

PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DE PALHADA DE SORGO POR APLICAÇÃO HORMÉTICA DE HERBICIDAS

TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA¹, ARTHUR GABRIEL CALDAS LOPES², FRANCISCO FAGGION³, LEANDRO AUGUSTO FELIX TAVARES⁴, PAULO ROBERTO ARBEX SILVA⁵

¹Docente da Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Brasília, Campos universitário Darcy Ribeiro ICC, cep:70910-900, Asa norte, Brasília, DF, Brasil. tiagocorreia@unb.br

²Doutorando do PPGA da Universidade de Brasília, Campos universitário Darcy Ribeiro ICC, cep:70910-900, Asa norte, Brasília, DF, Brasil. arthur.grb10@gmail.com

³Docente da Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Brasília, Campos universitário Darcy Ribeiro ICC, cep:70910-900, Asa norte, Brasília, DF, Brasil. ffaggion@yahoo.com

⁴Docente do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Av. Universitária, 1000, Bairro universitário, cep:38610-000, Unai, MG, Brasil. leandro.tavares@ufvjm.edu.br

⁵Docente da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campos de Botucatu, Av. Universitária, 3780, cep:18610-034, Altos do paraíso, Botucatu, SP, Brasil. paulo.arbex@unesp.br

RESUMO: No sistema plantio direto a manutenção de palhada sobre o solo é essencial, especialmente em regiões onde a decomposição é rápida. O objetivo do trabalho foi avaliar a aplicação de subdoses de herbicida Glifosato, 2,4 D e Haloxifope-P-Ester Metílico na produção e manutenção de palhada de sorgo ao sistema plantio direto. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Água Limpa, pertencente a Universidade de Brasília. Foi utilizado um esquema fatorial 3 (Herbicidas: Glifosato; 2,4-D Sal Dimetilamina; Haloxifope-P-Ester metílico) x 2 (Subdoses: 4 e 6 g i.a ha⁻¹ de Glifosato; 0,6 e 1,2 g i.a ha⁻¹ de Haloxifope-P-metílico; 80 e 160 g i.a ha⁻¹ de 2,4-D Sal Dimetilamina), com quatro repetições inteiramente casualizadas. Aos tratamentos incluiu-se um testemunha sem aplicação de subdoses. As subdoses menor, maior e testemunhas foram identificadas por D1, D2 e D0 respectivamente. Os tratamentos foram aplicados 35 dias após a semeadura com pulverizador tratorizado, e a partir dos 100 dias foram avaliados teor de lignina (TL), massa de materia seca (MMS) e produtividade de grãos. D2 de Glifosato aumenta 5,35% a MMS e 3% o TL da palhada de sorgo e não difere a produtividade de grãos da cultura. D1 de Haloxifope-P-Ester Metílico aumenta 9,2% a MMS da planta de sorgo. As subdoses dos demais herbicidas estudados reduzem a produtividade de grãos de sorgo.

Palavras-chave: plantio direto, cobertura vegetal, subdose, glifosato, 2,4D.

PRODUCTION AND MAINTENANCE OF SORGHUM STRAW BY HORMETIC APPLICATION OF HERBICIDES

ABSTRACT: In the no-tillage system, maintaining straw over the soil is essential, especially in regions where decomposition is rapid. The work aimed to evaluate the application of underdoses of herbicide Glyphosate, 2,4 D and Haloxifope-P-Ester Methyl in the production and maintenance of sorghum straw to the no-tillage system. The experiment was conducted at the Experimental Água Limpa Farm, belonging to the University of Brasília. A factorial scheme 3 (Herbicides: Glyphosate; 2,4-D Dimethylamine salt; Haloxifop-P-methyl ester) x 2 (Subdoses: 4 and 6 g ia ha⁻¹ of Glyphosate; 0.6 and 1.2 g Haloxifop-P-methyl ia ha⁻¹; 80 and 160 g ia 2,4-D salt Dimethylamine), with four completely randomized repetitions. The treatments included a control without the application of underdoses. The minor, major and control subdoses were identified by D1, D2 and D0 respectively. The treatments were applied 35 days after sowing with tractor spray, and after 100 days, lignin content (TL), dry matter mass (MMS) and grain yield were evaluated. The D2 treatment of Glyphosate presents MMS 5.35% higher at 190 days after sowing. The same treatment increased the TL by 3% and did not differ in the productivity of sorghum grains.

