

EFEITO DO SELÊNIO COMO PROTETOR QUÍMICO NA SELETIVIDADE INICIAL DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS EMERGÊNCIA DE *Urochloa decumbens*EFFECT OF SELENIUM AS A CHEMICAL PROTECTOR ON THE SELECTIVITY OF HERBICIDES APPLIED IN POST EMERGENCY FROM *Urochloa decumbens*Roque de Carvalho Dias^{a*}, Leandro Tropaldi^b, Leandro Bianchi^a, Vitor Muller Anunciato^a, Diego Munhoz Gomes^a, Caio Antonio Carbonari^a, Edivaldo Domingues Velini^a^aDepartamento de Proteção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, São Paulo, Brasil. ^bDepartamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, São Paulo, Brasil.

*Autor correspondente: roquediasagro@gmail.com.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO**Histórico do artigo:**

Recebido: 27 Março 2020.

Aceito: 25 Setembro 2020.

Publicado: 02 Outubro 2020.

Palavras-chave/Keywords:

Ametryn/ Ametryn.

Amônio-glufosinate/ Ammonium-glufosinate.

Carfentrazone-ethyl/ Carfentrazone-ethyl.

Safener/ Safener.

Urochloa decumbens (Stapf) R. D.Webster/ *Urochloa decumbens* (Stapf)

R. D. Webster.

Financiamento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo apoio financeiro a pesquisa através do Projeto (Processo n. 140683/2018-6).

Direito Autoral: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.

Citação deste artigo:

DIAS, R. C.; TROPALDI, L.; BIANCHI, L.; ANUNCIATO, V. M.; GOMES, D. M.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Efeito do selênio como protetor químico na seletividade inicial de herbicidas aplicados em pós emergência de *Urochloa decumbens*. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 19, n. 2, 2020.

RESUMO

Algumas substâncias podem ser utilizadas como protetores químicos para aumentar a tolerância de culturas a herbicidas, incluindo alguns micronutrientes como é o caso do selênio. O uso de herbicidas em pastagem vem sendo cada vez mais comum no manejo das plantas daninhas, esse trabalho teve como objetivo avaliar o selênio como protetor químico na seletividade de herbicidas aplicados em pós emergência em *U. decumbens*. Foram conduzidos três experimentos em casa de vegetação, em esquema fatorial 5x2, cinco doses de herbicidas e na presença ou não de selênio (Se) (25 g ha⁻¹) aplicado via solo, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Sendo os tratamentos compostos com a utilização dos herbicidas ametryn (0, 500, 1000, 1500 e 3000 g i.a. ha⁻¹), amônio-glufosinate (0, 75, 150, 300 e 600 g i.a. ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (0, 5, 10, 20 e 40 g i.a. ha⁻¹) e um tratamento sem aplicação de herbicida. Avaliou-se aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), fitointoxicação e fluxo de transporte de elétrons (ETR) e aos 28 DAA altura das plantas e biomassa seca da parte aérea. De maneira geral, houve aumento da fitointoxicação das plantas em função das doses de todos herbicidas estudados. A aplicação de Se por sua vez, proporcionou menores níveis de fitointoxicação, e conseqüentemente menores reduções de ETR, altura e biomassa seca quando comparadas as plantas não tratadas com Se. Assim, conclui-se que o Se apresenta potencial de uso como protetor para esses herbicidas em pós-emergência em *U. decumbens*.

ABSTRACT

Some substances can be used as chemical protectors to increase the tolerance of crops to herbicides, including some micronutrients such as selenium. The use of herbicides in pastures has been increasingly used for weed management, this work aimed to evaluate selenium as a chemical protector in the selectivity of herbicides applied in post-emergence in *U. decumbens*. Three experiments were carried out in a greenhouse, in a 5x2 factorial scheme, five doses of herbicides and in the presence or not of selenium (Se) (25 g ha⁻¹) applied via soil, in a completely randomized design, with five replications. The treatments are composed using the herbicides ametryn (0, 500, 1000, 1500 and 3000 g a.i. ha⁻¹), ammonium-glufosinate (0, 75, 150, 300 and 600 g i.a. ha⁻¹) and carfentrazone-ethyl (0, 5, 10, 20 and 40 g a.i. ha⁻¹) and a treatment without herbicide application. They were evaluated at 3, 7, 14, 21 and 28 days after the application of treatments (DAA), phytointoxication and electron transport flow (ETR) and at 28 DAA plant height and shoot dry biomass. In general, there was an increase in plant phytoxication due to the doses of all herbicides studied. The application of Se, in turn, provided lower levels of phytointoxication, and consequently lower reductions in ETR, height and dry biomass when compared to plants not treated with Se. Thus, it is concluded that Se has potential use as a protector for these applied in post-emergence in *U. decumbens*.

1. Introdução

Urochloa decumbens (Stapf) R.D.Webster, popularmente conhecida como capim-braquiária, é uma gramínea forrageira que pertence à família Poaceae, a qual abrange em torno de 100 espécies (KISSMANN 1997). No Brasil, estima-se que 80 a 90% das forrageiras cultivadas são compostas pelo gênero *Urochloa* (SOUZA et al., 2016). A *U. decumbens* é a espécie mais comum nas pastagens brasileiras, destacando-se nos sistemas pecuários extensivos. Contudo, vale destacar que a formação e recuperação de pastagem é diretamente afetada pela infestação de plantas daninhas, reduzindo a produção e qualidade da forragem (D'ANTONINO et al., 2009; DIAS et al., 2011).

