



EFEITO DE SUBDOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE NO SORGO GRANÍFERO BRS 310

Juliano Costa da Silva¹, Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues², Gustavo Antonio Xavier Gerlach³, Walter Vagaes Longui⁴ e Daiene Camila Dias Chaves Corsini³

1. Mestrando em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira-SP (jcsagro@gmail.com).
2. Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira-SP.
3. Mestrando (a) em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira-SP. Brasil.
4. Engenheiro Agrônomo.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

O sorgo é conhecido por ser uma cultura sensível aos herbicidas sistêmicos não seletivos, em especial ao glyphosate. O uso de doses reduzidas deste herbicida tem sido tema de vários estudos em diversas culturas, inclusive no sorgo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da utilização de diferentes subdoses de glyphosate (0 g ha⁻¹, 15 g ha⁻¹, 30 g ha⁻¹, 45 g ha⁻¹, 60 g ha⁻¹ e 75 g ha⁻¹ do equivalente ácido) aplicadas aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas (quarta e nona folhas completamente expandidas) da cultivar de sorgo granífero BRS 310 no município de Selvíria (MS), entre dezembro de 2011 e abril de 2012. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 12 tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 x 2 e quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: estande final, altura da planta, diâmetro do colmo, número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos, massa de grãos por panícula e a produtividade de grãos. Concluiu-se que, de maneira geral, não houve influência das subdoses de glyphosate no desenvolvimento das plantas de sorgo, no entanto, as diferenças numéricas nos componentes de produção, apesar de não significativas, refletiram diretamente na produtividade do sorgo, que foi prejudicada em todos os tratamentos onde houve aplicação de subdoses de glyphosate. As diferentes épocas de aplicação não ocasionaram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros avaliados. Não houve interação entre as épocas de aplicação e as subdoses de glyphosate.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* L., deriva, subdoses de herbicida.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SORGHUM IN FUNCTION OF REDUCED RATES AND TIMES OF APPLICATION OF GLYPHOSATE

ABSTRACT

Sorghum is known to be sensitive to one culture nonselective systemic herbicides,

especialmente glifosato. O uso de doses reduzidas deste herbicida tem sido o assunto de vários estudos em diversas culturas, incluindo o sorgo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de usar diferentes doses de glifosato (0 g ha^{-1} , 15 g ha^{-1} , 30 g ha^{-1} , 45 g ha^{-1} , 60 g ha^{-1} e 75 g ha^{-1} equivalente ácido) aplicadas aos 20 e 40 dias após a emergência das plantas (quarta e nona folhas expandidas) do sorgo grão cultivar BRS 310 em Selvíria (MS), entre dezembro de 2011 e abril de 2012. O planejamento experimental foi um bloco aleatorizado com 12 tratamentos dispostos em um arranjo fatorial 6×2 com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: população final, altura da planta, diâmetro do caule, número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos, massa de grãos por panícula e rendimento de grãos. Concluiu-se que, em geral, não houve influência das doses reduzidas de glifosato no desenvolvimento do sorgo, porém, as diferenças numéricas nos componentes de rendimento, embora não significativas, refletiram diretamente no rendimento do sorgo, que foi prejudicado em todos os tratamentos onde houve aplicação de doses reduzidas de glifosato. Os diferentes tempos de aplicação não causaram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros avaliados. Não houve interação entre os tempos de aplicação e as doses reduzidas de glifosato.

KEYWORDS: *Sorghum bicolor* L., deriva, doses de herbicida.

INTRODUÇÃO

O sorgo grão está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás apenas do arroz, trigo, milho e cevada (EMBRAPA, 2009).

Na região dos cerrados, a cultura do sorgo é de grande importância para a produção de grãos. Além da utilização na alimentação humana, ela é considerada ótima alternativa, em substituição ao milho, para uso na alimentação animal, na forma de grãos (SILVA et al., 2009).

Na contramão do que se observou no mercado global de sorgo, o desempenho da cultura no Brasil foi de crescimento. Segundo dados da Associação Paulista dos Produtores de Sementes, a produção brasileira de sorgo grão passou de 281 mil toneladas em 1992/1993 para 2,4 milhões de toneladas em 2010/2011, o que consiste em um aumento de 754%. Entre as safras de 1985/1986 e 1994/1995, a área plantada oscilou na faixa de 200 mil hectares. E a partir da safra 1995/1996 a área passou a crescer, atingindo o pico de 1,03 milhão de hectares em 2003/2004. O que se observa desde então é uma nova estabilização da área de sorgo grão (MIRANDA, 2012).

Entre as possibilidades de manejo de plantas daninhas, o método químico é o mais utilizado (TIBURCIO et al., 2012). Em áreas onde este método é adotado, o contato da molécula herbicida com organismos não-alvo é caracterizado como deriva. Por exemplo, quando os produtos não-seletivos são aplicados, tais como herbicidas à base de glifosato, a cultura em si pode sofrer os efeitos do herbicida. A extensão dos danos causados pela deriva de herbicidas na cultura é diretamente relacionada com as doses recomendadas para controle de plantas daninhas (TUFFI SANTOS et al., 2009).