Keywords: no-till, vegetation cover, underdosing, glyphosate, 2,4D.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Turturro, Hass e Hart (2000), o termo hormese foi originalmente definido como o comportamento bilateral de uma substância ou composto, no qual uma característica biológica é estimulada por baixas doses mas inibida por altas da mesma substância. O termo foi primeiramente utilizado pelos autores Mao e Franke (2013) para descrever o efeito de um composto de casca de carvalho que em baixas doses promoveu o crescimento de fungos, porém, quando utilizados em doses elevadas foi fortemente inibidor do crescimento. Desde então muitas pesquisas foram realizadas no sentido de avaliar possíveis efeitos herméticos em plantas, principalmente com o uso de herbicidas.

Segundo Velini et al. (2010), a resposta estimulatória da hormese é medida em diferentes parâmetros, variando desde o aumento da massa de matéria seca, altura ou área foliar das plantas, ou ainda mudanças fisiológicas, como teor de proteína e lignina. Trabalhando com subdoses de herbicida Glifosato, Nascentes et al. (2018) constataram que a massa de matéria seca de plantas de cana-de-açúcar e eucalipto aumentaram 11 e 37% respectivamente, assim como a assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração foram aumentadas por subdoses semelhantes do herbicida, sendo observado aumento de crescimento de plantas. Godoy (2007) identificaram efeito hermético do glifosato para o aumento de matéria verde em milho e massa seca de raiz da soja.

Vários herbicidas possuem funcionalidades não apenas para o controle de plantas daninhas. De acordo com Velini et al. (2010), os herbicidas podem ter finalidades distintas em função de doses normais recomendadas ou subdoses, por exemplo, o uso de herbicidas maturadores em cana-de-açúcar, herbicidas agonistas de auxinas em produção de frutos e herbicidas inibidores da PROTOX para indução de resistência a patógenos. Contudo, Pires et al. (2019) alertam que uma resposta estimulatória não tem a mesma característica de outra, alguns herbicidas podem estimular o

crescimento das raízes em baixas doses, mas não têm efeito estimulador sobre o crescimento de caules, massa de matéria seca ou produtividade em qualquer outra dose.

Os herbicidas auxínicos são exemplos bem conhecidos de produtos químicos que aumentam o crescimento em concentrações não tóxicas imitando a auxina, hormônio do crescimento, mas que são letais em doses mais elevadas (ALLENDER, 1997).

Segundo Wiedman e Appleby (1972), alguns dos efeitos causados por hormese representam tentativas fisiológicas da planta em compensar o estresse químico, um exemplo disso é o aumento no número de sementes produzidas por uma planta quando submetida a situação de estresse, ela tem essa reação na tentativa de dar a próxima geração uma condição mais favorável para se desenvolver. De acordo com os autores isso também pode explicar o crescimento mais acentuado do sistema radicular de outras plantas como a aveia e pepino.

Segundo Costa et al. (2015), no conceito de agricultura conservacionista através de sistema plantio direto na palha, a manutenção dos resíduos vegetais sobre o solo é essencial. Especialmente na região centro-oeste do Brasil, Santos et al. (2014) e Theodoro et al. (2018) esclarecem que a dinâmica de decomposição da palhada é governada, fundamentalmente, pelas condições climáticas de precipitação pluvial e temperaturas, as quais caracterizam verão úmido e quente, e inverno seco e quente. Nessas condições, Sousa, Silva e Benez (2014) descrevem que a decomposição da palhada ocorre rapidamente, sendo difícil a manutenção da mesma sobre a superfície do solo.

Sendo necessária palhada sobre o solo para o sistema plantio direto e havendo a hipótese de manipulação da mesma através da técnica hormese com herbicidas, o objetivo do trabalho foi avaliar aplicação de subdoses de herbicidas Glifosato, 2,4 D e Haloxifope-P-Ester Metílico na produção e manutenção de palhada de sorgo ao sistema plantio direto na região centro-oeste do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola 2017/2018, na Fazenda Experimental Água Limpa (FAL), situada em Brasília/DF e pertencente a Universidade de Brasília, tendo como coordenadas geográficas 15°56'45.5"S e 47°55'58.5"W de Greenwich, altitude média de 1080 metros, e classificação do clima é Aw segundo Köppen e Geiger, sendo tropical chuvoso com inverno seco, temperatura e pluviosidade média anual de 21,1 °C e 1668 mm respectivamente. O solo da área experimental foi classificado por Rodolfo Junior et al. (2015) como Latossolo Vermelho Amarelo.