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas em pastagem, o uso de herbicidas vem conquistando espaço por reunir vantagens em relação a outros métodos, como por exemplo, a maior facilidade de aplicação, maior eficácia e pouca mão-de-obra. Contudo, a seletividade de herbicidas para gramíneas forrageiras dependendo de fatores como: a cultivar, a molécula herbicida e do próprio objetivo do cultivo (MARTINS et al., 2007). Assim, quando se refere ao uso de herbicidas aplicados em pós-emergência das plantas daninhas em pastagens, a maior dificuldade está na definição do produto a ser utilizado, uma vez que no Brasil existem apenas sete moléculas registradas (MAPA, 2020). Portanto, para se obter sucesso no controle de plantas daninhas utilizando-se herbicidas, é importante ter conhecimento sobre a relação de seletividade do herbicida com as plantas invasoras. O herbicida seletivo é aquele que possui capacidade de matar ou retardar o crescimento de uma ou mais espécies de plantas daninhas, e ao mesmo tempo, não prejudicar outras plantas de interesse comercial (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). Segundo esses autores, a seletividade dos herbicidas está relacionada à combinação de diversos fatores dentre o uso de protetores químicos ou “safeners”.

A utilização de “safeners” permite alcançar a seletividade para alguns herbicidas, já que protegem a cultura contra a ação tóxica do herbicida. Portanto, uma espécie antes suscetível, ao se utilizar o protetor químico torna-se tolerante; e ao mesmo tempo a eficácia de controle das plantas daninhas não é comprometida (GALON et al., 2011). Segundo esses mesmos autores, a hipótese geral é de que os “safeners” promovem rápida metabolização do herbicida ou interação com estes nos locais de ação, inibindo ou reduzindo a sua ação.

Os protetores existentes no mercado são utilizados principalmente na proteção das culturas do sorgo, milho, arroz, algodão e cereais de inverno contra injúrias dos herbicidas dos grupos tiocarbamatos, chloroacetanilidas, chloroacetamidas, sulfoniluréias, ariloxifenoxipropionatos e isoxazolidinonas (GALON et al., 2011). Aliado a isso, a utilização de macro e micronutrientes além da importância relacionada com o aumento do potencial produtivo das culturas podem promover importantes funções bioquímicas na planta como o aumento na atividade de enzimas antioxidantes (TAIZ; ZEIGER, 2013). O selênio (Se) é um micronutriente considerado essencial à nutrição de plantas e pode ser fornecido aos vegetais de forma direta e indireta

(MALAVOLTA, 2006). Dependendo da dosagem utilizada, o Se pode ativar algumas enzimas importantes no processo de metabolização como a dismutase de superóxido, catalase, redutase da glutatona, peroxidase de guaiacol e peroxidase de ascorbato (DJANAGUIRAMAN et al., 2004), enzimas que também são relacionadas a metabolização de alguns herbicidas.

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho avaliar o selênio como protetor químico na seletividade de herbicidas ametryn, amônio-glufosinate e carfentrazone-ethyl aplicados em pós-emergência em *Urochloa decumbens*.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições, utilizando-se como substrato Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2013), de textura média. As amostras de solo coletadas foram peneiradas, secas ao ar e acondicionadas em vasos de polietileno com capacidade de 770 cm³. O solo foi corrigido com a adição de calcário e fertilizantes a base de nitrogênio, fósforo e potássio em quantidades determinadas pela análise química do solo e baseadas na recomendação para forrageiras (RAIJ, 2001), apresentando posteriormente as seguintes características físico-químicas: areia, argila e silte: 695, 185, 119 g kg⁻¹, respectivamente; matéria orgânica, 23 g dm⁻³; pH (CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹), 6,8; P (resina), 310 mg dm⁻³; K, Ca, Mg e H+Al, 1,70, 85,00, 35,00 e 7,00 mmolc dm⁻³, respectivamente; e saturação por bases de 81%.

Foram conduzidos três experimentos. Para cada herbicida adotou-se o esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses dos herbicidas, na presença ou ausência de selênio aplicado via solo. Os tratamentos herbicidas foram compostos por: ametryn (MegaBr[®], SC, 500 g L⁻¹, Ouro Fino Química S.A.) - (0, 500, 1000, 1500 e 3000 g i.a. ha⁻¹), amônio-glufosinate (Finale[®], CS, 200 g L⁻¹, Basf S.A.) - (0, 75, 150, 300 e 600 g i.a. ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (Aurora[®], CE, 400 g L⁻¹, FMC) - (0, 5, 10, 20 e 40 g i.a. ha⁻¹) e um tratamento sem aplicação de herbicida. O segundo fator foi a ausência e presença de 25 g ha⁻¹ de Selênio (Se) aplicados 10 dias antes da aplicação dos tratamentos herbicidas via solo.

A semeadura do capim-braquiária foi realizada com dez sementes por unidade experimental, na profundidade de 1-2 cm, e após a emergência foi realizado o desbaste, mantendo-se duas plantas por vaso. A aplicação de Se foi realizada um mês após a emergência das plantas via solo, através de um pipeta eletrônica.

Durante a condução do experimento os vasos foram irrigados sempre que necessário, visando manter a umidade necessária para o desenvolvimento das plantas.

