

FLUAZIFOP-P-BUTÍLICO COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO EM TRÊS ESPÉCIES DE GRAMAS EM FUNÇÃO DA LUMINOSIDADE

FLUAZIFOP-P-BUTYLIC AS GROWTH REGULATOR FOR THREE TURFGRASSES SPECIES

Mariana Dezzotti Bittencourt de Lima^a, Juliana de Souza Rodrigues^{b*}, Renata Thaysa da Silva Santos^a, Allan Lopes Bacha^a, Pedro Luís da Costa Aguiar Alves^a

^aDepartamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, Brasil. ^bDepartment of Crop and Soil Sciences, University of Georgia, Georgia, United States of America.

*Autor correspondente: juliana.souzar@uga.edu.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO**Histórico do artigo:**

Recebido: 13 Março 2020.

Aceito: 04 Fevereiro 2021.

Publicado: 31 Março 2021.

Palavras-chave/Keywords:

Axonopus compressus/ *Axonopus compressus*.

Paspalum notatum/ *Paspalum notatum*.

Zoysia japonica/ *Zoysia japonica*.

Gramados/ Turfgrasses.

Herbicida/ Herbicide.

Financiamento:

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Laboratório de Plantas Daninhas UNESP/FCAV.

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:

LIMA, M. D. B.; RODRIGUES, J. S.; SANTOS, R. T. S.; BACHA, A. L.; ALVES, P. L. C. A. Fluzifop-p-butílico como regulador de crescimento em três espécies de gramas em função da luminosidade. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4. 2020.

RESUMO

A aplicação de reguladores vegetais reduz a altura das plantas sem afetar a alta qualidade da área tratada, sem causar prejuízos à densidade das plantas e sem causar dano visível ao gramado. Desta forma, objetivou-se avaliar o uso do herbicida fluzifop-p-butílico como regulador de crescimento de três espécies de gramas (batatais – *Paspalum notatum*; esmeralda – *Zoysia japonica* e são-carlos – *Axonopus compressus*) em função da luminosidade. O trabalho foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos para cada espécie de grama em esquema de sub-parcela, no qual constituíram as parcelas as duas condições de luminosidade (100 e 70%) e a sub-parcela a aplicação do herbicida (125 g. i.a. ha⁻¹), em quatro repetições. Decorridos 15 dias após a aplicação (DAA), foram medidas a altura e o crescimento lateral das plantas. Essas avaliações foram repetidas a cada 15 dias, até os 45 DAA. Nessa ocasião, determinou-se as massas secas da parte aérea e raízes das plantas. O herbicida fluzifop-p-butílico na dose de 125 g i.a. ha⁻¹ não atua como regulador de crescimento das gramas esmeralda, batatais e são-carlos quando essas se desenvolvem a pleno sol. Sob 70% de luminosidade, o fluzifop-p-butílico foi mais efetivo em regular o crescimento da grama esmeralda, seguida da grama são-carlos e batatais, até os 45 dias após a aplicação.

ABSTRACT

The application of plant regulators reduces plant height without affecting the high quality of the treated area, without causing damage to the density of plants and without causing visible damage to the lawn. Thus, the objective was to evaluate the use of the herbicide fluzifop-p-butyl as a growth regulator for three species of grasses (bahia grass - *Paspalum notatum*; emerald - *Zoysia japonica* and blanket grass - *Axonopus compressus*) depending on the luminosity. The work was carried out in a completely randomized experimental design, with the treatments arranged for each grass species in a sub-plot scheme, in which the plots constituted the two conditions of light (100 and 70%) and the sub-plot the application of the herbicide (125 g ai ha⁻¹), in four replications. After 15 days after application (DAA), evaluations were carried out by measuring the height of the plants, and their lateral growth inside the box. These assessments were repeated every 15 days, up to 45 DAA. On that occasion, the dry masses of the aerial part and roots of the plants were determined, after drying the materials in an oven with forced air circulation at 70°C for at least 96 hours. The herbicide fluzifop-p-butyl at a dose of 125 g a.i. Under 70% of light, fluzifop-p-butyl was more effective in regulating the growth of emerald grass, followed by blanket grass and bahia grass, up to 45 days after application.