O Sorgo utilizado para realização do experimento foi o híbrido AG1080, sendo utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 2, cujos fatores foram herbicidas (Glifosato, 2,4-D Sal Dimetilamina e Haloxifope-P-Ester metílico) e subdoses desses herbicidas (4 e 6 g ha⁻¹ de ingrediente ativo de Glifosato; 0,6 e 1,2 g ha⁻¹ de ingrediente ativo de Haloxifope-P-metílico e, 80 e 160 g ha⁻¹ de ingrediente ativo de 2,4-D Sal Dimetilamina), com quatro repetições por tratamento. Aos tratamentos incluiu-se um testemunha sem aplicação de subdose de herbicidas, totalizando assim 40 parcelas experimentais. Para facilidade de identificação da testemunha, subdoses menores e maiores, foram utilizadas as legendas D0, D1 e D2 respectivamente.

Os herbicidas glifosato, 2,4-D Sal Dimetilamina e Haloxifope-P-Ester Metílico utilizados, foram das marcas comerciais Roundup Original® (480 g L⁻¹ de Isopropilamina de N-phosphonomethyl glycine e 356 g L⁻¹ de equivalente ácido), DMA 806 BR® (806 g L⁻¹ de Dimethylammonium 2,4-dichlorophenoxy acetate e 670 g L⁻¹ de equivalente ácido) e Verdict R® (124,7 g L⁻¹ de Haloxifope-P-Metílico e 120 g L⁻¹ de equivalente ácido), respectivamente.

A cultura do sorgo foi semeada em sistema de preparo convencional do solo com grade intermediária e niveladora, eliminando plantas daninhas e palhada da superfície do solo. As sementes utilizadas foram do híbrido AG1085, sendo adotada densidade de

semeadura de 180000 plantas por hectare em espaçamento de 0,5 m entre linhas, e adubação de base com 300 kg ha⁻¹ de NPK 04-14-08. Para tratos culturais foi realizada uma aplicação de inseticida Deltametrina na dosagem de 0,2 L ha⁻¹ e uma de herbicidas Atrazina + Nicossulfurom nas dosagens de 3 L ha⁻¹ e 1,5 L ha⁻¹ respectivamente, ambas aplicações aos 20 dias após emergência das plantas. Aos 25 dias após emergência das plantas foi realizada uma adubação de cobertura com 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A aplicação dos tratamentos foi realizada aos 35 dias após a emergência das plantas, sendo utilizado um pulverizador tratorizado da marca Jacto, modelo Falcon Vortex AM14, equipado com pontas de pulverização ADI110015 e calibrado com pressão de 30 psi para vazão de 100 L ha⁻¹ de calda. As caldas dos herbicidas foram preparadas no Laboratório de mecanização agrícola da FAL – LAMAGRI/FAL, sendo preparados 80 L de calda por tratamento, utilizando pipeta de precisão Pipet-Lite XLS+ para dosagem dos herbicidas.

Aos 100 dias após a emergência das plantas foi realizada a avaliação de massa de matéria seca de planta inteira (MMS100), aos 102 dias após a semeadura avaliação de produtividade de grãos e aos 190 dias após a semeadura avaliação de massa de matéria seca de palhada picada sobre o solo (MMS190), oriunda da colheita mecanizada das parcelas.

Para a avaliação de MMS100, foram coletadas 15 plantas das duas linhas centrais de cada parcela, ignorando as bordaduras. Das plantas coletadas foram retirados os cachos de grãos e o restante delas reduzido em pedaços menores, acondicionados em embalagens de papel e submetidos a secagem pelo método padrão da estufa a 55 °C por 72 horas, conforme Bueno et al. (2017). Após realizada a MMS100 as amostras secas foram submetidas a avaliação de teor de lignina (TL), três amostras compostas por repetição foram finamente moídas em moinhos de rotor circular com facas, marca Marconi, modelo MA340, sendo a quantificação do teor realizada segundo o método de Morrison (1977), com base na curva padrão de lignina (Sigma).