A aplicação dos herbicidas foi realizado utilizando-se um pulverizador instalado em ambiente controlado, provido de uma barra de pulverização com quatro pontas de pulverização XR 110.02 VS, espaçadas entre si em 0,5 m e posicionadas a 0,5 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. O sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, com volume de

calda de 200 L ha⁻¹, pressão constante de 3,0 kgf cm⁻², pressurizado por ar comprimido.

Aos 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA) realizou-se análise de taxa de transferência de elétrons (ETR) do FSII, por meio da fluorescência da clorofila. Para tal utilizou-se o protocolo Yield do fluorômetro modulado portátil *Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p (Opti-Science)*. As leituras foram feitas nas folhas completamente abertas e fotossinteticamente ativas. Concomitantemente, as plantas tratadas foram avaliadas visualmente quanto a injúria provocada pelos herbicidas segundo escala percentual de notas, onde “0” corresponde a nenhuma injúria e “100” significa a morte das plantas, conforme metodologia proposta pela SBPCD (1995). Por fim, aos 28 DAA realizou-se a aferição da altura das plantas por meio de uma régua graduada (superfície do solo até o ápice de cada planta) e a coleta da parte aérea das plantas para a determinação da biomassa seca que após serem acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar de 60° C até atingirem massa constante foram pesadas em balança analítica.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de

variância pelo teste F. As médias dos tratamentos componentes do fatorial foram comparadas entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade.

3. Resultados e discussão

Ao analisar o herbicida ametryn, observou-se que não houve sintomas de fitointoxicação aos 3 dias após a aplicação (DAA), contudo, estes valores foram verificados a partir do 7 DAA e aumentaram com o incremento das doses e dos períodos avaliados (Tabela 1). A aplicação de Se auxiliou em reduzir os sintomas provocados por esse herbicida, em média a redução foi de 16% aos 7 DAA e 25% aos 14, 21 e 28 DAA. Os valores de ETR em todos os períodos avaliados diminuíram com o aumento das doses (Tabela 2), assim como para a altura e biomassa seca aos 28 DAA (Tabela 3). Somente para a variável ETR aos 3 DAA que houve interação significativa entre doses e selênio (Se), além disso, as plantas tratadas com Se apresentaram valores superiores de ETR em 30, 12, 10, 9 e 5%, aos 3, 7, 14, 21 e 28 DAA respectivamente, em comparação as plantas não tratadas.

Tabela 1. Fitointoxicação (%) em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida ametryn.

Doses do ametryn (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação								
	Selênio								
	3 DAA ¹			7 DAA			14 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	0	0	-	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 E
500	0	0	-	20,00	25,40	22,70 D	25,00	32,00	28,50 D
1000	0	0	-	27,00	34,60	30,80 C	34,00	44,00	39,00 C
1500	0	0	-	32,40	37,80	35,10 B	40,00	52,00	46,00 B
3000	0	0	-	38,60	41,00	39,80 A	45,00	53,00	49,00 A
Média	-	-	-	23,60 b	27,76 a	-	28,80 b	36,20 a	-
F (Selênio A)	-	-	-	45,63**			210,61**		
F (Doses B)	-	-	-	518,28**			1206,92**		
F (A x B)	-	-	-	4,65 ^{ns}			16,00 ^{ns}		
C.V. %	-	-	-	8,48			5,55		

Doses do ametryn (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação					
	Selênio					
	21 DAA			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 E
500	32,00	39,00	35,50 D	35,00	45,00	40,00 D
1000	40,00	55,00	47,50 C	45,00	60,00	52,50 C
1500	53,00	60,00	56,50 B	56,00	67,00	61,50 B
3000	60,00	68,00	60,50 A	63,00	78,00	70,50 A
Média	35,60 b	44,40 a	-	39,80 b	50,00 a	-
F (Selênio A)	38,56**		-	4,80*		
F (Doses B)	355,67**		-	191,60**		
F (A x B)	2,65 ^{ns}		-	0,07 ^{ns}		
C.V. %	5,37		-	8,02		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.%= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 2. ETR em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida ametryn.

Doses do ametryn (g ha ⁻¹)	ETR								
	Selênio								
	3 DAA ¹			7 DAA			14 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	27,53 Aa	23,64 Ab	25,58 A	36,37	35,65	36,01 A	41,77	37,30	39,53 A
500	9,22 Ba	5,15 Bb	7,18 B	16,90	15,00	15,94 B	37,51	35,81	36,66 A
1000	8,87 Ba	4,06 CBb	6,46 B	16,24	13,09	14,66 B	25,25	21,99	23,62 B
1500	6,37 Ca	3,39 CBb	4,87 C	13,26	10,49	11,87 C	21,01	19,12	20,07 BC
3000	3,40 Da	2,54 Ca	2,97 D	10,17	9,27	9,71 C	19,09	17,30	18,19 C
Média	11,07 a	7,75 b	-	18,58 a	16,69 b	-	28,93 a	26,30 b	-
F (Selênio A)	106,45**			13,56**			8,22**		
F (Doses B)	650,79**			339,02**			92,10**		
F (A x B)	4,46*			0,89 ^{ns}			0,35 ^{ns}		
C.V. %	12,09			10,27			11,71		

Doses do ametryn (g ha ⁻¹)	ETR					
	Selênio					
	21 DAA			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	43,37	37,93	40,65 A	42,18	40,99	41,58 A
500	37,43	34,82	36,13 B	38,84	37,70	38,27 A
1000	26,06	23,99	25,02 C	24,27	22,21	23,24 B
1500	22,66	20,69	21,68 D	21,87	20,21	21,04 B
3000	20,65	19,21	19,93 D	19,97	21,11	20,54 BC
Média	30,03 a	27,33 b	-	29,65 a	28,22 b	-
F (Selênio A)	38,56**			4,80*		
F (Doses B)	355,67**			191,60**		
F (A x B)	2,65 ^{ns}			0,07 ^{ns}		
C.V. %	5,37			8,02		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.%= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Altura (cm) e biomassa seca (g) em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida ametryn.

