observou-se que para *Raphanus raphanistrum* e *Ambrosia artemisiifolia* todos os tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha sem capina, caracterizando não ter ocorrido atividade residual dos herbicidas para ambas espécies. Para as espécies *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea indivisa*, os tratamentos com sulfentrazone, nas doses de 200 e 300 g ha<sup>-1</sup>, assim como pelas misturas em tanque de sulfentrazone + trifluralin, formaram os agrupamentos com os melhores níveis de controle. Para *Spermacoce latifolia* as menores densidades foram obtidas com aplicação de sulfentrazone (300 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone + trifluralin (200 + 1440 e 300 + 1440 g ha<sup>-1</sup>) e linuron + trifluralin (990 + 1440 g ha<sup>-1</sup>).

Para as espécies monocotiledôneas, os tratamentos com trifluralin isolada (1440 g ha<sup>-1</sup>), linuron + trifluralin e sulfentrazone + trifluralin reduziram a densidade de *Digitaria horizontalis* de 86,5% a 100%, enquanto as demais misturas que continham trifluralin, proporcionaram total ausência da planta daninha. As menores densidades de *Urochloa plantaginea* foram obtidas com os tratamentos que continham trifluralin isolado e/ou em misturas e sulfentrazone nas duas maiores doses. O herbicida trifluralin pertence ao grupo dos herbicidas inibidores do crescimento inicial, que apresentam maior eficiência em controlar gramíneas provenientes de sementes, com pouco ou nenhum controle em folhas largas



(Oliveira Junior, 2011), corroborando como os resultados obtidos no experimento. Em trabalho realizado por Nascimento et al. (2011), é possível observar em avaliação realizada aproximadamente aos 40 dias após a aplicação (DAA) de trifluralin (810 g ha<sup>-1</sup>) controle ineficiente para o grupo das plantas daninhas de folhas largas, sendo que para as folhas estreitas ocorreu efeito contrário, com médias do controle de 16,3 e 92,5%, respectivamente. Resultados obtidos por Carbonari et al. (2011), com aplicação de 500 g ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone resultou em baixo controle das gramíneas (folha fina) *Urochloa decumbens* e *Panicum maximum*, por outro lado as folhas largas *Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoides* apresentaram controle satisfatório aos 75 DAA. Lopes Ovejeiro et al. (2013), constataram controle ineficiente de *R. raphanistrum* e eficiente de *E. heterophylla*, *I. hederifolia*, *I. triloba* aos 28 dias após aplicação de sulfentrazone (400 g ha<sup>-1</sup>). Esse resultado corrobora com a redução da densidade da emergência de plantas (controle) obtida com 300 g ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone para as mesmas espécies ou gênero de plantas daninhas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Densidade das espécies emergidas (plantas m<sup>-2</sup>) *Raphanus raphanistrum* (RAPRA), *Euphorbia heterophylla* (EPHLL), *Ipomoea indivisa* (IPOIN), *Ambrosia artemisiifolia* (AMBEL), *Spermacoce latifolia* (BOILF), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Urochloa plantaginea* (BRAPL) e somatória total das espécies aos 28 DAE, em área submetida a aplicação de herbicidas isolados e associados na pré-emergência da cultura.

Herbicidas (dose g ha <sup>-1</sup> )	RAPRA	EPHLL	IPOIN	AMBEL	BOILF	DIGHO	BRAPL	Total (Σ)
1. testemunha capinada	-	-	-	-	-	-	-	-
2. testemunha sem capina	30	38 A	9 A	12	19 A	23 A	60 A	191 A
3. trifluralin (1440)	16	31 A	9 A	10	15 A	3 C	12 B	92 C
4. linuron (990)	20	30 A	7 A	9	9 A	18 A	56 A	148 B
5. linu + trif (247+1440)	22	37 A	10 A	11	21 A	1 C	20 B	125 B
6. linu + trif (495+1440)	15	32 A	8 A	10	22 A	0 C	12 B	101 C
7. linu + trif (990+1440)	12	31 A	7 A	11	4 B	0 C	14 B	84 C
8. sulfentrazone (100)	20	14 B	6 A	13	11 A	15 A	77 A	156 B
9. sulfentrazone (200)	25	11 B	1 B	14	10 A	8 B	24 B	93 C
10. sulfentrazone (300)	14	7 B	2 B	12	2 B	8 B	17 B	62 D
11. sulf + trif (100+1440)	22	9 B	2 B	7	14 A	0 C	7 B	61 D
12. sulf + trif (200+1440)	23	7 B	3 B	6	3 B	0 C	9 B	51 D
13. sulf + trifl (300+1440)	19	3 B	0 B	6	3 B	0 C	10 B	41 D
Fcal	1,14 <sup>NS</sup>	6,97*	3,43*	0,32 <sup>NS</sup>	2,93*	27,36*	13,47*	16,25*
CV (%)	24,20	28,84	41,20	36,21	40,51	24,79	23,03	11,56