1. Introdução

As gramas são plantas que formam uma cobertura sobre o solo e persistem sob cortes e tráfegos regulares. Todas elas pertencem à família Poaceae (Gramineae), a qual apresenta 25 tribos, 600 gêneros e 7.500 espécies (UNRUH, 2004). Os gramados, além de sua capacidade de embelezamento da paisagem, também proporcionam a preservação e regeneração de áreas degradadas, favorecendo a recuperação no que diz respeito à deterioração da estrutura do solo, e ainda, onde houve a perda da cobertura vegetal, com a consequente redução de seu teor de matéria orgânica. Evita também a compactação do solo, a erosão e o assoreamento e aumenta as taxas de infiltração e a capacidade do solo na retenção de água (MONTEIRO, 2017). As espécies mais adaptadas às condições brasileiras são conhecidas pelo nome comum são-carlos (*Axonopus compressus*), batatais ou bahia (*Paspalum notatum*), santo agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) e esmeralda (*Zoysia japonica*) (PIMENTA, 2003).

São diversas as interações entre gramados e o meio que os circunda. Todos os componentes do meio, naturais ou artificiais, bióticos ou abióticos, afetam o ótimo funcionamento fisiológico de uma planta, sendo a luz e a temperatura os fatores de maior influência no desenvolvimento de gramados (GOLOMBEK, 2006). Modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (FAN et al., 2020). Assim, a eficiência do crescimento pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plantas às condições de intensidade luminosa do ambiente (BELL; DANNEBERGER; McMAHON, 2000; ATROCH et al., 2001).

Há alguns cuidados que devem ser tomados em relação aos gramados, como a adubação, a irrigação e a poda como método de corte, proporcionando uma maior uniformidade na altura do gramado, com destaque as roçadoras (CHRISTIANS; PATTON; LAW, 2016). Os reguladores vegetais têm sido utilizados em gramados para reduzir a estatura das plantas sem prejudicar a densidade ou causar dano visível ao gramado, como pontos necróticos de fitotoxicidade, descoloração ou afinamento, mantendo a alta qualidade da área tratada (GLAB et al., 2020). Dessa forma, podem diminuir o número de operações de corte que são realizadas durante o período de crescimento, compreendido

entre a primavera e o verão, atuando indiretamente como potencial componente na redução de custos com mão-de-obra, combustível e equipamentos (CHRISTIANS; PATTON; LAW, 2016).

Assim, a aplicação de reguladores vegetais, além de possibilitar a redução da frequência de corte e os custos de manutenção dos gramados, pode funcionar como uma ferramenta alternativa e menos agressiva para o manejo da altura dos gramados de diferentes propósitos (PETELEWICZ; ORLINSKI; BAIRD, 2021). Há vários produtos que tem sido utilizado como reguladores de crescimento de gramados em caráter experimental e alguns destes são herbicidas em sub-doses. O fluzifop-p-butílico é um herbicida inibidor da acetil-coA carboxilase (ACCase), pós-emergente e utilizado para o manejo gramíneas anuais e perenes, quando do uso em dose recomendada para controle de plantas daninhas. Entretanto, seu uso em subdoses ainda é pouco explorado e de acordo com resultados preliminares, demonstraram possuir potencial de uso como regulador de crescimento em gramados.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de subdose de fluzifop-p-butílico no crescimento das gramas batatais, esmeralda e são carlos sob condições de luminosidade.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido sob condições ambientais naturais, mas sem restrição hídrica. Foram utilizados exemplares de grama batatais, esmeralda e são-carlos. Para tanto, o delineamento experimental adotado para cada espécie de grama foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema de sub-parcela, no qual constituíram as parcelas as duas condições de luminosidade, 100% e 70%, a sub-parcela a aplicação do herbicida ou não, com quatro repetições.

Como recipientes foram utilizadas 48 caixas plásticas com medidas de 30 x 38 x 14 cm (16 L), contendo como substrato uma mistura de terra, coletada da camada superficial de um Latossolo Vermelho Escuro e areia 1:1 (v/v). Após o preparo do substrato, foi retirada uma amostra composta, que foi submetida à análise química (Tabela 1). Na sequência, em cada caixa, foi adicionado 0,342 g do adubo formulado 4-14-8, correspondendo a 300 kg ha⁻¹.

Tabela 1. Resultados das análises químicas de uma amostra composta do substrato. Jaboticabal, 2014.

pH CaCl ₂	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)				mmol _c dm ⁻³			%
6,9	14	41	1,7	76	38	10	115,7	125,7	92

Um dia após o enchimento das caixas com o substrato, no centro de cada caixa foi plantada uma placa de 10 x 10 cm de uma das três espécies de gramas estudadas são-carlos (*Axonopus compressus*), batatais (*Paspalum*

notatum) e esmeralda (*Zoysia japonica*). Logo após o plantio, foram medidas as distâncias entre as laterais das placas de gramas e as quatro bordas paralelas das caixas e também a altura destas. Na sequência, as caixas foram

divididas em duas parcelas para que metade das plantas ficassem expostas ao sol, e a outra metade sob sombra com 30% de interceptação da luz.