Doses do ametryn (g ha ⁻¹)	Altura (cm)			Biomassa seca (g)		
	Selênio					
	28 DAA ¹			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	35,57	31,77	33,67 A	1,41	1,19	1,30 A
500	32,53	30,83	31,68 B	0,89	0,77	0,84 B
1000	25,68	24,59	23,13 C	0,67	0,53	0,60 BC
1500	17,49	16,31	16,90 D	0,45	0,37	0,41 CD
3000	16,52	16,03	16,28 D	0,32	0,17	0,25 D
Média	25,56 a	23,90 b	-	0,75 a	0,60 b	-
F (Selênio A)	74,28**			4,86*		
F (Doses B)	1420,91**			31,61**		
F (A x B)	8,86 ^{ns}			0,123 ^{ns}		
C.V. %	2,74			23,08		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.%= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Os sintomas desse herbicida foram caracterizados por pequenas pontuações necróticas nas folhas, causadas pela peroxidação de lipídeos, já que o herbicida age inibindo o fluxo de elétrons do fotossistema II e que foram aumentando com as semanas, fato relacionado a exposição a luz nos dias posteriores a aplicação (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). Além de apresentar eficácia de controle de plantas daninha eudicotiledôneas, também apresenta ação sobre algumas espécies de gramíneas dos gêneros *Eleusine* e *Digitaria*. Carvalho et al. (2010) verificaram a eficácia de ametryn de controle de até 57,5% em *U. decumbens* na cultura da cana-de-açúcar. Já Giraldeli et al. (2019), considerou seletivo o herbicida ametryn em *U. brizantha* cv. Marandu. Quando aplicado em pré-emergência em *U. decumbens*, esse mesmo herbicida em doses de 625 e 1250 g i.a. ha⁻¹ provocaram também sintomas fitotóxicos (RODRIGUES-COSTA et al., 2011).

Ressalta-se que as variações obtidas nos resultados do herbicida ametryn a espécies do gênero *Urochloa*, podem provavelmente estar relacionado ao estágio da planta durante a aplicação, uma vez que Carvalho, Igi Otsubo e Silva Paula (2009), observaram controle de *U. decumbens* pelo herbicida ametryn na fase de primeiro perfilho, porém, em estágio mais avançado, teceiro perfilho, o mesmo herbicida foi considerado pouco eficaz. A redução da ETR está relacionada a interferência negativa na funcionalidade

do aparelho fotossintético ou a efeitos dos estresses exógenos (KRAUSE; WEIS, 1991), ou seja, a inibição do FSII pelo herbicida provoca o bloqueio do fluxo de elétrons no FSII, reduzindo a taxa de transferência de elétrons (PEREZ-JONES; INTANON; MALLORY-SMITH, 2009), conforme também observado por Tropaldi et al. (2015) em diferentes espécies de capim-colchão após a aplicação do ametryn. As variáveis como altura e biomassa seca em plantas tratadas com Se obtiveram valores de 11,96% e 18,48% superiores as plantas que não foram tratadas com Se (Tabela 3). Esse efeito demonstra que o Se foi importante no balanço nutricional da forrageira possibilitando o maior acúmulo de biomassa seca, mantendo assim o efeito positivo do Se também com a exposição do herbicida.

Em relação ao herbicida amônio-glufosinate e carfentrazone-ethyl notou-se efeitos fitotóxicos a partir do 3 DAA aumentando gradativamente durante os períodos avaliados independentemente da aplicação de Se, exceto para as plantas expostas ao carfentrazone-ethyl, que apresentaram recuperação a partir de 14 DAA (Tabelas 4 e 7). A altura e a biomassa seca das plantas expostas ao amônio-glufosinate foram reduzidas em função do aumento das doses, enquanto que o carfentrazone-ethyl, provocou reduções a partir de 100 g ha⁻¹.

Tabela 4. Fitointoxicação (%) em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida amônio-glufosinate.

Doses do amônio-glufosinate (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação								
	Selênio								
	3 DAA ¹			7 DAA			14 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 E
50	3,60	4,80	4,20 D	15,00	21,00	18,00 D	30,00	33,00	31,50 D
100	6,60	9,40	8,00 C	25,00	30,00	27,50 C	42,00	52,00	47,00 C
150	14,60	17,00	15,80 B	35,00	42,00	38,50 B	53,00	63,00	58,00 B
300	21,60	23,80	22,70 A	46,00	55,00	50,50 A	60,00	68,00	64,00 A
Média	9,28 b	11,00 a	-	24,20 b	29,60 a	-	37,00 b	43,20 a	-
F (Selênio A)	5,92*			208,28**			106,77**		
F (Doses B)	133,20**			2135,28**			1456,22**		
F (A x B)	0,51 ^{ns}			16,14 ^{ns}			11,22 ^{ns}		
C.V. %	24,64			4,92			5,29		
Doses do amônio-glufosinate (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação								
	Selênio								
	21 DAA			28 DAA					
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média			
0	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 E			
50	44,00	50,00	47,00 D	54,00	59,00	56,50 D			
100	52,00	63,00	57,50 C	63,00	73,00	68,00 C			
150	63,00	70,00	66,50 B	70,00	77,00	73,50 B			
300	70,00	77,00	73,50 A	77,00	83,00	80,0 A			
Média	45,80 b	52,00 a	-	52,80 b	58,40 a	-			
F (Selênio A)	137,28**			82,52**					
F (Doses B)	2416,92**			2190,36**					
F (A x B)	11,21 ^{ns}			7,00 ^{ns}					
C.V. %	16,26			8,02					