- DAE = Dias após à emergência da cultura. - Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). \* = significativo e <sup>NS</sup> = não significativo. Dados transformados em  $\sqrt{x+1}$ . - **Fonte:** Elaborado pelos autores.



Em relação a avaliação total da densidade das espécies infestantes (Tabela 1), o sulfentrazone na maior dose e todos os tratamentos que continham sulfentrazone + trifluralin proporcionaram os melhores resultados, que somados, a média da redução de emergência das invasoras foi 71,86% menor, em comparação a testemunha sem capina.

Os tratamentos herbicidas apresentaram alta seletividade para a chia, com baixa fitointoxicação aos 7 DAE (Tabela 2), com exceção das associações de linuron + trifluralin, nas doses de 495 + 1440 e 900 + 1440 g ha<sup>-1</sup>. Segundo Rojas (2013), as plantas de chia que receberam a aplicação de linuron e trifluralin isolados, em um de seus ensaios, apresentaram leves sintomas de fitointoxicação, sem diferença significativa da testemunha sem aplicação, aos 15 dias após a emergência da chia. O sulfentrazone na maior dose também causou sintomas consideráveis de fitointoxicação, mas quando foi associado ao trifluralin (1440 g ha<sup>-1</sup>), ocorreu uma redução de 46,2% desta variável. Aos 14 DAE os sintomas de fitointoxicação não foram mais evidenciados visualmente, com exceção dos tratamentos que apresentaram os maiores níveis de injúrias na avaliação anterior, mas em menor intensidade, caracterizando recuperação. Aos 21 DAE não foi evidenciado nenhum sintoma de fitointoxicação para qualquer tratamento herbicida.

**Tabela 2.** Fitointoxicação e teor de clorofila das folhas de chia em plantas submetidas à aplicação de herbicidas isolados e associados na pré-emergência da cultura.

Herbicidas (dose g ha <sup>-1</sup> )	Fitointoxicação (%)			Teor de clorofila (índice SPAD)		
	7 DAE	14 DAE	21 DAE	7 DAE	14 DAE	21 DAE
1. testemunha capinada	0,0 G	0,0 D	0,0	33,0 A	33,7	34,0
2. testemunha sem capina	0,0 G	0,0 D	0,0	33,3 A	33,5	33,6
3. trifluralin (1440)	5,8 E	0,0 D	0,0	32,6 B	33,6	33,3
4. linuron (990)	7,3 D	3,5 C	0,0	32,1 B	33,3	33,8
5. linu + trif (247+1440)	11,5 C	4,5 B	0,0	31,6 C	33,4	33,5
6. linu + trif (495+1440)	17,3 A	5,8 A	0,0	31,3 C	33,5	33,4
7. linu + trif (990+1440)	18,3 A	6,5 A	0,0	30,7 D	33,3	33,3
8. sulfentrazone (100)	3,0 F	0,0 D	0,0	33,4 A	33,4	33,3
9. sulfentrazone (200)	7,3 D	0,0 D	0,0	32,2 B	33,7	33,7
10. sulfentrazone (300)	14,5 B	3,5 C	0,0	30,8 D	33,2	33,2
11. sulf + trif (100+1440)	3,5 F	0,0 D	0,0	33,3 A	33,4	33,7
12. sulf + trif (200+1440)	4,5 E	0,0 D	0,0	33,4 A	33,4	33,7
13. sulf + trifl (300+1440)	7,8 D	3,0 C	0,0	32,7 C	33,9	33,4
Fcal	77,323*	42,609*	-	14,779*	0,465 <sup>NS</sup>	0,638 <sup>NS</sup>
CV (%)	17,73	36,98	-	1,56	1,74	1,83

- DAE = Dias após à emergência da cultura. - Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). \* = significativo e <sup>NS</sup> = não significativo.