Transcorridos 15 dias após o plantio e de adaptação às condições luminosas de crescimento, metade das caixas de cada espécie de grama sob cada condição de luz foi submetida ao tratamento químico, que constou da aplicação do herbicida fluazifop-p-butílico (Fusilade 250 EW) na dose de 125 g i.a. ha⁻¹. Para aplicação do herbicida foi utilizado um pulverizador costal a pressão constante (CO₂), munido de barra com 4 pontas XR 110.02 espaçadas de 0,5m, perfazendo uma faixa de aplicação de 2 m, e ajustado para distribuir 150 L ha⁻¹ de calda. A média da temperatura do ar no momento da aplicação era de 26 °C e a umidade relativa de 74%.

Decorridos 15 dias após a aplicação (DAA), foram realizadas avaliações medindo-se a altura das plantas (crescimento primário), o crescimento lateral das mesmas dentro da caixa (comprimento dos ramos) e o cálculo da taxa de crescimento absoluto, segundo a fórmula proposta por Benincasa (2004). Essas avaliações foram repetidas a cada 15 dias, até os 45 DAA, quando se encerrou o experimento. Nessa ocasião, as partes aéreas das gramas foram cortadas rente à superfície do substrato e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados para obtenção da massa seca.

Na sequência, os substratos foram lavados com jatos de água sobre uma peneira para total remoção dos sistemas radiculares, que também foram acondicionados em sacos de papel para a obtenção da massa seca. A massa seca foi obtida após a secagem dos materiais em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por no mínimo 96 horas, com posterior pesagem em balança eletrônica com precisão

de 0,01 g. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Grama esmeralda

Com relação à altura das plantas da grama esmeralda verificou-se que as plantas tratadas com o herbicida fluazifop-p-butílico apresentaram-se mais baixas quando comparadas às testemunhas aos 15 dias após a aplicação (DAA). Já aos 30 e 45 DAA, os resultados com aplicação do herbicida não diferiram da testemunha. Quanto ao resultado entre plantas crescidas sob o sol ou sob a sombra, pode ser observado que não houve diferença nas alturas das plantas, independentemente da aplicação do herbicida, até os 45 DAA. Não houve interação entre os efeitos do herbicida e condição de sombra sobre a altura das plantas até os 45 DAA.

Os dados de comprimento dos ramos das plantas mostram que até aos 30 DAA não houve diferença entre a aplicação do herbicida e a testemunha, mas aos 45 DAA o crescimento foi reduzido em cerca de 30% com o herbicida, quando se constatou interação entre os efeitos do herbicida e a luminosidade (Tabela 2). Quanto aos efeitos de condição de sombra/sol, houve diferença entre as condições dos 15 aos 45 DAA, sendo que dos 15 aos 30 DAA as plantas que cresceram sob o sol apresentaram ramos mais compridos do que as desenvolvidas sob sombra, enquanto aos 45 DAA ocorreu o inverso, refletindo, inclusive em uma maior taxa de crescimento absoluto nessa condição (Tabela 3).

Tabela 2. Efeito da aplicação do herbicida fluazifop-p-butílico no comprimento e na taxa de crescimento absoluto (TCA) da grama esmeralda sob duas condições de luminosidade.

Herbicida (H)	Comprimento (cm)			TCA (cm dia ⁻¹)
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	
Fluazifop-p-butílico	341,8 A	396,0 A	505,6 B	10,6 A
Testemunha	359,4 A	435,0 A	706,8 A	17,6 A
Condição de luminosidade (L)				
Sombra	289,7 B	372,0 B	687,4 A	18,4 A
Sol	411,5 A	459,1 A	525,0 B	9,8 B
F (H)	0,89 ^{ns}	2,66 ^{ns}	11,07**	3,26 ^{ns}
F (L)	42,51**	13,35**	7,21*	4,93 ^{ns}
F (HxL)	0,95 ^{ns}	00,92 ^{ns}	9,18*	10,24*
CV (%)	10,65	11,48	19,94	47,66

DAA = dias após a aplicação; **, * significativos ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F; CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao comprimento dos ramos, verificou-se que dentro da condição de luminosidade não houve efeito do herbicida quando as plantas se desenvolveram a pleno sol, mas quando sob sombra o herbicida reduziu essa

característica em 43,7%. Analisando o efeito das condições de luminosidade dentro da condição herbicida, verificou-se que no tratamento com fluazifop-p-butílico não houve diferença dos efeitos sol e sombra, mas na testemunha sem herbicida

as plantas sob sombra desenvolveram-se mais do que as a pleno sol.