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.%= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Os sintomas do amônio-glufosinate foram caracterizados por cloroses ao longo das folhas, seguido de necrose conforme relatado por Brunharo, Christoffeleti e Nicolai (2014). Plantas suscetíveis ao amônio-glufosinate apresentam deficiência de glutamina, já que sua inibição leva intoxicação devido ao acúmulo de amônia, glutamato e glioxalato, rompimento da estrutura de cloroplastos; diminuição na ETR e inibição da fotossíntese (DAYAN et al., 2015; CARBONARI et al., 2016). Silva et al. (2016), verificaram 40% de controle de *U. decumbens* após 3 DAA do amônio-glufosinate (400 g i.a. ha⁻¹) confirmando a sensibilidade observada nesse estudo.

Já para o carfentrazone-ethyl os principais sintomas observados foram pontuações necróticas e amarelecimento das folhas, já que ocorre a inibição da enzima PPO que por consequência inibe a síntese de protoporfina IX, precursora de citocromos e clorofila a, além de causar a peroxidação de lipídeos devido a formação de oxigênio singlete e outros radicais livres (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). A ocorrência do amarelecimento e pontuações está relacionada a oxidação de lipídeos e proteínas resultando em perdas da clorofila e caratenoídeos. (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). Em estudos com *U. ruziziensis* (PETTER et al., 2011) e *U. decumbens* (CARVALHO et al., 2011) demonstraram que o

carfentrazone-ethyl apresenta potencial para utilização nessas forrageiras embora tenha provocado intoxicações. Nesses dois trabalhos vale destacar que as plantas apresentavam estágio mais avançado, o que pode explicar o motivo nesse experimento, os altos valores iniciais de fitointoxicação tendo em vista que plantas menores tendem a apresentar maior fitointoxicação do que quando se comparar com plantas mais desenvolvidas.

De maneira similar ao verificado para o herbicida ametryn, notou-se que o Se aplicado em plantas de *U. decumbens* atenuou os impactos negativos dos herbicidas amônio-glufosinate e carfentrazone-ethyl em todas as variáveis analisadas. Aos 7 DAA os valores de fitointoxicação das plantas que receberam a aplicação desse micronutriente foram menores em até 22% e 27%, respectivamente (Tabelas 4 e 7). A ETR foi superior em plantas aplicadas com Se, por exemplo, em 9,67% aos 21 DAA para o amônio-glufosinate e 7,73% aos 7 DAA para o carfentrazone-ethyl. (Tabelas 5 e 8). Já a porcentagem de altura das plantas com Se para os dois herbicidas foi superior aproximadamente 7,50% (Tabelas 6 e 9) e a biomassa seca em 14,81 e 10,09% para os herbicidas amônio-glufosinate e carfentrazone-ethyl, respectivamente, em comparação as plantas não tratadas (Tabelas 6 e 9).

Tabela 5. ETR em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida amônio-glufosinate.

Doses do amônio-glufosinate (g ha ⁻¹)	ETR								
	Selênio								
	3 DAA ¹			7 DAA			14 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	36,21	35,86	36,03 A	60,40	57,10	58,75 A	50,57	48,14	49,36 A
50	16,00	15,66	15,83 B	58,94	55,61	57,27 A	47,05	45,63	46,34 A
100	11,78	11,04	11,41 C	38,43	36,40	37,41 B	33,90	30,03	31,97 B
150	8,28	8,26	8,27 D	35,58	33,88	34,73 B	24,86	21,22	23,04 C
300	7,740	7,59	7,66 D	8,36	6,84	7,60 C	6,86	6,04	6,45 D
Média	16,00	15,68	-	40,34 a	37,96 b	-	32,65 a	30,21 b	-
F (Selênio A)	0,32 ^{ns}			4,45*			10,24*		
F (Doses B)	352,02**			273,11**			427,55**		
F (A x B)	0,04 ^{ns}			0,12 ^{ns}			0,61 ^{ns}		
C.V. %	12,49			10,17			8,56		

Doses do amônio-glufosinate (g ha ⁻¹)	ETR					
	Selênio					
	21 DAA			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	46,72	43,25	44,98 A	50,39	50,23	50,30 A
50	43,29	39,40	41,34 A	37,39	36,21	36,80 B
100	16,24	14,23	15,23 B	13,69	12,57	13,13 C
150	11,67	9,86	10,77 B	8,57	8,08	8,33 D
300	4,59	3,91	4,25 C	3,63	3,33	3,48 E
Média	24,50 a	22,13 b	-	22,73	22,08	-
F (Selênio A)	4,87*			3,13 ^{ns}		
F (Doses B)	239,98**			2519,05**		
F (A x B)	0,29 ^{ns}			0,35 ^{ns}		
C.V. %	16,26			8,02		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.% = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Altura (cm) e biomassa seca (g) em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida amônio-glyphosate.