A produtividade de grãos foi realizada através da colheita e debulha manual dos cachos das plantas contidas em 2 m² de cada parcela. Os grãos foram pesados, colocados em estufa a 65 °C por 48 horas, pesados novamente, a umidade corrigida para 13% e a produtividade determinada em kg ha⁻¹. Após a colheita manual as parcelas foram colhidas mecanicamente, sendo a palhada picada e distribuída sobre o solo pela colhedora.

A MMS190 foi realizada conforme a metodologia descrita por Chaila (1986), sendo coletada a palhada contida em 0,25 m² do centro de cada parcela e submetida ao método padrão da estufa descrito.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, quando o teste F mostrou-se significativo a 5% de probabilidade foi

aplicado o teste de Tukey (P≤0,05) para comparação entre médias através do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR., 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para MMS, teor de lignina e produtividade de grãos de sorgo são apresentados na Tabela 1, e indicam interação entre os fatores herbicida e subdoses somente para a variável MMS. As médias de produtividade de grãos diferiu tanto entre herbicidas como entre subdoses, e as médias de teor de lignina não diferiu entre nenhum dos fatores estudados.

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis produtividade de grãos, massa de matéria seca aos 100 e 190 dias após a semeadura (MMS100 e MMS190), e teor de lignina da palhada de sorgo.

Fator	ANOVA						DMS
	Teste F	P valor	Média geral	CV (%)	DP	EP	
Herbicida (A)	5,0*	0,0142					
Subdose (B)	11,22*	0,0003	4817,51	1,29	62,51	31,25	63,28
Int. AxB	0,14 ^{NS}	0,9678					109,6
MMS100 (kg ha ⁻¹)							
Herbicida (A)	2,84 ^{NS}	0,0758					
Subdose (B)	4,12*	0,0274	5470,01	0,59	32,78	16,39	33,18
Int. AxB	3,90*	0,0126					57,47
MMS190 (kg ha ⁻¹)							
Herbicida (A)	387,06**	<0,000					
Subdose (B)	696,09**	<0,000	4643,69	0,58	27,38	13,69	27,72
Int. AxB	134,08**	<0,000					48,01
Teor de lignina (%)							
Herbicida (A)	50,36*	<0,000					
Subdose (B)	16,41*	<0,000	2,52	0,53	0,013	0,006	0,013
Int.vAxB	11,00*	<0,000					0,023

*Significativo pelo teste F com P≤0,05. **Significativo pelo teste F com P≤0,01. ^{NS}não significativo. CV: coeficiente de variação; DP: desvio padrão residual; EP: erro padrão da média.

Os resultados de MMS aos 100 e 190 dias após a semeadura são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Massa de materia seca de sorgo aos 100 e 190 dias após a semeadura (MMS100 e MMS190).

Fator	MMS100 (kg ha ⁻¹)		
	D0	D1	D2
Glifosato	5463,22 bA	5466,33 aA	5478,92 aA
2,4 D	5450,40 bAB	5488,17 aA	5424,39 aB
Verdict	5531,98 aA	5486,47 aAB	5440,21 aB
	MMS190 (kg ha ⁻¹)		
	D0	D1	D2
Glifosato	4626,50 aB	4403,05 bC	4931,60 aA
2,4 D	4205,01 bC	4393,06 bB	4852,05 bA
Verdict	4674,26 aB	4841,70 aA	4865,99 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Comparando os herbicidas para a variável MMS aos 100 dias após a semeadura, o Verdict na subdose D0 diferiu dos demais com maior MMS, 5531 kg ha⁻¹, quantidade 1,4 e 1,2% maior que as obtidas pelos herbicidas 2,4 D e Glifosato na mesma subdose respectivamente. Nas subdoses D1 e D2 os herbicidas não diferiram entre si para a variável em questão, sendo obtidas médias de 5480,3 e 5447,84 kg ha⁻¹ respectivamente.