As aplicações dos herbicidas, sejam aéreas ou terrestres, podem provocar o fenômeno da deriva, atingindo assim culturas adjacentes não-alvos (MAGALHÃES et al., 2001b). O dano causado pela deriva de herbicidas é reconhecido como um problema em muitas áreas (HEMPHILL JR. & MONTGOMERY, 1981), além de reduzir a eficiência da aplicação, coloca em risco culturas vizinhas suscetíveis, como

o sorgo. Dentre os herbicidas que vêm sendo aplicados, seja em dessecação para o plantio direto ou mesmo no controle direto das plantas daninhas, destaca-se o glyphosate (MAGALHÃES et al., 2001b).

O glyphosate é atualmente o mais importante ingrediente ativo para controle de plantas daninhas (BELZ & LEBERLE, 2012). É componente fundamental da grande maioria dos sistemas de produção agrícola. Trata-se de um herbicida de aplicação em pós-emergência das plantas, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica, que atua na inibição da EPSPS. Possui largo espectro de ação, que possibilita excelente controle de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto de folhas largas quanto estreitas (GALLI & MONTEZUMA, 2005).

De acordo com TIBURCIO et al. (2012), a metodologia mais utilizada para a quantificação da deriva é através da aplicação de subdoses do produto. Desta forma, diversos trabalhos têm sido realizados a fim de verificar os efeitos da deriva de herbicidas em plantas cultivadas. Dentre eles, vários utilizam doses reduzidas de glyphosate, visando avaliar os efeitos fitotóxicos decorrentes da deriva deste produto em diferentes culturas perenes e anuais, como por exemplo, em alface (*Lactuca sativa*) (MORO et al., 2012), arroz (FERREIRA et al., 2006), eucalipto (PEREIRA et al., 2011; TIBURCIO et al., 2012), varjão (*Parkia multijuga* Benth.) (RONDON NETO et al., 2010), pinhão-manso (COSTA et al., 2009), citros (GRAVENA et al., 2009), café (FRANÇA et al., 2010a,b; 2013), manga (GALLI et al., 2010), milho (MAGALHÃES et al., 2001a; BROWN, et al., 2009) e no próprio sorgo (MAGALHÃES et al., 2001b; AL-KHATIB et al., 2003).

Segundo MAGALHÃES et al. (2001b) há muitos questionamentos sobre como e quanto a deriva de herbicidas pode afetar a cultura do sorgo, porém existe pequena disponibilidade de dados, na literatura, acerca da quantificação de possíveis perdas em rendimento de grãos.

Trabalhando com subdoses de glyphosate simulando deriva, MAGALHÃES et al. (2001a, 2001b) demonstraram que altas concentrações (12% de 1.440 g e. a. ha⁻¹) afetaram o desenvolvimento das plantas de milho e sorgo, ao contrário de baixas concentrações (2% a 4%), onde não foram afetados o desenvolvimento e a produtividade do milho e do sorgo.

Sendo assim, propôs-se com este trabalho avaliar o comportamento do sorgo granífero, cultivar BRS 310, quando submetido a doses reduzidas de glyphosate em diferentes estádios fenológicos da cultura, no município de Selvíria-MS.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi desenvolvido no período de verão-outono de 2011/2012, em área experimental na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria - MS. O tipo climático é Aw, segundo a classificação de KÖPPEN (2004), caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (Hernandez et al., 1995). O solo do local é considerado de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso.