Analisando-se o efeito da interação condição de luminosidade e de herbicida, observa-se que na condição de sombra o herbicida proporcionou redução de 68,9 % na taxa de crescimento absoluto, enquanto na condição de pleno sol

não houve efeito. Analisando-se os efeitos das condições de luminosidade dentro do herbicida, verificou-se que as plantas testemunha (sem herbicida) desenvolvidas na sombra apresentaram maior taxa de crescimento absoluto que as que se encontravam a pleno sol, mas quando tratadas com herbicida essa diferença deixou de existir (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da interação entre o herbicida fluzifop-p-butílico e as condições de luminosidade na taxa de crescimento absoluto (cm dia⁻¹) em comprimento da grama esmeralda.

Herbicida	Condição de luminosidade		
	Sombra	Sol	F
Fluzifop-p-butílico	8,7 Ab	12,5 Aa	0,48 ^{ns}
Testemunha	28,0 Aa	7,0 Ba	14,69**
F	12,52**	0,97 ^{ns}	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O herbicida reduziu a massa seca da parte aérea da grama-esmeralda em 44,0%, independentemente da condição de luminosidade, enquanto para as raízes não houve efeito do herbicida. A condição de luminosidade, independentemente da aplicação ou não do herbicida, não afetou a massa seca da parte aérea e das raízes. No caso da massa seca das raízes, houve interação entre os efeitos da condição de luminosidade e de herbicida. No entanto, Maciel et al. (2011) constataram que para a parte aérea da grama esmeralda, quando da aplicação de outro inibidor da ACCase, clethodim a 12 g i.a. ha⁻¹, houve uma redução de 31,9% quando na presença da condição de luminosidade. Esses mesmos autores observaram que para a massa seca

das raízes, também em condições de luminosidade, houve uma redução de 22,6%.

A análise de desdobramento referente ao efeito do herbicida dentro da condição de luminosidade mostra que sob sombra o herbicida aumentou em 52,6% a massa seca das raízes da grama esmeralda, enquanto sob sol não houve efeito (Tabela 4). Analisando o efeito da condição de sombreamento dentro do herbicida, verificou-se que não houve diferença na massa seca das raízes quando as plantas foram tratadas com o herbicida, mas nas testemunhas as plantas de sombra acumularam menos massa seca nas raízes do que as de sol.

Tabela 4. Efeito da interação entre o herbicida fluzifop-p-butílico e as condições de luminosidade na massa seca de raízes (g) da grama esmeralda.

Herbicida	Condição de luminosidade		
	Sombra	Sol	F
Fluzifop-p-butílico	68,3 Aa	60,2 Aa	0,24 ^{ns}
Testemunha	32,4 Bb	84,7 Aa	10,17**
F	4,78*	2,24 ^{ns}	

** , * significativos ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Gramma batatais

Com relação à altura das plantas da grama batatais, verificou-se que as plantas tratadas com o herbicida fluzifop-p-butílico ficaram mais baixas quando comparadas às testemunhas aos 15 DAA. Já aos 30 e 45 DAA, os resultados com aplicação do herbicida não diferiram da testemunha. Quanto ao resultado das plantas crescidas dentro da condição de luminosidade, pode-se observar que

as plantas desenvolvidas sob a sombra ficaram mais altas que aquelas crescidas sob o sol até os 45 DAA. Também não houve interação entre os efeitos do herbicida e condição de sombra sobre a altura das plantas até os 45 DAA.

Os dados de comprimento dos ramos das plantas mostram que até aos 45 DAA não houve diferença entre a aplicação do herbicida e a testemunha. Quanto aos dados de condição de sombra/sol, aos 15 DAA as plantas que cresceram sob o sol apresentaram ramos mais compridos do

que as desenvolvidas sob a sombra; dos 30 aos 45 DAA não mais se constatou esse efeito (Tabela 5). Nota-se que a interação entre os efeitos do herbicida e condição de sombra

sobre o comprimento das plantas não foi significativa até os 45 DAA, sendo significativa apenas em seu crescimento absoluto.

Tabela 5. Efeito da aplicação do herbicida fluazifop-p-butílico no comprimento e na taxa de crescimento absoluto (TCA) da grama batatais sob duas condições de luminosidade.