Doses do amônio-glyphosate (g ha ⁻¹)	Altura (cm)			Biomassa seca (g)		
	Selênio					
	28 DAA ¹			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	32,96	31,89	32,45 A	1,46	1,28	1,37 A
50	24,53	21,92	23,22 B	0,96	0,83	0,89 B
100	14,21	13,19	13,70 C	0,13	0,09	0,11 C
150	9,91	8,49	9,20 D	0,09	0,08	0,08 C
300	5,85	4,35	5,10 E	0,05	0,04	0,05 C
Média	17,46 a	15,96 b	-	0,54 a	0,46 b	-
F (Selênio A)	5,28*			5,68*		
F (Doses B)	221,51**			289,63**		
F (A x B)	0,186 ^{ns}			1,28 ^{ns}		
C.V. %	14,05			22,06		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.%= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Fitointoxicação (%) em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida carfentrazone-ethyl.

Doses do carfentrazone-ethyl (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação								
	Selênio								
	3 DAA ¹			7 DAA			14 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 D	0,00	0,00	0,00 E
50	3,00	5,00	4,00 D	13,00	15,20	14,10 C	18,00	21,00	19,50 D
100	8,80	11,80	10,30 C	18,00	23,00	20,50 B	24,00	25,00	24,50 C
150	16,00	18,00	17,00 B	20,40	27,40	23,90 AB	28,00	30,00	29,00 B
300	19,00	22,00	20,50 A	24,00	30,20	27,10 A	31,60	36,00	33,80 A
Média	9,36 b	11,36 a	-	15,08 b	19,16 a	-	20,32 b	22,40 a	-
F (Selênio A)	18,24**			21,45**			6,34*		
F (Doses B)	268,88**			118,35**			200,08**		
F (A x B)	1,36 ^{ns}			2,19 ^{ns}			0,85 ^{ns}		
C.V. %	15,87			18,19			21,36		

Doses do carfentrazone-ethyl (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação					
	Selênio					
	21 DAA			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	0,00	0,00	0,00 E	0,00	0,00	0,00 D
50	8,00	15,00	11,50 D	7,00	9,00	8,00 C
100	18,00	23,00	20,50 C	14,00	17,00	15,50 B
150	26,00	29,00	27,50 B	17,00	19,00	18,00 B
300	31,00	35,00	33,00 A	22,00	24,00	23,00 A
Média	16,60 b	20,40 a	-	12,00 b	13,80 a	-
F (Selênio A)	36,10**			8,10**		
F (Doses B)	343,25**			162,60**		
F (A x B)	3,35 ^{ns}			0,60 ^{ns}		
C.V. %	12,09			12,90		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.%= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 8. ETR em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida carfentrazone-ethyl.

Doses do carfentrazone-ethyl (g ha ⁻¹)	ETR								
	Selênio								
	3 DAA ¹			7 DAA			14 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	40,33	36,30	39,31 A	57,01	53,18	55,10 A	45,20	43,02	41,11 A
50	32,01	32,58	32,30 B	55,44	50,26	52,85 A	43,34	40,76	42,05 AB
100	30,87	30,85	30,88 B	53,38	48,29	50,84 AB	42,73	39,86	41,29 AB
150	29,33	29,03	29,18 B	50,14	46,38	48,26 B	39,94	38,41	38,73 B
300	27,40	27,77	27,59 B	48,4	45,80	47,10 B	38,70	37,53	38,55 B
Média	31,99	31,31	-	52,87 a	48,78 b	-	41,98 a	39,92 b	-
F (Selênio A)	0,28 ^{ns}			17,51 ^{**}			4,52 [*]		
F (Doses B)	8,32 ^{**}			8,96 ^{**}			4,65 ^{**}		
F (A x B)	0,44 ^{ns}			0,23 ^{ns}			0,22 ^{ns}		
C.V. %	14,28			6,80			8,39		

Doses do carfentrazone-ethyl (g ha ⁻¹)	ETR					
	Selênio					
	21 DAA			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	42,07	40,95	41,51	48,84	47,92	48,38 A
50	40,63	38,93	39,78	44,59	43,74	44,17 B
100	39,72	37,87	38,80	43,60	42,38	42,99 B
150	37,99	36,62	37,30	37,76	36,22	36,99 C
300	36,56	34,91	35,73	35,85	34,55	35,20 C
Média	39,39	37,85	-	42,13	40,96	-
F (Selênio A)	0,98 ^{ns}			1,94 ^{ns}		
F (Doses B)	1,64 ^{ns}			33,23 ^{**}		
F (A x B)	0,01 ^{ns}			0,02 ^{ns}		
C.V. %	14,19			7,12		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.% = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Altura (cm) e biomassa seca (g) em *Urochloa decumbens* com e sem tratamento com selênio sob a aplicação do herbicida carfentrazone-ethyl.