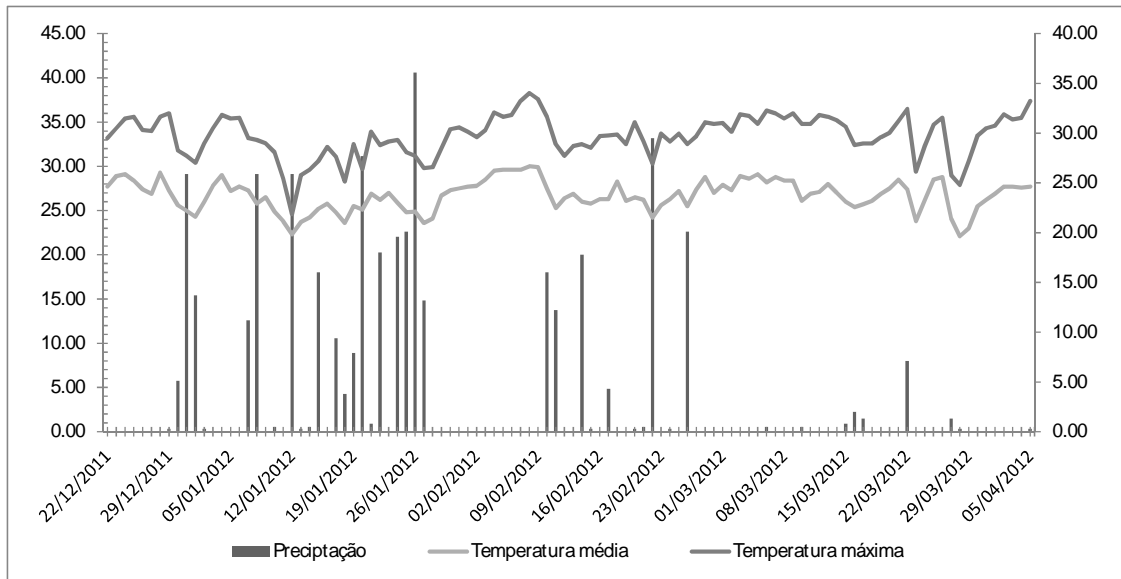


FIGURA 1. Variação diária da precipitação pluvial e da temperatura média e máxima do ar (Selvíria, MS, 2011/2012).

Antes da instalação do experimento, o solo do local foi amostrado, na camada 0,00 - 0,20 m, e os resultados da análise de fertilidade do solo, segundo método descrito em RAIJ & QUAGGIO (1983), apresentando os seguintes resultados: P (resina) = 22 mg dm⁻³; MO = 22 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 4,8; K = 2,8 mmolc dm⁻³; Ca = 15 mmolc dm⁻³; Mg = 11 mmolc dm⁻³; H + Al = 36 mmolc dm⁻³; Al = 2,0 mmolc dm⁻³; SB = 28,8 mmolc dm⁻³; CTC = 64,8 mmolc dm⁻³; e V = 44%.

No período anterior à semeadura do sorgo, a área encontrava-se em pousio e foi necessário realizar o controle das plantas daninhas através da aplicação de 1.200 g do i.a. de glifosato ha⁻¹ + 16 g do i.a. de carfentrazone-etílica ha⁻¹. Posteriormente, a semeadura foi realizada no dia 24/12/2011, utilizando o híbrido granífero BRS 310 na densidade de 15 sementes por metro, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas. No cálculo da quantidade de fertilizante a ser utilizado na semeadura, foram levadas em consideração as características químicas do solo, a produtividade esperada e as recomendações de CANTARELLA et al. (1997), sendo aplicados no solo 20 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de K₂O + 1,5 kg ha⁻¹ de Zn, utilizando-se como fonte desses nutrientes o fertilizante 04-30-10 + 0,3% de Zn. As sementes de sorgo foram tratadas com os fungicidas fludioxonil + metalaxil-M, na dose de 2,5 + 1,0 g do i.a. 100 kg⁻¹ de sementes e com os inseticidas deltrametrina + pirimifós metílico, utilizando 0,2 g do i.a. + 0,8 g do i.a. 100 kg⁻¹. Para o controle das plantas daninhas em pós-emergência, foram aplicados 1.500 g do i.a. de atrazina ha⁻¹, quando as plantas estavam com cinco folhas totalmente expandidas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 12 tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 x 2. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de subdoses de glyphosate (0 g ha⁻¹, 15 g ha⁻¹, 30 g ha⁻¹, 45 g ha⁻¹, 60 g ha⁻¹ e 75 g ha⁻¹ do equivalente ácido) aplicadas aos 20 dias após a emergência das plantas (DAE) e aos 40 DAE (quarta e nona folhas completamente expandidas) da cultivar de sorgo granífero BRS 310, com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas de 4,5 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre si, perfazendo área total de 10,125 m² e área útil de 4,725 m², uma vez que, para a coleta dos dados, foram utilizadas as três linhas centrais e

desprezando-se 0,50 m da extremidade de cada uma delas.

A aplicação do glyphosate foi realizada em forma de pulverização foliar, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ dotado de barra com cinco pontas, espaçadas de 0,50 m, modelo TXA 8002 VK, operado a pressão de 3 kgf pol⁻², e volume de calda de 160 L ha⁻¹, aos 20 DAE, quando as plantas estavam com a quarta folha completamente expandida e aos 40 DAE, quando as plantas apresentavam-se com a nona folha completamente expandida. Em ambas as épocas de aplicação do glyphosate, as operações foram realizadas em horário com temperaturas mais amenas (final de tarde) e baixa interferência do vento.

O florescimento pleno médio das plantas ocorreu aos 54 dias após a emergência das plantas. A colheita ocorreu em 03 de abril de 2012, portanto aos 96 dias após a emergência das plantas, sendo colhidas 3 linhas centrais de 3,50 metros de comprimento.