Herbicida (H)	Comprimento (cm)			TCA (cm dia ⁻¹)
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	
Fluazifop-p-butílico	259,9 A	364,3 A	512,4 A	9,9 A
Testemunha	304,5 A	449,2 A	690,7 A	18,4 B
Condição de luminosidade(L)				
Sombra	241,9 B	348,7 A	561,1 A	16,2 A
Sol	322,5 A	464,8 A	642,1 A	12,2 A
F(H)	2,60 ^{ns}	1,64 ^{ns}	2,42 ^{ns}	9,82*
F(L)	8,52*	3,06 ^{ns}	0,50 ^{ns}	2,15 ^{ns}
F(HxL)	0,005 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,14 ^{ns}	6,15*
CV (%)	19,56	32,59	38,08	32,92

DAA = dias após a aplicação; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo pelo teste F; CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não houve efeito do herbicida quando as plantas se desenvolveram a pleno sol, mas quando sob sombra o herbicida reduziu o comprimento em 63,7% (Tabela 6). Analisando o efeito das condições de luminosidade dentro da condição herbicida, foi verificado que no tratamento com

fluazifop-p-butílico não houve diferença dos efeitos sol e sombra, mas na testemunha sem herbicida as plantas sob sombra desenvolveram-se mais do que as desenvolvidas em pleno sol.

Tabela 6. Efeito da interação entre o herbicida fluazifop-p-butílico e as condições de luminosidade na TCA do comprimento (cm) da grama batatais aos 45 dias após a aplicação do produto.

Herbicida	Condição de luminosidade		
	Sombra	Sol	F
Fluazifop-p-butílico	8,6 Ab	11,3 Aa	0,51 ^{ns}
Testemunha	23,7 Aa	13,1 Ba	7,78*
F	15,7**	0,21 ^{ns}	

** , * significativos ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verificou-se que não houve efeito do herbicida para a massa seca da parte aérea e das raízes, independentemente da condição de sol ou sombra. Observou-se um maior acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas crescidas sob a sombra, quando comparadas àquelas crescidas sob o sol, independente da aplicação ou não do herbicida, o que não se repetiu para as raízes, que não foram afetadas pela condição de luminosidade.

Costa et al. (2010a) em um trabalho verificando a seletividade de fluazifop (125 g i.a. ha⁻¹) na grama batatais,

em plantas crescidas sob pleno sol, não verificaram redução da massa da parte aérea do gramado. Esse resultado pode ser devido a uma rápida metabolização do herbicida após a aplicação e com gasto energético para o reestabelecimento do desenvolvimento normal da planta. Desta forma, tem-se um efeito compensatório no acúmulo de biomassa.

A redução da massa seca somente foi constatada com a aplicação de fluazifop-p-butil a 280 g i.a. ha⁻¹ aos 12 DAA em um trabalho conduzido por Willard, Peacock e Shilling (1990). Este resultado demonstra que subdoses não são

suficientes para atuar na redução da massa seca de *P. notatum*, corroborando os resultados também encontrados por Costa et al. (2010a) nos quais não foi constatada a redução da massa seca quando do uso de fluazifop a 125 g i.a. ha⁻¹.

No trabalho realizado por Schreiner (1987) foram estudados o comportamento e a produção das gramíneas braquiária, pangola, capim-limpo e pensacola, submetidas a quatro graus de sombreamento, para aplicação em projetos silvipastoris e verificaram que o rendimento de matéria seca das espécies *Brachiaria decumbens*, *Hermarthria altissima*, *Paspalum notatum* e *Digitaria* spp. apresentou redução de apenas 5% quando submetidas ao nível de 25% de sombreamento. Quando submetidas ao nível de 50% e 80% de sombreamento, estas gramíneas apresentaram uma redução no rendimento de matéria seca em 41% e 78%, respectivamente.

Gramma são-carlos

Com relação à altura das plantas da grama são-carlos não se verificou efeito do herbicida até aos 45 DAA, independentemente da condição de luminosidade. As plantas

crescidas sob a sombra não diferiram daquelas crescidas sob o sol aos 15 DAA, independentemente da aplicação ou não do herbicida. Já, aos 30 e 45 DAA, as plantas crescidas na condição de sombra apresentaram maior altura (36,0% e 35,20%, respectivamente) quando comparadas aquelas crescidas na condição de sol. (Tabela 7). Costa et al. (2010a) observaram aos 49 DAA que o fluazifop (125 g i.a. ha⁻¹) reduziu em até 33,3% a altura das plantas crescidas a pleno sol em relação à testemunha, demonstrando que o período para que possivelmente haja diferença na altura da grama é superior ao avaliado neste trabalho. Não houve efeito da interação entre os efeitos do herbicida e condição de luminosidade sobre a altura das plantas até os 45 DAA.