Doses do carfentrazone-ethyl (g ha ⁻¹)	Altura (cm)			Biomassa seca (g)		
	Selênio					
	28 DAA ¹			28 DAA		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
0	38,95	35,02	36,98 A	1,23	1,16	1,20 A
50	35,14	33,25	34,19 A	1,20	1,09	1,15 AB
100	30,07	27,45	28,76 B	1,07	0,95	1,01 BC
150	27,72	25,32	26,52 BC	0,99	0,88	0,94 C
300	24,46	23,58	24,02 C	0,95	0,84	0,90 C
Média	31,26 a	28,92 b	-	1,09 a	0,98 b	-
F (Selênio A)	9,31 ^{**}			7,52 ^{**}		
F (Doses B)	39,26 ^{**}			9,17 ^{**}		
F (A x B)	0,41 ^{ns}			0,74 ^{ns}		
C.V. %	9,02			13,03		

DAA¹= dias antes a aplicação do herbicida. *, ** e ^{ns}= significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. C.V.% = coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Hartikainen, Xue e Piironen (2000), verificaram atuação do Se como antioxidante, inibindo a peroxidação lipídica em azevém (*Lolium perene* L.). A função antioxidante do Se está relacionado ao controle da superprodução de espécies reativas de oxigênio (ERO), atuando na regulação da atividade antioxidante, mecanismo fundamental para combater o estresse ambiental nas plantas (FENG; WEI; TU, 2013). Esses mesmos autores afirmaram que em condições de estresse os níveis de espécies reativas de oxigênio são aumentados, afetando os processos metabólicos e, por fim o crescimento e produção das plantas. Segundo Djanaguiraman et al. (2004), os efeitos positivos da aplicação em baixas concentrações de Se estão relacionados com a diminuição da peroxidação de lipídios quando em aumentar a atividade de enzimas como catalase (CAT); superóxido de dismutase (SUD) e glutathione peroxidase (GPX). Nowak et al. (2004) observaram que em concentrações de 5 $\mu\text{mol L}^{-1}$ houve estímulo positivo em ações antioxidantes em plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.), entretanto, em concentrações acima, o Se atuou como pró-oxidante. Singh, Singh e Bhandari (1980), verificaram que a aplicação de 0,5 mg de Se kg^{-1} de solo resultou em estímulo na altura e promoveu produção de biomassa seca de nabo indiano (*Brassica juncea* L.). O incremento na altura e biomassa seca também foi encontrado em estudos com alface (*Lactuca sativa* L.) e azevém na dose de 0,1 mg de Se kg^{-1} de solo (HARTIKAINEN; XUE; PIIRONEN, 2000; RAMOS et al., 2011). Em plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), o Se teve efeito protetor em plantas sob estresse ao herbicida mefenacet pela resposta na eliminação de oxigênio reativo devido ao aumento no conteúdo das proteínas, glutathione e enzimas antioxidantes (ZHANG; HAN; WEI, 2002).

Dessa forma, fica evidente o efeito protetor do Se nas plantas que receberam esse tratamento, com redução dos níveis de fitointoxicação, aumento dos valores de ETR, altura e acúmulo de biomassa seca aos 28 DAA para os herbicidas estudados. Contudo, vale destacar que a biodisponibilidade do Se pode influenciar a ação sua ação nas plantas, portanto, a depender das características do solo, o Se pode ser retido com alta energia e solos com maior teor de argila há maior teor de afinidade pelo Se (CARVALHO et al., 2011; ABREU et al., 2011), o que explica o efeito nesse trabalho em que o solo contém maior teor de argila. Pezzarossa et al. (2007), destacaram que compostos orgânicos de elevado peso molecular encontrados no solo podem interagir com o Se, e afetarem sua disponibilidade e consequentemente sua absorção pelas plantas. Portanto, estudos futuros são importantes visando avaliar modos de aplicação, uma vez que a tolerâncias das plantas poderão ser alteradas, podendo possibilitar uma maior resposta quanto ao efeito protetor do Se na seletividade de herbicidas em espécies forrageiras.

4. Conclusão

O selênio apresenta potencial de uso como protetor para os herbicidas ametryn, amônio-glufosinate e carfentrazone-ethyl aplicados em pós-emergência em *U.*

decumbens.

Referências

- Abreu, L. B. D.; Carvalho, G. S.; Curi, N.; Guilherme, L. R. G.; Marques, J. J. G. D. S. Sorção de selênio em solos do bioma cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 35, n. 36, p. 1995-2003, 2011.
- Brunharo, C. A. C. G.; Christoffeleti, P. J.; Nicolai, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014.
- Carbonari, C. A.; Latorre, D. O.; Gomes, G. L.; Velini, E. D.; Owens, D. K.; Pan, Z.; Dayan, F. E. Resistance to glufosinate is proportional to phosphinothricin acetyltransferase expression and activity in LibertyLink® and WideStrike® cotton. **Planta**, v. 243, n. 4, p. 925-933, 2016.
- Carvalho, F. T.; Igi Otsubo, R.; Silva Paula, C. Análise do controle pós-emergente de *Brachiaria decumbens*, através do herbicida mesotrione em parceria ametryn. **Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas**, v. 18, n. 2, p. 01-08, 2009.
- Carvalho, F. T.; Castro, R. M.; Otsubo, R. I.; Pereira, F. A. R. Control of ten weed species in sugarcane using mesotrione mixed with ametryn and metribuzin. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 585-590, 2010.
- Carvalho, A. J. D.; Carneiro, J. E. D. S.; Ferreira, L. R.; Cecon, P. R.; Santos, M. V. D. Efeito da época de semeadura de *Brachiaria decumbens* e de dessecantes em pré-colheita sobre o rendimento de grãos do feijoeiro e a biomassa forrageira em cultivo consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 893-899, 2011.
- D'Antonino, L.; Silva, A. A.; Ferreira, L. R.; Cecon, P. R.; França, A. C.; Silva, G. R. Lixiviação do picloram em argissolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo com diferentes valores de pH. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 589-600, 2009.
- Djanaguiraman, M.; Durga Devi, D.; Shanker, A. K.; Bangarusamy, U. Influence of selenium on antioxidants enzymes and yield of soybean. **Journal of Agricultural Research Management**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2004.
- Dias, J. R. M.; Dubberstein, D.; Tavella, L. B.; Ferreira, E.; Stachiw, R. Lixiviação de 2,4-D em solo de pastagem na Amazônia ocidental. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 4, p. 15-20, 2011.
- Dayan, F. E.; Owens, D. K.; Corniani, N.; Silva, F. M. L.; Watson, S. B.; Howell, J. L.; Shaner, D. L. Biochemical markers and enzyme assays for herbicide mode of action