O material colhido foi submetido à secagem a pleno sol, posteriormente trilhado e então os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

Os dados foram analisados utilizando-se o programa Sisvar ® (FERREIRA, 2003) no qual foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (PIMENTEL GOMES & GARCIA, 2002). Foi realizada análise de regressão (BANZATTO & KRONKA, 2006), procurando-se selecionar um modelo matemático que melhor expressasse os resultados obtidos entre as doses reduzidas de herbicida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com excessão da causa de variação doses (D), que obteve resultado significativo para a produtividade de grãos, a análise de variância indicou resultados não significativos para todas as demais variáveis estudadas como, estande final, altura de plantas, diâmetro do colmo, número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos e massa de grãos por panícula (Tabela 1). Tanto a época de aplicação como também a interação com as diferentes doses reduzidas de herbicida não afetaram significativamente nenhum dos parâmetros avaliados no sorgo granífero nas condições em que foi realizado o presente trabalho (Tabela 1). Tais resultados apontam para a importância da dose do produto que possivelmente possa atingir a cultura em questão.

TABELA 1. Valores de quadrado médio da análise de variância para estande final (EF), altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de grãos por panícula (NG), massa de 1000 grãos (M), massa de grãos por panícula (MP) e produtividade de grãos (PG) do sorgo submetido a aplicação de subdoses de glyphosate. Selvíria, MS, 2012.

	EF	AP	DC	NG	M	MP	PG
Doses (D)	0,98 ^{ns}	60,96 ^{ns}	0,71 ^{ns}	138377,06 ^{ns}	2,05 ^{ns}	23,83 ^{ns}	478768,00*
Época (E)	0,25 ^{ns}	3,36 ^{ns}	1,00 ^{ns}	306177,77 ^{ns}	0,03 ^{ns}	96,69 ^{ns}	218089,00 ^{ns}
D x E	0,72 ^{ns}	44,03 ^{ns}	4,47 ^{ns}	66591,11 ^{ns}	0,49 ^{ns}	23,56 ^{ns}	150759,07 ^{ns}
CV (%)	17,36	5,24	7,86	18,61	6,13	20,37	6,25
Média Geral	7,25	144,69	19,44	2173,66	18,25	39,47	6524,50

Teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro;
n.s., *, não significativo e significativo a 5 % respectivamente.

Para demonstrar as diferenças numéricas entre os tratamentos, são apresentados na Tabela 2 os valores médios de estande final, altura de planta e diâmetro de colmo. Em seguida, na Tabela 3 são divulgados os valores médios para número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos, massa de grãos por panícula e produtividade de grãos em funções dos diferentes tratamentos empregados.

Por se tratar de doses muito reduzidas de glyphosate (aproximadamente 1 a 5 % da dose de equivalente ácido recomendada para 1 ha não houve redução significativa no estande final da cultura tanto entre as épocas de aplicação como somente para as diferentes doses de glyphosate. Resultados semelhantes foram observados por BROWN et al. (2009) na cultura do milho, no qual, subdoses abaixo de 100 g ha⁻¹ do glyphosate não interferiram na população de plantas. O mesmo não ocorreu no trabalho de Magalhães et al. (2001b) onde também trabalharam com doses reduzidas de glyphosate, porém, em torno de 2 a 12 % da dose recomendada (1440 g ha⁻¹ de glyphosate), no qual o estande final na cultura do sorgo foi reduzido sobretudo pelas duas maiores subdoses de glyphosate (115,2 e 172,8 g ha⁻¹, respectivamente). Segundo os mesmos autores, um estudo semelhante realizado na Embrapa Milho e Sorgo, com a cultura do milho, utilizando-se os mesmos herbicidas, não detectou diferenças estatisticamente significativas para estande de plantas. Para eles, há de se considerar, no entanto, que o sorgo é mais sensível que o milho, principalmente quando o produto atinge a planta em estádios iniciais da cultura (MAGALHÃES et al., 2000; MAGALHÃES et al., 2001a).

Um dos parâmetros mais estudados em trabalhos que buscam avaliar o efeito da deriva de produtos fitotóxicos em culturas susceptíveis é a altura de plantas. As doses de glyphosate utilizadas no presente trabalho não ocasionaram diferenças significativas na altura de plantas do sorgo (Tabela 2). Apesar das diferenças numéricas obtidas pelas diferentes subdoses de glyphosate, no qual, a testemunha apresenta média superior aos demais tratamentos, nenhum modelo matemático se ajustou a estes valores, eliminando a influência significativa desta causa de variação. Estes resultados condizem com os obtidos por BROWN et al. (2009) que não observaram diferenças significativas para altura de plantas na cultura do milho em subdoses de glyphosate de até 100 g ha⁻¹.

TABELA 2. Valores médios de estande final (EF), altura da planta (AP) e diâmetro do colmo (DC) obtidos em sorgo cultivar BRS 310 submetido à aplicação de subdoses de glyphosate em diferentes estádios fenológicos. Selvíria, MS, 2012.