Comparando as subdoses de cada herbicida separadamente, a variável MMS aos 100 dias após a semeadura não diferiu no Glifosato e diferiu no 2,4 D e Verdict. Independentemente da subdose de Glifosato foi obtida média de 5469,49 kg ha⁻¹ de MMS. No 2,4 D a subdose D1 diferiu de D2 apresentando MMS de 5488,17 kg ha⁻¹, quantidade 1,17% maior, e no Verdict a D0 diferiu das demais subdoses com MMS de 5531,98 kg ha⁻¹, quantidade 1,65% maior que D2.

Os resultados de MMS aos 100 dias por Glifosato corroboram com Magalhães et al. (2001). Os autores simularam deriva de subdoses de 28,8; 57,6; 86,4; 115,2 e 172,8 g ha⁻¹ de Glifosato e Paraquat na cultura do sorgo e não identificaram diferenças na massa de materia seca das folhas da cultura. Silva et al. (2016), utilizando subdoses de 3, 6, 9, 12 e 15 g ha⁻¹ de Glifosato em feijoeiro, identificaram redução da massa de materia seca da cultura.

Aos 190 dias após a semeadura a MMS diferiu entre os herbicidas nas três subdoses utilizadas. Na subdose D0 o herbicida 2,4 D apresentou menor MMS, 4205,01 kg ha⁻¹, quantidade 9,57% menor que a média entre Glifosato e Verdict. Na subdose D1 o Verdict apresentou maior MMS, 4841,70 kg ha⁻¹, sendo 9,2% maior que a média entre Glifosato e 2,4 D, e no D2 a maior MMS foi verificada no Glifosato, em que 4931,6 kg ha⁻¹ foi 1,61 e 1,33% maior que 2,4 D e Verdict respectivamente.

Comparando as subdoses de Glifosato, a maior MMS foi obtida na D2, sendo 4931,60 kg ha⁻¹, quantidade 6,18 e 10,71% superior a verificada em D0 e D1 respectivamente. Dentre as subdoses de 2,4 D, D2 apresentou MMS de 4852,05 kg ha⁻¹, sendo 13,33 e 9,45% maior que a obtida em D1 e D0 respectivamente. Com Verdict a MMS de D1 e D2 não diferiu entre si, sendo a média entre elas, 4853,84 kg ha⁻¹, 3,69% maior que a verificada na D0.

Realizando uma análise geral dos resultados de MMS, é possível verificar que a subdose D2 de Glifosato proporciona maior longevidade à palhada de sorgo a partir do aumento da MMS sobre o solo 190 dias após a colheita mecanizada dos grãos, indicando assim menor decomposição da palhada no período. Aos fim do período a MMS sobre o solo reduziu 9,98% com o tratamento e 15,33% com a testemunha, diferença de 5,35%, o que indica

decomposição desacelerada da palhada de D2. A discussão corrobora com Velini et al. (2008) e Rabello et al. (2012), os quais apontaram possibilidade de maior produção de biomassa de milho, café, trapoeraba e feijoeiro pelo

aumento da MMS, obtida a partir da aplicação de subdoses de Glifosato.

Os resultados de teor de lignina das plantas de sorgo aos 100 dias após a semeadura são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Teor de lignina da palhada de sorgo aos 100 dias após a semeadura.

Fator	Teor de lignina (%)		
	D0	D1	D2
Glifosato	2,51 aC	2,56 aB	2,59 aA
2,4 D	2,50 aA	2,50 bA	2,50 bA
Verdict	2,51 aA	2,51 bA	2,51 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