- **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Em relação ao teor de clorofila (índice SPAD), os tratamentos representados pelo sulfentrazone na menor dose e sulfentrazone + trifluralim nas doses de 100 + 1440 e 200 + 1440 g ha<sup>-1</sup> não diferiram significativamente das testemunhas (com e sem capina). Aos 14 e 21 DAE não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos estudados (Tabela 2). Maciel et al. (2019) relataram que a aplicação de sulfentrazone nas doses entre 200 a 800 g ha<sup>-1</sup> reduziram significativamente o teor de clorofila (índice SPAD) aos 21 DAE da chia, e recuperação a partir dos 35 DAE, não diferindo das testemunhas. O índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), depende da quantidade de luz absorvida pelos pigmentos das folhas, que por meio de valores calculados no aparelho, gera uma estimativa do teor relativo de clorofila (Waskom et al., 1996). Segundo Neves et al. (2005), as clorofilas são responsáveis pelo processo de conversão da luz solar em energia, na forma de ATP e NADPH, apresentando assim, uma relação próxima com a eficiência fotossintética das plantas. Com isso, pode-se afirmar que a eficiência fotossintética das plantas de chia, foi total recuperada a partir dos 21 DAE, em todos os tratamentos.

Em relação ao estande de plantas de chia aos 21 DAE (Tabela 3), todos os tratamentos com misturas de linuron + trifluralin e sulfentrazone na maior dose foram os mais prejudiciais. Linuron + trifluralin nas doses de 495 + 1440 e 990 + 1440 g ha<sup>-1</sup>, reduziram o estande em 37,6 e 45,6%, diferindo estatisticamente de linuron + trifluralin na dose de 247 + 1440 g ha<sup>-1</sup> e sulfentrazone na maior dose, os quais proporcionaram redução no estande de chia de 29,6 e 25,6%, respectivamente. Os herbicidas trifluralin, linuron, sulfentrazone na menor dose e sulfentrazone + trifluralin nas doses de 100 + 1440 e 200 + 1440 g ha<sup>-1</sup>, não influenciaram no estande de planta, quando comparados com a testemunhada capinada. Resultados divergentes foram encontrados em trabalho realizado por Karkanis et al. (2018). Os autores relataram que a aplicação isolada de oxyfluorfen e pendimethalin, os quais apresentam os mesmos mecanismos de ação que sulfentrazone e trifluralin, respectivamente (Rodrigues & Almeida, 2018), assim como linuron, ambos aplicados em pré-emergência, suprimiram em 84,0%, 41,0% e 56,0% a emergência de plântulas de chia. Maciel et al. (2019) constataram que a aplicação de 100, 200, 400 e 800 g ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone causaram redução no estande da cultura da chia aos 28 DAE de 19,3, 46,2, 69,9 e 80,6%, respectivamente, resultado este oposto ao encontrado neste trabalho para menor dose do sulfentrazone. Trifluralim, na dose de 1400 g ha<sup>-1</sup>, não interferiu no estande de plantas de chia, ao contrário do observado por Maciel et al. (2019) com 1800 g ha<sup>-1</sup>, do referido herbicida, causando redução do estande em 8,6%.

Para a altura das plantas da cultura, linuron isolado ou associado ao trifluralin, sulfentrazone em suas duas maiores doses e sulfentrazone + trifluralin (300 + 1440 g ha<sup>-1</sup>) proporcionaram as menores alturas de plantas de chia aos 21 DAE, diferindo dos demais tratamentos. Para a avaliação realizada na colheita, observa-se que todos as misturas de sulfentrazone + trifluralin, não tiveram influência sobre a altura das plantas de chia. Além disso, esses mesmos tratamentos também proporcionaram os maiores valores médios para o número de inflorescência (Tabela 3). Trifluralin isolado e sulfentrazone + trifluralin (300 + 1440 g ha<sup>-1</sup>) ocasionaram os maiores números de ramificações. Sulfentrazone, nas duas maiores doses, afetou negativamente o desenvolvimento das plantas de chia, que pode ser observado com a menor altura no momento da colheita, menor número de ramos e inflorescência. Karkanis et al. (2018), verificaram que o herbicida pendimethalin reduziu significativamente a altura de plantas, principalmente aos 56 dias após sementeira. Resultado semelhante foi encontrado por Rojas (2013), com o mesmo herbicida, para a mesma variável avaliada na colheita, assim como em relação ao número de inflorescência. Esse autor também verificou que a trifluralin não afetou o número de ramos e inflorescências da chia.