Tratamentos	EF (plantas ha ⁻¹)	AP (cm)	DC (mm)
Épocas			
V4	7,2	145,00	19,28
V9	7,3	144,39	19,61
Doses de glyphosate (g ha ⁻¹ do e.a.)			
0	7,8	148,83	19,17
15	7,5	143,17	19,67
30	6,7	142,83	19,17
45	7,0	143,50	19,50

60	7,3	140,00	20,00
75	7,2	146,83	19,17
F para:			
Época (E)	0,16 ^{n.s}	0,06 ^{n.s}	0,43 ^{n.s}
Dose (D)	0,62 ^{n.s}	1,06 ^{n.s}	0,31 ^{n.s}
E * D	0,45 ^{n.s}	0,77 ^{n.s}	1,91 ^{n.s}
DMS Época	0,87	5,22	1,05
CV (%)	17,36	5,34	7,86

n.s, não significativo.

SILVA et al. (2009) estudaram o efeito hormótico de subdoses de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar e observaram incremento significativo na altura de perfilhos com a dose de 1,8 g do e.a. ha⁻¹, no entanto, doses a partir de 18 g e.a. ha⁻¹ promoveram significativas reduções na altura do perfilho. Resultados semelhantes foram obtidos por VELINI et al. (2008) ao observarem que doses subtóxicas de glyphosate (inferiores a 36 g e.a. ha⁻¹) estimularam o crescimento de várias espécies, tais como eucalipto, soja, milho e pinus e que essa estimulação ocorreu em diferentes partes da espécie avaliada. Da mesma forma, CARBONARI et al. (2007) constataram que a subdose de 3,6 g e.a. ha⁻¹ estimulou o crescimento de eucalipto (*Eucaliptus grandis*), promovendo maior número de ramos laterais. Porém, no trabalho de YAMASHITA & GUIMARÃES (2005) com nove cultivares de algodoeiro submetidos a subdoses de glyphosate houve redução na altura de plantas para todas as cultivares estudadas e o mesmo ocorreu para as subdoses empregadas (270 e 540 g do e.a. ha⁻¹). Na cultura do sorgo, MAGALHÃES et al. (2001b) observaram que a altura de plantas em geral foi reduzida pelas doses reduzidas dos herbicidas, sobretudo nas maiores concentrações. Através de equação de regressão foi possível constatar que, no ano agrícola 1997/98, a cada acréscimo de 1% da dose recomendada dos herbicidas, a altura de plantas teve redução de 0,02 m.

O diâmetro do colmo também não sofreu alterações significativas devido aos tratamentos utilizados (Tabela 2). Tanto as diferentes épocas de aplicação, como as diversas doses de glyphosate, resultaram em valores muito próximos para o diâmetro do colmo do sorgo. Estes resultados corroboram com os obtidos por YAMASHITA et al. (2006) em plantas de Varjão (*Parkia multijuga*), no qual, não observaram diferença significativa para este parâmetro em nenhum dos tratamentos. No entanto, outros herbicidas também manipulados em subdoses tem demonstrados resultados adversos para diâmetro do colmo, como os apresentados por MAGALHÃES et al. (2000), ao avaliarem os efeitos da deriva de herbicidas em sorgo nas fazes inicial e em pós-emergência tardia da cultura. Neste caso o efeito dos herbicidas foi inclusive benéfico no que diz respeito a esta variável, o que foi possível provavelmente por se obter maior controle de plantas daninhas.

Mesmo com uma superioridade numérica no estágio V4 do sorgo, o número de grãos por panícula não foi influenciado significativamente pelos diversos tratamentos (Tabela 3). Dentre as subdoses, a maior delas (75 g e.a. ha⁻¹) proporcionou o melhor resultado numérico, porém, não diferindo significativamente dos outros tratamentos. Resultados semelhantes aos de SILVA et al. (2012), ao qual, avaliaram a influência de subdoses de glyphosate no número de grãos por vagem do feijoeiro e não observaram diferenças significativas desta característica.

A massa de 1000 grãos e a massa de grãos por panícula não tiveram influência das épocas de aplicação, bem como, das doses reduzidas do herbicida empregado de acordo com os dados apresentados na tabela 3. MAGALHÃES et al. (2001b), simulando deriva dos herbicidas glyphosate e paraquat na cultura do sorgo, não obtiveram respostas significativas à massa de 1000 grãos durante os dois anos de estudos. Já SILVA et al. (2012), observaram que em um dos anos de cultivo houve resposta significativa para as doses de glyphosate, no qual, a dose de 20 g i.a. ha⁻¹ proporcionou a maior massa de 100 grãos de feijão (25,33 g).

TABELA 3. Valores médios de número de grãos por panícula (NG), massa de 1000 grãos (M), massa de grãos por panícula (MP) e produtividade de grãos (PG) obtidos em sorgo cultivar BRS 310 submetido à aplicação de subdoses de glyphosate em diferentes estádios fenológicos. Selvíria, MS, 2012.