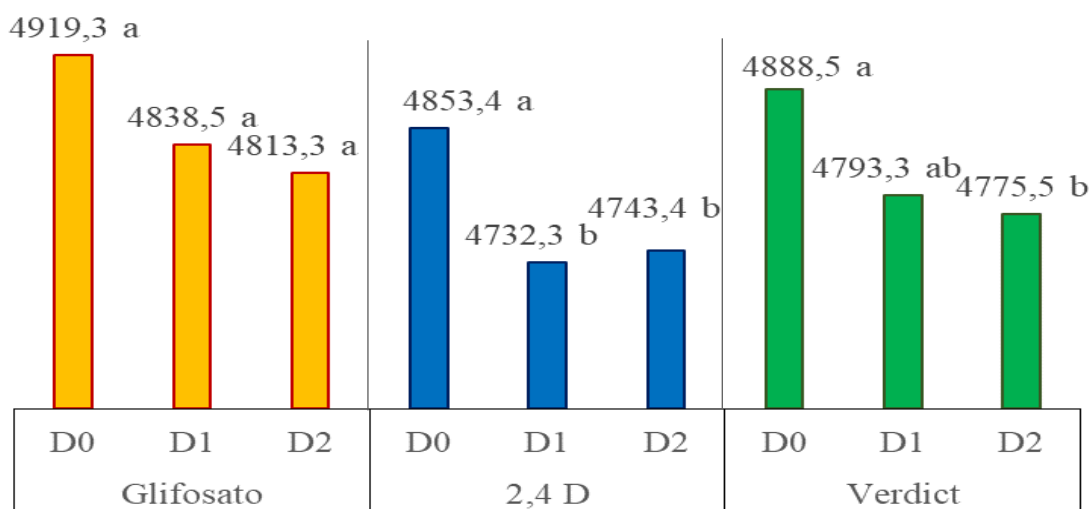
As plantas pulverizadas com Glifosato apresentaram teor de lignina superior às pulverizadas com 2,4 D e Verdict. Na subdose D1 do herbicida o teor de lignina foi de 2,56%, sendo 2,34 e 1,95% maior que o obtido com a mesma subdose de 2,4 D e Verdict respectivamente. Na subdose D2 de Glifosato o teor de lignina foi de 2,59%, percentual 3,47 e 3,08% maior que o verificado na subdose de 2,4 D e Verdict.

Comparando as subdoses de herbicida, elas não diferiram o teor de lignina utilizando 2,4 D ou Verdict. Diferenças foram obtidas entre subdoses de Glifosato, maior subdose apresentou maior o teor de lignina, 2,59%. A porcentagem foi 1,15 e 3% maior que a verificada com D1 e D0 respectivamente.

Contextualizando os resultados de teor de lignina e MMS, é possível compreender a maior MMS produzida e a maior longevidade da palhada obtidas com D2 de Glifosato. De acordo com Fortes, Trivelin e Vitti (2012), a dinâmica de decomposição da palhada vegetal é determinada parcialmente pela sua concentração de lignina. Yamaguchi et al. (2017), esclarece que a lignina é resistente à decomposição por microorganismos devido à sua estrutura química mais recalcitrante, assim, se maior o teor dela na palha, menor o teor de nitrogênio e mais lenta é a decomposição, promovendo assim a manutenção e longevidade da palha sobre o solo.

Os resultados de produtividade de grãos de sorgo por herbicida estudado, são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Produtividade de grãos de sorgo (kg ha^{-1}).



A produtividade de grãos não diferiu entre D0 (testemunha) e subdoses D1 e D2 de herbicida Glifosato, sendo obtida a média de 4857 kg ha⁻¹. Contextualizando o resultado com os de MMS e teor de lignina das Tabelas 2 e 3, torna-se compreensível a possibilidade de aumentar o volume de palhada de sorgo e longevidade da mesma sobre o solo sem que haja prejuízos à produtividade de grãos.

A produtividade de grãos das subdoses D1 e D2 de herbicida 2,4 D não diferiram entre si, entretanto diferiram da produtividade de D0. As produtividades de D1 e D2, 4732,3 e 4743,4 kg ha⁻¹ respectivamente, foram 2,5 e 2,3% menor que D0.

Utilizando Verdict a produtividade de D2 foi 2,3% menor que D0 e não diferiu de D1.

De maneira geral, as subdoses de Glifosato, 2,4 D e Verdict não incrementaram a produtividade de grãos de sorgo, exceto Glifosato, 2,4 D e Verdict demonstraram efeito de redução da produtividade.

Os resultados obtidos com Glifosato corroboram com os verificados por Magalhães et al. (2001) também na cultura do sorgo. Utilizando subdoses de 28,8 g ha⁻¹, 57,6 g ha⁻¹, 86,4 g ha⁻¹, 115,2 g ha⁻¹ e 172,8 g ha⁻¹ de Glifosato e uma testemunha sem herbicida, os autores não obtiveram diferenças para a produtividade de grãos.