**Tabela 3.** Estande (ESTD), altura das plantas (ALT 1 e 2), número de ramificações (NR), inflorescência (NINF), massa de 100 grãos (P100G) e produtividade (PROD) de grãos de chia submetida à aplicação de herbicidas isolados e associados na pré-emergência da cultura.

Herbicidas (dose g ha <sup>-1</sup> )	ESTD <sup>1</sup> (plt m <sup>-1</sup> )	ALT1 <sup>1</sup> (cm)	ALT2 <sup>2</sup> (cm)	NR <sup>2</sup> (n° plt <sup>-1</sup> )	NINF <sup>2</sup>	P100G <sup>2</sup> (g)	PROD <sup>2</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )
1. testemunha capinada	12,5 A	19,4 A	181,4 A	46,7 A	54,4 A	0,141	1581 A
2. testemunha sem capina	11,5 A	18,5 A	157,4 B	13,8 H	23,5 F	0,141	669 D
3. trifluralin (1440)	12,3 A	18,5 A	158,0 B	36,0 B	35,8 C	0,140	964 C
4. linuron (990)	12,0 A	15,6 B	160,7 B	25,3 E	32,7 D	0,139	1042 B
5. linu + trif (247+1440)	8,8 C	17,1 B	156,8 B	28,9 D	27,0 E	0,137	1324 A
6. linu + trif (495+1440)	7,8 D	17,4 B	158,8 B	28,3 D	27,4 E	0,137	1174 B
7. linu + trif (990+1440)	6,8 D	17,0 B	158,4 B	20,5 G	26,8 E	0,137	1152 B
8. sulfentrazone (100)	12,0 A	18,0 A	157,3 B	22,4 F	26,5 E	0,141	744 D
9. sulfentrazone (200)	10,5 B	15,5 B	153,5 C	20,5 G	18,4 G	0,139	946 C
10. sulfentrazone (300)	9,3 C	16,8 B	153,0 C	20,2 G	19,8 G	0,139	1001 C
11. sulf + trif (100+1440)	12,5 A	18,6 A	182,3 A	34,1 C	42,9 B	0,142	1382 A
12. sulf + trif (200+1440)	11,8 A	18,2 A	183,6 A	33,4 C	41,2 B	0,141	1129 B
13. sulf + trifl (300+1440)	10,5 B	16,6 B	182,8 A	36,2 B	41,8 B	0,139	1062 C
Fcal	14,87*	4,34*	127,08*	283,79*	227,29*	0,348 <sup>NS</sup>	5,793*
CV (%)	9,37	6,50	1,33	3,77	4,34	4,11	18,49

<sup>1</sup> = 28 Dias após à emergência da cultura (DAE); <sup>2</sup> = colheita da cultura. - Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (p≤ 0,05). \* = significativo e <sup>NS</sup> = não significativo. - **Fonte:** Elaborado pelos autores.

A variável massa de 100 grãos não foi influenciada pelos tratamentos herbicidas e convivência com as plantas daninhas (testemunha sem capina) (Tabela 3). Para a produtividade de grãos, observou-se que a convivência das plantas daninhas com a cultura da chia durante todo o seu ciclo, resultou na redução de 57,68%, em relação a testemunha capinada. Em relação aos herbicidas, apenas aplicação das misturas de linuron + trifluralin (247 + 1440 g ha<sup>-1</sup>) e sulfentrazone + trifluralin (100 + 1440 g ha<sup>-1</sup>) não diferiram da testemunha capinada, apresentando as maiores produtividades. As demais misturas de linuron + trifluralin, sulfentrazone + trifluralin (200 + 1440 g ha<sup>-1</sup>) e linuron isolado apresentou agrupamento intermediário em relação a produtividade, se diferenciando dos demais tratamentos. A menor produtividade foi obtida com a aplicação de sulfentrazone, não se diferenciando estatisticamente da testemunha sem capina. Rojas (2013), constatou as maiores produtividades de chia para aplicação de trifluralin e linuron, com os resultados não diferindo estatisticamente da testemunha. De forma semelhante, Maciel et al. (2019) também não constataram interferência significativa na produtividade de grãos da chia para os herbicidas trifluralin e sulfentrazone, respectivamente, nas doses de 1800 e 100 g ha<sup>-1</sup>.