Tratamentos	NG	M (g)	MP (g panícula ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)
Épocas				
V4	2266	18,22	41,11	6602
V9	2081	18,28	37,83	6447
Doses de glyphosate (g ha ⁻¹ do e.a.)				
0	2338	17,83	41,83	6991 ⁽¹⁾
15	1992	18,67	36,67	6442
30	2025	18,67	37,50	6155
45	2122	18,83	39,67	6402
60	2223	18,17	40,67	6671
75	2342	17,33	40,50	6486
F para:				
Época (E)	1,87 ^{n.s}	0,02 ^{n.s}	1,50 ^{n.s}	1,31 ^{n.s}
Dose (D)	0,85 ^{n.s}	1,64 ^{n.s}	0,37 ^{n.s}	2,38 [*]
E * D	0,41 ^{n.s}	0,39 ^{n.s}	0,37 ^{n.s}	0,91 ^{n.s}
DMS Época	278,25	0,77	5,53	280,54
CV (%)	18,61	6,13	20,37	6,25

n.s, *, não significativo e significativo a 5 % respectivamente.

⁽¹⁾ $Y = 0,32 x^2 - 27,12 x + 6879,18$ (R^2 0,58)

A produtividade de grãos não foi afetada pelas diferentes épocas de aplicação de glyphosate na cultura do sorgo (Tabela 3). Porém, não pode-se dizer o mesmo para as diferentes doses do herbicida aplicadas (Tabela 3, Figura 2). Nota-se que de forma significativa a produtividade de grãos foi afetada, tendo em vista que, todos os tratamentos ficaram abaixo da testemunha sem aplicação. Demonstrando os possíveis danos que esta prática pode causar na produtividade do sorgo granífero. BROWN et al. (2009) não observaram efeito significativo da deriva de glyphosate na produtividade do milho, em subdoses de até 100 g ha⁻¹, porém, foi possível obter diferença significativa quando se utilizou 200 g ha⁻¹ do produto. Neste sentido, AL-KHATIB et al. (2003) trabalhando com sorgo, também relataram que os efeitos da deriva de glyphosate na produtividade da cultura somente são observados em subdoses a partir de 168 g ha⁻¹. Notavelmente, no trabalho de MAGALHÃES et al. (2001b) é possível observar que as menores doses de glyphosate utilizadas (28,8 a

115,2 g ha⁻¹ de glyphosate) não diferiram estatisticamente dos tratamentos testemunhas (sem aplicação) quanto à produtividade de grãos de sorgo. Os autores ainda destacam o fato de os tratamentos com deriva de glyphosate em pequenas concentrações terem comportamento similar ao dos tratamentos testemunhas não condiz com o seu modo de ação, o qual é responsável pelo esgotamento dos aminoácidos de cadeia aromática, como triptofano, fenilalanina e tirosina, essenciais à síntese de proteína e a outras rotas biossintéticas que levam ao crescimento (PURÍSSIMO, 1999). Tais resultados remetem a Paracelsus, considerado o pai da toxicologia, o primeiro a reconhecer que a toxicidade de qualquer substância depende da dose em que é administrada. Este, afirmou no século XVI: “*Todas as substâncias são tóxicas e nenhuma é tóxica, é a dose que determina a toxicidade*” (DUKE et al., 2006).

Em seguida, são apresentados (Figuras 2 e 3) os dados referentes à produtividade do sorgo em função da aplicação de doses reduzidas de glyphosate aos 20 e aos 40 DAE, para melhor esclarecer o comportamento do híbrido BRS 310 aos tratamentos empregados.

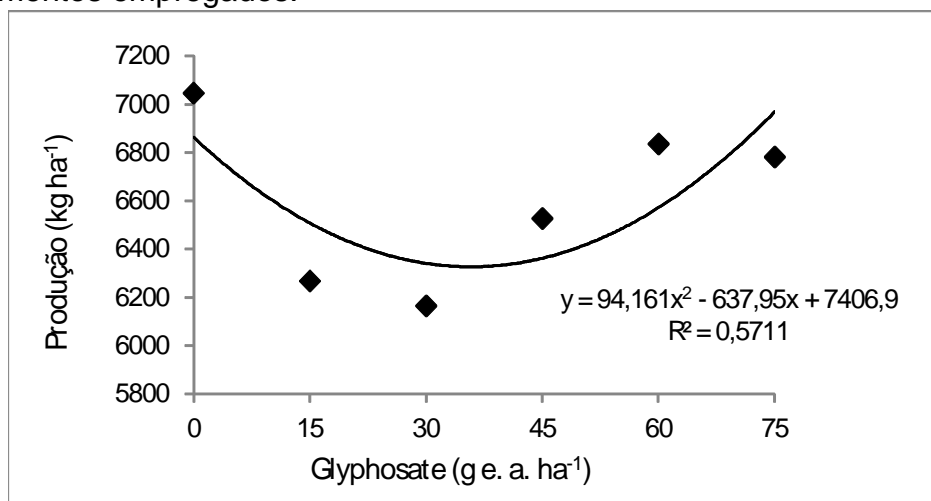


FIGURA 2. Produtividade do sorgo granífero BRS 310, em função de subdoses de glyphosate aplicadas aos 20 DAE (Selvíria, MS, 2012).