Os dados de comprimento dos ramos das plantas mostram que dos 15 aos 30 DAA houve interação entre os efeitos do herbicida e da luminosidade. Já aos 45 DAA esse efeito não foi detectado (Tabela 7). Nessa ocasião, o crescimento foi reduzido em 48,52% com o herbicida, independente da condição de luminosidade, que, por sua vez não afetou de forma distinta o crescimento dessa grama. Para a taxa de crescimento absoluto também se constatou interação significativa entre os fatores.

Tabela 7. Efeito da aplicação do herbicida fluazifop-p-butílico no comprimento e na taxa de crescimento absoluto (TCA) da grama são-carlos sob duas condições de luminosidade.

Herbicida (A)	Comprimento (cm)			TCA (cm dia ⁻¹)
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	
Fluazifop-p-butílico	208,6 B	272,4 B	490,1 B	5,7 B
Testemunha	293,4 A	583,5 A	952,0 A	29,9 A
Condição de luminosidade(B)				
Sombra	198,2 B	468,4 A	795,7 A	21,9 A
Sol	303,5 A	387,5 A	646,4 A	13,6 A
F(A)	4,84*	18,33**	9,63**	28,81**
F(B)	7,42*	1,24 ^{ns}	1,00 ^{ns}	3,43 ^{ns}
F(AxB)	11,73**	17,28**	2,32 ^{ns}	14,63**
CV (%)	30,84	33,97	41,28	43,93

DAA = dias após a aplicação; **, * significativos ao nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F; CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A análise de desdobramento referente ao efeito do herbicida entre a condição de sombreamento e sol aos 15 DAA demonstra que a aplicação do herbicida reduziu o crescimento do gramado em 70,9% quando desenvolvido sob sombra. Quando desenvolvido a pleno sol, não houve efeito do herbicida. Analisando o efeito da luminosidade dentro da condição de herbicida, verificou-se que as plantas tratadas na sombra ficaram 72,7% menores do que as tratadas no sol. Sem o tratamento com herbicida (testemunha), não houve efeito diferenciado da condição de

luminosidade sobre o crescimento das plantas.

Aos 30 DAA verificou-se que a aplicação do herbicida reduziu em 57,8% o crescimento da grama são-carlos sob sombra quando comparada à que cresceu a pleno sol (Tabela 8). Sem a aplicação do herbicida, a grama desenvolvida na sombra ficou 97,7% maior do que se desenvolveu a pleno sol. Analisando a condição de luminosidade dentro de herbicida, sob sombra a aplicação do herbicida reduziu em 79,2% o crescimento da grama, enquanto a pleno sol não houve efeito do herbicida.

Tabela 8. Efeito da interação entre o herbicida fluzifop-p-butílico e as condições de luminosidade no comprimento (cm) da grama são-carlos aos 30 dias após a aplicação do produto.

Herbicida	Condição de luminosidade		
	Sombra	Sol	F
Fluzifop-p-butílico	161,6 Ab	383,0 Aa	4,63 ^{ns}
Testemunha	775,0 Aa	392,1 Ba	13,88**
F	35,60**	0,008 ^{ns}	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação a taxa de crescimento absoluto, verificou-se que na análise de desdobramento referente ao efeito do herbicida dentro da condição de sombreamento e sol mostra que não houve diferença nos resultados, embora tenha havido uma redução no comprimento das plantas na sombra tratadas com o herbicida quando comparadas a

pleno sol. Por outro lado, a testemunha teve um crescimento de 49,4% das plantas crescidas sob a sombra.

Comparando a aplicação do herbicida com a testemunha na condição de sombra observa-se redução de 97,2% no crescimento das plantas (Tabela 9). Porém, quando crescidas sob o sol, não houve efeito do herbicida.

Tabela 9. Efeito da interação entre o herbicida fluzifop-p-butílico e as condições de luminosidade na taxa de crescimento absoluto (cm dia⁻¹) da grama são-carlos.

Herbicida	Condição de luminosidade		
	Sombra	Sol	F
Fluzifop-p-butílico	1,2 Ab	10,2 Aa	1,95 ^{ns}
Testemunha	42,6 Aa	17,0 Ba	16,11**
F	42,25**	1,19 ^{ns}	

**significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para as massas secas da parte aérea e da raiz da grama são-carlos não houve efeito do herbicida, independente da condição de luminosidade e da condição de luminosidade, independentemente da aplicação do herbicida. Não houve interação significativa da condição de luminosidade e de herbicida nessas duas características.