Sousa, Silva e Benez (2014), avaliando as subdoses de 12,5 g ha⁻¹, 25 g ha⁻¹ e 50 g ha⁻¹ de Glifosato aplicadas na cultura do milho, concluíram não haver diferenças significativas para produtividade de grãos, sendo similar a testemunha sem herbicida aplicado. Felisberto et al. (2016) compararam as subdoses 0 g ha⁻¹, 6,48 g ha⁻¹, 12,96 g ha⁻¹, 19,44 g ha⁻¹ e 25,92 g ha⁻¹ de Glifosato aplicadas nos estádios V4 e V8

do milho, e concluíram que a produtividade de grãos não foi incrementada ou reduzida pelas subdoses.

Contrapondo os resultados do trabalho e demais apresentados, Silva et al. (2016) verificaram aumentos na produtividade de feijão utilizando subdoses de 3, 6, 9, 12 e 15 g ha⁻¹ de Glifosato. Parcelando a aplicação de 12 g ha⁻¹ em 50% no estádio de desenvolvimento V_{4.4} e 50% no V_{4.7} das plantas de feijão, os autores obtiveram aumento de produtividade de 375 kg ha⁻¹.

Estudos da técnica hormesis em culturas agrícolas podem evoluir, sobretudo a partir dos já existentes. Melhorias da técnica podem ser obtidas a partir da perspectiva de futuras pesquisa abrangendo o parcelamento de subdoses de herbicidas e aplicações em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas cultivadas.

4 CONCLUSÕES

A subdose D2 de Glifosato aumenta 5,35% a MMS e 3% o TL da palhada de sorgo, e subdoses do herbicida não difere a produtividade de grãos da cultura. A subdose D1 de Haloxifope-P-Ester Metílico (Verdict) aumenta 9,2% a MMS da planta de sorgo. As subdoses dos herbicidas 2,4D e Verdict não diferem o teor de lignina da palhada e reduzem a produtividade de grãos de sorgo.

5 AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF, e a Universidade de Brasília.

6 REFERÊNCIAS

ALLENDER, W. J. Effect of trifluoperazine and verapamil on herbicide stimulated growth of cotton. **Journal of Plant Nutrition**, Abingdon, n. 20, v. 1, p. 69-80, 1997. DOI: 10.1080/01904169709365234. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904169709365234>. Acesso em: 20 maio 2021.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agrônômica e AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Multipress, 2015. 396 p.

BUENO, A. V. L.; JOBIM, C. C.; RIBEIRO, M. G.; OLIVEIRA, J. P. Método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 18, p. e-44913, 2017. DOI: 10.1590/1089-6891v18e-44913. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912017000100232. Acesso em: 20 maio 2021.

CHAILA, S. Metodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. **Malezas**, Buenos Aires, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 852-863, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140269>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000300852. Acesso em: 20 maio 2021.

FELISBERTO, P. A. C.; TIMOSSI, P. C.; FELISBERTO, G.; RAMOS, A. R. Subdoses de glyphosate não reduzem a produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 15, n. 3, p. 290-296, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v15i3.482>. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/482>. Acesso em: 20 maio 2021.

FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in Sao Paulo state, Brazil. **Biomass and Bioenergy**, Kidlington, v. 42, n. 1, p. 189-198, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.03.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953412001407?via%3Dihub>. Acesso em: 20 maio 2021.

GODOY, M. C. **Efeitos do glyphosate sobre o crescimento e absorção de fósforo pela soja**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; SILVA, J. B.; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D.; RIBEIRO, L. S. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582001000200014>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582001000200014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 maio 2021.

MAO, L.; FRANKE, J. Hormesis no envelhecimento e na neurodegeneração – um prodígio aguardando dissecação. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 14, n. 1, p. 13109-13128, 2013. DOI: 10.3390/ijms140713109. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23799363/>. Acesso em: 20 maio 2021.

MORRISON, I. M. A semi-micro method for the determination of lignin and its use in predicting the digestibility of forage crops. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Nova Jersey, v. 23, n. 4, p. 455-463, 1977. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740230405>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740230405>. Acesso em: 20 maio 2021.

NASCENTES, R. F.; CARBONARI, C. A.; SIMÕES, P. S.; BRUNELLI, M. C.; VELINI, E. D.; DUKE, S. O. Low doses of glyphosate enhance growth, CO₂ assimilation, stomatal conductance and transpiration in sugarcane and eucalyptus. **Pest Management Science**, Chichester, v. 74, n. 5,

p. 1197-1205, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4606>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.4606>. Acesso em: 20 maio 2021.