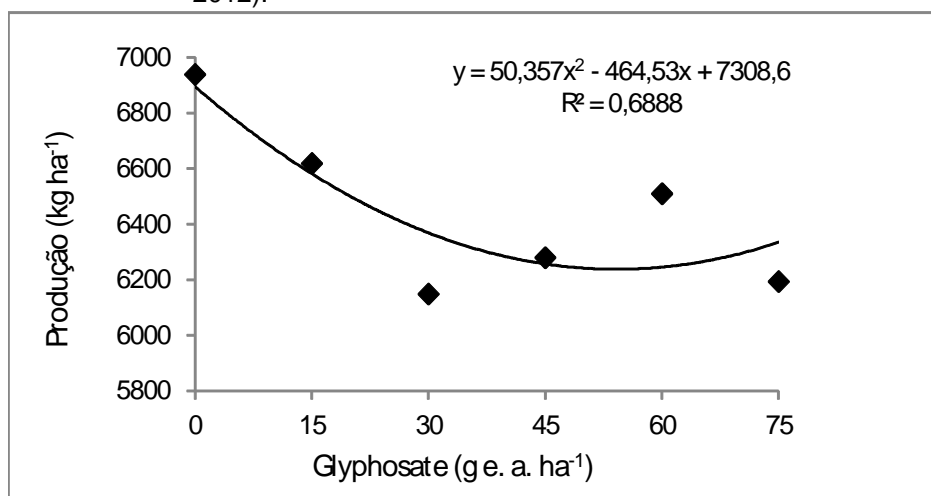


FIGURA 3. Produtividade do sorgo granífero BRS 310, em função de subdoses de glyphosate aplicadas aos 40 DAE (Selvíria, MS, 2012).

Com isso, é possível observar que, desde as menores subdoses do glyphosate a produtividade foi prejudicada, sendo que, observa-se uma ligeira recuperação a partir da dose de 30 g e.a. ha⁻¹ nos dois estádios fenológicos, porém, sem atingir a produtividade do tratamento testemunha. É possível observar também que quando aplicadas as subdoses aos 20 DAE o sorgo sofreu menos redução na produção com as maiores subdoses (a partir de 30 g e.a. ha⁻¹) em relação a quando aplicou-se aos 40 DAE. Portanto, quanto mais tardia for a deriva do produto na cultura do sorgo, menor é a capacidade de compensação da cultura. Ficou claro, nas condições do presente trabalho, que o sorgo é uma planta sensível à ação de herbicidas não-seletivos, em especial, o glyphosate. Estes resultados corroboram com os obtidos por Magalhães et al. (2001b), no qual relatam que doses reduzidas, tanto de glyphosate como de paraquat, correspondentes a 12% da dose recomendada, podem influir no desenvolvimento das plantas, causando necroses na parte aérea e comprometendo a produtividade de grãos, principalmente quando as condições climáticas são favoráveis à ação destes herbicidas, principalmente glyphosate. Neste estudo, o prejuízo da deriva simulada foi diretamente proporcional ao aumento da dose reduzida dos produtos de 2 a 12% das doses recomendadas.

CONCLUSÕES

De maneira geral, não houve influência das subdoses de glyphosate no desenvolvimento das plantas de sorgo, no entanto, as diferenças numéricas nos componentes de produção, apesar de não significativas, refletiram diretamente na produtividade do sorgo, que foi prejudicada em todos os tratamentos onde houve aplicação de subdoses de glyphosate.

As diferentes épocas de aplicação não ocasionaram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros avaliados.

Não houve interação entre as épocas de aplicação e as subdoses de glyphosate.

REFERÊNCIAS

AI-KHATIB, K., M. M. CLAASSEN, P.W. STAHLMAN, P.W. GEIER, D. L. REGEHR, S. R. DUNCAN, and W. F. HEER. Grain sorghum response to simulated drift from glufosinate, glyphosate, imazethapyr, and sethoxydim. **Weed Technology**, vol. 17, p. 261–265, 2003.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BELZ, R. G.; LEBERLE, C. Low dose responses of different glyphosate formulations on plants. In: **25th German Conference on Weed Biology and Weed Control**, Braunschweig, Germany, p. 13-15, 2012.

BROWN, L. R.; ROBINSON, D. E.; YOUNG, B. G.; LOUX, M. M.; JOHNSON, H. G.; NURSE, R. E.; SWANTON, C. J.; SIKKEMA, P. H. Response of Corn to Simulated Glyphosate Drift Followed by In-Crop Herbicides. **Weed Technology**, vol. 23, ed. 1, p. 11–16. 2009.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. V.; SAWAZAKI, E. Sorgo granífero, forrageiro e vassoura. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 66-67.