Ong et al. (2008) e Jurami (2003) relatam que o sombreamento tem reduzido o crescimento de plantas, e que a grama são-carlos é tolerante ao sombreamento, como observado nos resultados do presente trabalho. Estes autores também afirmam que a altura das plantas da grama são-carlos diminuiu em ambas as intensidades na sombra, e que a variação entre altura das plantas na sombra foi menor do que à pleno sol, pois, na sombra, esta grama estava tentando conseguir mais luz para o crescimento.

Costa et al. (2010b), testando herbicidas de diferentes mecanismos de ação, concluíram que nenhum pertencente ao grupo dos inibidores da ACCase, assim como o fluzifop, foram capazes de reduzir a produção de massa seca em grama são-carlos. Redução na massa seca da parte aérea foram observadas apenas com inibidores da ALS, auxina e fotossistema II (ethoxysulfuron, halosulfuron, metsulfuron-methyl, 2,4-D, quinclorac e bentazon), proporcionando

redução na massa seca da parte aérea da grama *A. compressus* em cerca de 44,0; 30,2; 38,3; 39,7; 40,7; e 45,0%, respectivamente, em relação à testemunha.

A utilização de herbicidas em subdoses para gramados é muito estudada em países como Estados Unidos, mas no Brasil o baixo interesse nesta prática resulta em poucas pesquisas nesta área, a constatar pela escassa literatura sobre o assunto (DINALLI et al., 2015; DIAS et al. 2019). Os trabalhos disponíveis estudam os efeitos já conhecidos como regulador de crescimento de herbicidas inibidores da ALS, EPSPS e auxínicos (VELINI et al., 2010; SINGH et al., 2020)

Os herbicidas inibidores da ACCase possuem registro para uso em pós emergência de plantas daninhas gramíneas anuais e perenes. Após absorção, o herbicida age na rota da biossíntese de lipídeos, bloqueando-a, resultando na paralisação do crescimento das raízes e parte aérea e também ocorre necrose nas regiões meristemáticas. Em gramados, os herbicidas inibidores da ACCase do grupo ariloxifenoxipropinato, no qual se inclui o fluzifop, são utilizados no controle de plantas daninhas devido à sua seletividade em gramíneas *Poa pratensis*, *Cynodon dactylon* dentre outras adaptadas ao clima quente (TEUTON

et al. 2005, TEUTON et al. 2008; MCELROY; MARTINS, 2013). Neste contexto, a seletividade de herbicidas e seu uso como regulador de crescimento estão associados diretamente ao tipo de grama e herbicida ser utilizado (CHRISTOFFOLETI; ARANDA, 2001). O fluzifop como regulador de crescimento em gramados ainda é pouco estudado, necessitando assim de outros trabalhos que avaliem seu uso em potencial.

4. Conclusões

Em plantas desenvolvidas sob 70% da luminosidade, o fluzifop reduziu na grama esmeralda, a altura das plantas aos 15 dias após a aplicação, o comprimento dos ramos aos 45 DAA, a taxa de crescimento absoluto desses e acúmulo de massa seca da parte aérea aos 60 DAA. Já para grama batatais, foi observado que a redução nos fatores mencionados não alterou a massa seca das plantas e, para a grama são-carlos, observou-se a redução do comprimento dos ramos dos 30 aos 45 DAA e da taxa de crescimento absoluto desses, mas não afetaram a massa seca das plantas negativamente. A pleno sol, não houve efeito do herbicida sobre as espécies estudadas.