#### **4. Conclusões**

As misturas em tanque com sulfentrazone + trifluralin causaram leve intoxicação à chia e excelente controle das plantas daninhas, sendo 100 + 1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>, a dose mais segura em relação as variáveis de desenvolvimento e produtividade de grãos.

Por outro lado, sulfentrazone + trifluralin (100 + 1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e linuron + trifluralin (247 + 1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram as associações mais seletivas à cultura da chia.

As aplicações isoladas de sulfentrazone, trifluralin e linuron não foram viáveis para o manejo adequado do complexo das plantas daninhas prevalentes na cultura da chia, nas condições edafoclimáticas de Guarapuava/PR.

#### **5. Agradecimentos**

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária (Fundação Araucária de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná) pelo auxílio financeiro com bolsas de iniciação científica e pós-graduação.

## Referências

- Alvarez-Chávez, L. M., Valdivia-López, M. A., Aburto-Juárez, M. L., & Tecante, A. (2008). Chemical Characterization of the Lipid Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Food Properties*, 11(3), 687-697. <http://dx.doi.org/10.1080/10942910701622656>
- Ayala, P. (2010). *Efecto de la aplicación de diferentes herbicidas sobre el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea var. itálica plenck.)*. Memoria (Ingeniero agrónomo). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Bohicchio, R., Philips, T. D., Lovelli, S., Labella, R., Galgano, F., Marisco, A. D., Perniola, M., & Amato, M. (2015). Innovative Crop Productions for Healthy Food: The Case of Chia (*Salvia hispanica* L.). In Vastola, A. *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin* (pp. 29-46). New York: Springer.
- Brighenti, A. M., & Oliveira, M. F. (2011). Biologia de plantas daninhas. In Oliveira Junior, R. S., Constantín, J., Inoue, M. H. *Biologia e manejo de plantas daninhas* (pp. 01-36). Curitiba: Omnipax.
- Bunhola, T. M., & Segato, S. V. (2017). Avaliação preliminar de novo herbicida aplicado e pré-emergência em cana-planta. *Nucleus*, 14(1), 247-266.
- Carbonari, C. A., Velini, E. D., Gomes, G. L. G. C., Takahashi, E. N., & Bentivenha, R. S. P. (2011). Aplicação aérea de grânulos de argila como veículo de herbicidas para o controle de plantas daninhas em área de reforma de eucalipto. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 10(3), 257-265. <https://doi.org/10.7824/rbh.v10i3.119>
- Coelho, M. S., & Salas-Melado, M. M. (2014). Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) em alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(4), 259-268. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1814>
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos* (3 ed). Brasília: EMBRAPA.
- Heineck, B. K., Wolf, C. A., Kemerich, G. T., Becchi, C. S., & Oliveira, E. C. (2013). Análise de ômega 3 em sorvete de tomate com semente de chia. *Revista Destaques Acadêmicos*, 5(4), 121-126.
- Ixtaina, V. Y., Martínez, M. L., Spotorno, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M., Diehl, B. W. K., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 166-174. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.08.006>
- Karkanis, A. C., Kontopoulou, C., Lykas, C., Kakabouki, I., Petropoulos, S.A., & Bilalis, D. (2018). Efficacy and selectivity of pre and post-emergence herbicides in chia (*Salvia*

*hispanica* L.) under mediterranean semi-arid conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(1), 183-189. <https://doi.org/10.15835/nbha46110979>

Lopes Ovejeiro, R. F., Soares, D. J., Oliveira, W. S., Fonseca, L. B., Berger, G. U., Soteris, J. K., & Christoffoleti, P. J. (2013). Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant soybean in Brazil. *Plantas Daninhas*, 31(4), 947-959. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000400021>