PIRES, R. N.; BACHA, A. L.; NEPOMUCENO, M. P.; ALVES, P. L. C. A. Pode o etiltrinexapac estimular o crescimento de mudas de eucalipto? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 385-395, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509815326>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/15326>. Acesso em: 20 maio 2021.

RABELLO, W. S.; MONNERAT, P. H.; CAMPANHARO, M.; ESPINDULA, M. C.; RIBEIRO, G. Crescimento e absorção de fósforo do feijoeiro comum -Xodó sob efeito de subdoses de glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 11, n. 2, p. 204-212, 2012. DOI: <https://doi.org/10.7824/rbh.v11i2.149>. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/149>. Acesso em: 20 mai. 2021.

RODOLFO JUNIOR, F.; ARAÚJO, L. G.; SOUZA, R. Q.; BATISTA, F. P. S.; OLIVEIRA, D. N. S.; LACERDA, M. P. C. Relações solo-paisagem em topossequências na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 27-35, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v03n01a05>. Disponível em: <http://www.bibliotekevvirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/795-nativa/v03n01/7634-relacoes-solo-paisagem-em-topossequencias-na-fazenda-agua-limpa-distrito-federal.html>. Acesso em: 20 maio 2021.

SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VILELA, L.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; VIANA, J. H. M. Decomposição e liberação de macronutrientes da palhada de milho e braquiária, sob integração lavoura-pecuária no cerrado baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1855-1861, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000600020>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000600020&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 maio 2021.

SILVA, J. C.; GERLACH, G. A. X.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O. Influência de doses reduzidas e épocas de aplicação sobre o efeito hormético de glyphosate em feijoeiro. **Revista de La Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 115, n. 2, p. 191-199, 2016. DOI: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/58020>. Disponível em: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/58020/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 maio 2021.

SOUZA, S. F. G.; SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. Avaliação da cultura do milho submetida à hormesis. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 128-135, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2014v29n2p128-134>. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/862>. Acesso em: 20 maio 2021.

THEODORO, G. F.; GOLIN, H. O.; REZENDE, R. P.; ABREU, V. L. S.; SILVA, M. S. Influência de sistemas de preparo na manutenção da palhada e resistência do solo à penetração. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 5, n. 2, p. 25-30, 2018. DOI: [10.32404/rean.v5i2.2220](https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.2220). Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2220>. Acesso em: 20 maio 2021.

TURTURRO, A.; HASS, B.; HART, R. W. Does caloric restriction induce hormesis? **Hum Exp Toxicol**, Jefferson, v. 19, n. 6, p. 320-329, 2000. DOI: [10.1191/096032700678815981](https://doi.org/10.1191/096032700678815981). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10962498/>. Acesso em: 20 maio 2021.

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHEDÉ, D. K.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, Chichester, v. 64, n. 4, p. 489-496, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1562>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.1562>. Acesso em: 20 mai. 2021.

VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; BARBERIS, L. R. M.; DUKE, S. O. Growth Regulation and Other Secondary Effects of Herbicides. **Weed Science**, Londres, v. 58, n. 3, p. 351-354, 2010. DOI: 10.1614/WS-D-09-00028.1. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/abs/growth-regulation-and-other-secondary-effects-of-herbicides/DBA8F47CA51560F2F05C49C6ACC2B8B3#>. Acesso em: 20 maio 2021.

YAMAGUCHI, C. S.; RAMOS, N. P.; CARVALHO, C. S.; PIRES, A. M. M.; ANDRADE, C. A. Sugarcane straw decomposition and carbon balance as a function of initial biomass and vinasse addition to soil surface. **Bragantia**, Campinas, v. 76, n. 1, p. 135-144, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.580>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052017000100135&lng=en&tlng=en. Acesso em: 20 maio 2021.

WIEDMAN, S. J.; APPLEBY, A. P. Plant growth stimulation by sublethal concentrations of herbicides. **Weed Research**, Oxford, v. 12, n. 12, p. 65-74, 1972. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1972.tb01188.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3180.1972.tb01188.x>. Acesso em: 20 maio 2021.