- and resistance studies. **Weed Science**, v. 63, SP1, p. 23-63, 2015.
- Embrapa - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Brasília, DF). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. 154 p.
- Feng, R.; Wei, C.; Tu, S. The roles of selenium in protecting plants against abiotic stresses. **Environmental and Experimental Botany**, v. 87, p. 58-68, 2013.
- Galon, L.; de Goes Maciel, C. D.; Agostinetto, D.; Concenço, G.; Moraes, P. V. D. Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 291-304, 2011.
- Giraldeli, A. L.; Silva, A. F. M.; Giovanelli, B. F.; Junior, A.; Albrecht, P.; Lorenzetti, J. B.; Filho, R. V. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 8, n. 1, p. 153-160, 2019.
- Hartikainen, H.; Xue, T.; Piironen, V. Selenium as an antioxidant and pro-oxidant in ryegrass. **Plant Soil**, v. 225, n. 1-2, p. 193-200, 2000.
- Kissmann, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: Basf Brasileira, p. 415- 420, 1997.
- Krause, G. H.; Weis, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, n. 1, p. 313-349, 1991.
- Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, p. 396-401, 2006.
- MAPA - Ministério da Agricultura. AGROFIT - **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- Martins, D.; Triguero, L. R. C.; Domingos, V. D.; Martins, C. C.; Marchi, S. R. D.; Costa, N. V. D. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre capim-braquiária. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1969-1974, 2007.
- Nowak, J.; Kaklewski, K.; Ligocki, M. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and in plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 36, n. 10, p. 1553-1558, 2004.
- Oliveira Júnior, R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: Oliveira Júnior, R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. cap. 7, p. 141-191.
- Perez-Jones, A.; Intanon, S.; Mallory-Smith, C. Molecular analysis of hexazinoneresistant shepherd's-purse (*Capsella bursapastoris*) reveals a novel psbA mutation. **Weed Science**, v.57, n.6, p.574-578, 2009.
- Petter, F.A.; Pacheco, L. P. de Oliveira Procópio, S.; Cargnelutti Filho, A.; Volf, M. R. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 855-864, 2011.
- Pezzarossa, B.; Petruzzelli, G.; Petacco, F.; Malorgio, F.; Ferri, T. Absorption of selenium by *Lactuca sativa* as affected by carboxymethylcellulose. **Chemosphere**, v. 67, n. 2, p. 322-329, 2007.
- Ramos, S. J.; Faquin, V.; Almeida, H. J. D.; Ávila, F. W.; Guilherme, L. R. G.; Bastos, C. E. A.; Ávila, P. A. Selenato e selenito na produção, nutrição mineral e biofortificação com selênio em cultivares de alface. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1347-1355, 2011.
- Raij, B. V. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 285p., 2001.
- Rodrigues-Costa, A. C. P.; Martins, D.; Costa, N. V.; Campos, C. F.; Martins, C. C.; Pereira, M. R. R.; Silva, J. I. C. Seletividade de herbicidas aplicados em pré emergência em gramíneas forrageiras. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 625-633, 2011.
- Silva, I. P. D. F.; Carbonari, C. A.; Velini, E. D.; Silva Jr, J. F.; Tropaldi, L.; Gomes, G. L. G. C. Velocidad de absorción del glufosinato y sus efectos en malezas y algodón. **Agrociencia**, v. 50, n. 2, p. 239-249, 2016.
- Singh, M.; Singh, H.; Bhandari, D. K. Interaction of selenium and sulphur on the growth and chemical composition of raya. **Soil Science**, v. 129, n. 4, p. 238-244, 1980.
- Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.
- Souza, F. M. D.; Lemos, B. J. M.; Oliveira Junior, R. C. D.; Magnabosco, C. U.; Castro, L. M. D.; Lopes, F. B.; Brunes, L. C. Introdução de leguminosas forrageiras, calagem e fosfatagem empastagem degradada de *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 355-364, 2016.
- Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**, 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- Tropaldi, L.; Velini, E. D.; Carbonari, C. A.; Araldi, R.; Corniani, N.; Giroto, M.; Silva, I. P. D. F. Detecção da tolerância de diferentes espécies de capim-colchão a

herbicidas inibidores do fotossistema II utilizando a técnica da fluorescência. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 767-773, 2015.

Zhang, C.; Han, S.; Wei, Z. Effect of selenium on the response of the active oxygen scavenging system in the leaves of paddy rice under the stress of herbicide. **Huan jing ke xue= Huanjing kexue**, v. 23, n. 4, p. 93-96, 2002.