Referências

- Atroch, E. M. A. C.; Soares, A. M.; Alvarenga, A. A.; Castro, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência Agrotecnologia**, v. 25, 853-862, 2001.
- Bell, G. E.; Danneberger, T. K.; McMahon, M. J. Spectral Irradiance Available for Turfgrass Growth in Sun and Shade. **Crop Science**, v. 40, 189-195, 2000.
- Benincasa, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2004. 42 p.
- Christians, N. E.; Patton, A. J.; Law, Q. D. **Mowing, Rolling and Plant Growth Regulators**. In *Fundamentals of Turfgrass Management, Fifth Edition* (eds N. E. Christians, A. J. Patton; Q. D. Law.). 2016. <https://doi.org/10.1002/9781119308867.ch9>.
- Costa, N. V.; Martins, D.; Rodrigues, A. C. P.; Cardoso, L. A. Seletividade de herbicidas aplicados na grama Batatais e na grama São Carlos. **Planta Daninha**, v. 2, p. 365-374, 2010a.
- Costa, N. V.; Martins, D.; Rodrigues, A. C. P.; Cardoso, L. A. Seletividade de herbicidas aplicados nas gramas santo agostinho e esmeralda. **Planta Daninha**, v. 28, p. 139-148, 2010b.
- Christoffoleti, P. J.; Aranda, A. N. Seletividade de herbicidas a cinco tipos de gramas. **Planta Daninha**, v. 2, p. 273-278, 2001.
- Dias, R. C.; Dadazio, T. S.; Tropaldi, L.; Carbonari, C. A.; Velini, E. D. Glyphosate as Growth Regulator for Bahiagrass and Broadleaf Carpetgrass. **Planta Daninha**, v. 37, e019213829, 2019.
- Dinalli, R. P.; Buzetti, S.; Gazola, R. N.; Castilho, R. M. M.; Celestrino, T. S.; Dupas, E. Doses de nitrogênio e aplicação de herbicidas como reguladores de crescimento em grama esmeralda. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1875-1894, 2015.
- Fan, J.; Zhang, W.; Amombo, E.; Hu, L.; Kjørven, J. O.; Chen, L. Mechanisms of Environmental Stress Tolerance in Turfgrass. **Agronomy**, v. 10, n. 4, 522, 2020.
- Glab, T.; Szewczyk, W.; Gondek, K.; Knaga, J.; Tomasiak, M.; Kowalik, K. Effect of plant growth regulators on visual quality of turfgrass. **Scientia Horticulturae**, v. 267, 109314, 2020.
- Golombek, C. H. Estresse em gramados e fatores fisiológicos correlatos. In: **SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS – SIGRA**. Botucatu: FCA/Unesp, 2006. Disponível em: <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/Estresse.pdf>.
- Jurami, A. S. Turfgrass: types, uses and maintenance. **Garden Asia**, v. 8, p. 40-43, 2003.
- Maciel, C. D. G.; Polentine, J. P.; Raimondi, M. A.; Rodrigues, M.; Ribeiro, R. B.; Costa, R. S.; Maio, R. M. D. Desenvolvimento de gramados submetidos à aplicação de retardadores de crescimento em diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, v. 2, p. 383-395, 2011.
- Mcelroy, J. S.; Martins, D. Use of herbicides on turfgrass. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 455-467, 2013.
- Monteiro, J. A. Ecosystem services from turfgrass landscapes. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 26, p. 151-157, 2017.
- Ong, K. H.; Lim, M. T.; Priscilla, P.; Keen, C. J. Ground vegetation response to fertilization in an *Azadirachta excelsa* stand in Johore. **Journal of Agronomy**, v. 4, p. 327-331, 2008.
- Pimenta, C. H. Produção de gramas. In: **SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS – SIGRA**. Botucatu: FCA/Unesp, 2003. Disponível em: <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/PRODU%C3%87%C3%83O-DE-GRAMAS.pdf>.
- Petelewicz, P.; Orłinski, P. M.; Baird, J. H. Suppression of annual Bluegrass in creeping bentgrass putting greens using plant growth regulators. **HortTechnology**, v. 1, p. 1-11, 2021.

Singh, S.; Kumar, V.; Dhanjal, D. S.; Singh, J. **Herbicides and Plant Growth Regulators: Current Developments and Future Challenges**. In: Singh J., Yadav A. (eds) *Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3024-1_5, 2020.

Schreiner, H. G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 15, p. 61-72, 1987. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/4999/1/schreiner.pdf>.

Teuton, T. C.; Unruh, J. B.; Miller, G. L.; Mueller, T. C. Hybrid bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. x *C. transvaalensis* Burt-Davy) control with glyphosate and fluazifop. **Applied Turfgrass Science**, doi:10.1094/ATS-2005-0119-01-RS, 2005.

Teuton, T. C.; Main, C. L.; Sorochan, J. C.; McElroy, J. S.; William, E. H.; Sams, C. E.; Mueller, T. C. Hybrid Kentucky bluegrass tolerance to preemergence and postemergence herbicides. **Weed Technology**, v. 22, n. 2, p. 240-244, 2008.

Unruh, J. B. Biologia de gramas de clima quente. In: **SIMPÓSIO SOBRE GRAMAS – SIGRA**. Botucatu: FCA, 2004. Available at: <http://infograma.com.br/wp-content/uploads/2015/10/biologia-de-gramas.pdf>.

Velini, E. D.; Trindade, M. L. B.; Barberis, L. R. M.; Duke, S. O. Growth regulation and other secondary effects of herbicides. **Weed Science**, v. 58, p. 351-354, 2010.

Willard, T. R.; Peacock, C. M.; Shilling, D. G. Photosynthesis as an index of turf grass growth following application of herbicides. **HortScience**, v. 4, p. 451-453, 1990.