CARBONARI, C.; MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D. Efeitos da aplicação de glyphosate no crescimento inicial de mudas de eucalipto submetidas a dois níveis de adubação fosfatada. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GLYPHOSATE, 1., 2007, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Fepaf, 2007. p. 68-70.

COSTA, N. V.; ERASMO, E. A. L.; QUEIROZ, P. A.; DORNELAS, D. F.; DORNELAS, B. F. Efeito da deriva simulada de glyphosate no crescimento inicial de plantas de pinhão-mansão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, p. 1105-1110, 2009.

DUKE, S.O.; CEDERGREEN, N.; VELINE, E.D.; BELZ, R. Hormesis and phytotoxins: hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy?. New York: **Outlooks on Pest Management**, p. 29-33, 2006. . Disponível em: <<http://www.dose-response.org/news/Hormesis-review.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa- CNPS, 2006.

EMBRAPA Milho e Sorgo - **Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 5ª edição Set./2009 Produção de sorgo.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.0. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.

FERREIRA, F. B. et al. Consequências da deriva simulada do herbicida glyphosate sobre a cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 309-312, 2006.

FRANÇA, A. C. et al. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010a.

FRANÇA, A. C. et al. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p.877-885, 2010b.

FRANÇA, A. C. et al. Deriva simulada de glyphosate em cultivares de café Acaia e Catucaí. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 443-451, 2013.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. Glifosato: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. São Paulo: **Acadcom**, 2005.

GALLI, J. A.; SOARES, M. B. B.; FINOTO, E. L.; MICHELOTTO, M. D.; MARTINS, A.

L. M. Efeito da aplicação de glyphosate simulando deriva no desenvolvimento inicial de mangueiras. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 576., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: XXVII CBCPD, 2010, p. 2742-2746.

GRAVENA, R. et al. Low glyphosate rates do not affect Citrus limonia (L.) Osbeck seedlings. **Pest. Manag. Sci.**, v. 65, n. 4, p. 420-425, 2009.

HEMPHILL Jr., D.D.; MONTGOMERY, M.L. Response of vegetable crops to sublethal application of 2,4 D. **Weed Science**, v.29, n.6, p. 632-635, 1981.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETT, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/ Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1)

KÖPPEN, W. Classificação de Köppen – significado dos símbolos e critérios para classificações. In: VIANELLO, R. L. ; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Editora da UFV, 2004. p. 449.

MAGALHÃES, P.C.; SILVA, J.B.; DURÃES, F.O.M.; RIBEIRO, L.S. Fitotoxicidade causada por herbicidas na fase inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v.18, n.3, p.483-490, 2000.

MAGALHÃES, P. C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2001a.

MAGALHÃES, P. C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 255-262, 2001b.

MIRANDA, R.A. de; GARCIA, J.C.; CRUZ, J.C.; DUARTE J. de O. **Grande oportunidade à cultura marginal**. A Granja, Porto Alegre, v. 68, n. 764, p. 46-48, ago. 2012.

MORO, M. S.; YAMAUTI, M. S.; NEPOMUCENO, M.; ALVES, P. L. C. A. Deriva simulada de herbicidas utilizados em cana-de-açúcar em alface. In: **XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Campo Grande MS, 2012. Disponível em: < http://www.congressosbcpd.com.br/sistema-inscricoes/documentos_cientificos/pdf/544_XXVIIIIBCPCD.pdf> Acesso em: 28 abr. 2013.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; CAMPOS, C. F.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D. Absorção de subdoses glyphosate aplicadas em diferentes locais de plantas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.589-594, 2011.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

PURÍSSIMO, C. Classificação de herbicidas quanto ao mecanismo de ação. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMA PLANTIO DIRETO NA UFV, 2, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.73-110.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Método de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Boletim técnico, 81).

RONDON NETO, R. M.; OLIVEIRA, K. M. de; YAMASHITA, O. M. Deriva de subdoses de glyphosate em plantas jovens de Varjão (*Parkia multijuga* Benth.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v3, n3, 2010.

SILVA, A. G. da et al. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 168-174, abr. 2009.

SILVA, M. A. et al. Efeito hormótico de glyphosate no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 973-978, 2009.

SILVA, J. C.; ARF, O.; GERLACH, G. A. X.; KURYIAMA, C. S.; RODRIGUES, R. A. F. Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 295-302, 2012.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; PAES, F. A. S. V.; MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.65-73, 2012.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento do eucalipto sobre efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.133-137, 2007.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 69, ed. 1, pg. 129-136, 2009.

VELINI, E. D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, London, v. 64, n. 4, p. 489-496, 2008.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.

YAMASHITA, O.M.; VIEIRA, R.G.; SANTI, A.; RONDON NETO, R.M.; ALBERGUINI, S.E. Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 527-531, 2006.