Maciel, C.D.G. (2014). Método de controle de plantas daninhas. In Moquero, P. A. *Aspectos da Biologia e manejo de plantas daninhas* (pp. 129-144). São Carlos: RiMa

Maciel, C. D. G., Vidal, L. H. I., Jadoski, S. O., Luchemin, C. E. L., Helvig, E. O., Silva, A. A. P., Dranca, A. C., & Inoue, M. H. (2019). Selectivity of herbicides applied in pre-emergence in chia crop. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14(1), 1-7. <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i1a5609>

Migliavacca, R. A., Silva, T. R. B., Vasconcelos, A. L. S., Mourão Filho, W., & Baptistella, J. L. C. (2014a). O cultivo da chia no brasil: futuro e perspectivas. *Journal of Agronomic Sciences*, 3(n.esp), 161-179.

Migliavacca, R. A., Vasconcelos, A. L. S., Santos, C. L., & Baptistella, J. L. C. (2014b). Uso da cultura da chia como opção de rotação no Sistema Plantio Direto. *Anais do Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha*, Bonito, MS, Brasil, 14.

Nascimento, H. L. B., Andrade, C. M. S., Fontes, J. R. A., Lima, A. A., Zaninetti, R. A., & Sales, L. M. F. (2011). Seleção de herbicidas para estabelecimento de áreas de produção de sementes de amendoim forrageiro. *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Belém, PA, Brasil, 48.

Neves, O. S. C., Carvalho, J. G., Martins, F. A. D., Pádua, T. R. P., & Pinho, P. J. (2005). Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(5), 517-521. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500014>

Nitsche, P. R., Caramori, P. H., Ricce, W. S., & Pinto, L. F. D. (2019). *Atlas climático do estado do Paraná*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná.

Oliveira Junior, R. S., & Inoue, M. H. (2011). Seletividades de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In Oliveira Junior, R. S., Constantin, J., & Inoue, M. H. *Biologia e manejo de plantas daninhas* (pp. 243-262). Curitiba: Omnipax.

Oliveira Junior, R. S. (2011). Mecanismos de ação dos herbicidas. In Oliveira Junior, R. S., Constantin, J., & Inoue, M. H. *Biologia e manejo de plantas daninhas* (pp. 141-192). Curitiba: Omnipax.

Pereira, L. S. S., Borges, J. T. S., Batista, C. V., Silva, N. A., Pirozi, M. R., & Kawase, K. Y. F. (2013). Composição físico-química e caracterização funcional de sementes de chia (*Salvia hispanica* L.). *Anais da Semana de Iniciação Científica e Semana de Extensão: Ciência para o Desenvolvimento Regional*, Coronel Fabriciano, MG, Brasil, 15 e 6.



Pérez, C. (2011). *Evaluación de herbicidas pre y post emergentes sobre zanahorias (Daucus carota L.) miniatura y estándar*. (2011). Memoria (Ingeniero Agrónomo - Fitotecnia). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Pozo, S. A. (2010). *Alternativas para el control químico de malezas anuales en el cultivo de la Chía (Salvia hispánica) en la Granja Ecaa, provincia de Imbabura*. Tesis (Ingeniera Agropecuaria). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.

Rodrigues, B. N., & Almeida, F.S. (2018). *Guia de herbicidas* (7 ed.). Londrina: IAPAR.

Rojas, D. B. E. V. (2013). *Efecto de la aplicación de herbicidas sobre el rendimiento en Chía (Salvia hispánica L.) en la región metropolitana*. Memoria (Ingeniera Agrónoma). Universidad de Chile Facultad de Ciências Agronómicas, Santiago, Chile.

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

Waskom, R. M., Westfall, D. G., Spellman, D. E., & Soltanpour, P. N. (1996). Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27(3), 545-560. <https://doi.org/10.1080/00103629609369576>

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Cleber Daniel de Goes Maciel - 30%

Bryan Buco de Vargas - 10%

Enelise Osco Helvig - 15%

João Paulo Matias - 15%

Juliano Tadeu Vilela de Resende - 15%

Sebastião Brasil Campos Lustosa - 15%