

# EFEITO DE DOSES REDUZIDAS DE GLYPHOSATE E PARAQUAT SIMULANDO DERIVA NA CULTURA DO SORGO<sup>1</sup>

*Effect of Reduced Rates of Glyphosate and Paraquat Simulating Drift on Sorghum Crop*

MAGALHÃES, P.C.<sup>2</sup>, SILVA, J.B.<sup>3</sup>, DURÃES, F.O.M.<sup>2</sup>, KARAM, D.<sup>2</sup> e RIBEIRO, L.S.<sup>4</sup>

**RESUMO** - A aplicação de herbicidas, seja para dessecção de culturas ou para controle de plantas daninhas, vem crescendo, devido à expansão da fronteira agrícola brasileira. Esse fato aumenta os riscos de ocorrência de deriva acidental em culturas vizinhas suscetíveis; no entanto, as perdas em produtividade dessas culturas são desconhecidas em muitas situações de ocorrência de deriva de herbicidas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade causada por doses reduzidas dos herbicidas glyphosate e paraquat simulando deriva, bem como seus efeitos, no desenvolvimento das plantas e no rendimento de grãos de sorgo. O estudo foi conduzido durante os anos agrícolas 1996/97 e 1997/98, utilizando-se o híbrido BR 700 no delineamento de blocos ao acaso, com 12 tratamentos e quatro repetições. Foram utilizadas cinco doses reduzidas simulando deriva - 2, 4, 6, 8 e 12% da dose recomendada (dose recomendada: 1.440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 400 g ha<sup>-1</sup> de paraquat) - e duas testemunhas sem aplicação de herbicidas para comparação. Área foliar e peso da matéria seca não foram afetados pelos tratamentos de deriva, ao passo que a altura da planta foi reduzida sobretudo nas maiores doses dos herbicidas. O teor de clorofila foi afetado apenas no ano agrícola 1997/98, ocorrendo maior porcentagem de injúrias à medida que se aumentou a concentração de deriva. No ano agrícola 1996/97, os danos observados na parte aérea foram maiores e o estande final chegou a ser reduzido pela maior dose de glyphosate. Com relação à produtividade, somente no ano agrícola 1996/97 houve redução devido à deriva, em que a maior concentração de glyphosate resultou em menor peso de panículas e de grãos. No ano agrícola 1997/98, não houve efeito de deriva nas características de produção, em razão, provavelmente, da influência de fatores climáticos. O sorgo é uma planta sensível à ação de herbicidas não-seletivos; doses reduzidas, tanto de glyphosate como de paraquat, correspondentes a 12% ou menos da dose recomendada, podem influir no desenvolvimento das plantas, comprometendo a produtividade de grãos, sobretudo quando as condições climáticas são favoráveis à ação desses herbicidas.

**Palavras-chave:** fitotoxicidade, herbicidas, dessecantes, *Sorghum bicolor*.

**ABSTRACT** - *Herbicide application for crop desiccation or weed control has been growing due to the expansion of the Brazilian agricultural frontier. This fact increases the risks of drift to susceptible crops grown in the vicinity areas; however, several questions are frequently raised about possible losses in grain yield of these crops due to herbicide drift. The objective of this work was to evaluate injuries caused by reduced rates of glyphosate and paraquat simulating drift and its effect on sorghum plant development and grain production. The study was carried out during the crop growing seasons of 1996/97 and 1997/98. The hybrid BR 700 was used in a randomized complete block design, with 12 treatments and four replications. The treatments were performed by the combination of two herbicides with five concentrations of simulated drift: 2, 4, 6, 8 and 12% of the recommended rates (1,440 g ha<sup>-1</sup> of glyphosate and 400 g ha<sup>-1</sup> of paraquat), and two check treatments without herbicide application for comparisons. Leaf area and dry matter weight were not affected by drift, whereas plant height was reduced, especially by the highest herbicide reduced rate. The chlorophyll content was slightly affected in the growing*

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 5/4/2001 e na forma revisada em 2/7/2001.

<sup>2</sup> Pesquisadores, Ph.D., Embrapa Milho e Sorgo, Cx. Postal 151, Rod. MG 424, km 65, 35701-970 Sete Lagoas-MG. <sup>3</sup> Consultor Autônomo, Ph.D., Sete Lagoas-MG. <sup>4</sup> Eng.-Agrº. M.S., estudante de pós-graduação da UFLA, Lavras-MG.



*season 1997/98, whereas the visual symptoms, in both growing seasons, resulted in higher percentage of injuries while concentration drift increased. The leaf damages observed were greater at the growing season 1996/97. Also in this growing season, the final stand was reduced by the highest glyphosate rate. As far as grain production is concerned, only the growing season 1996/97 presented yield reduction due to drift, when the highest rate of glyphosate resulted in the lowest grain weight. In the 1997/98 trial, there was no drift effect on the productivity characteristics probably due to climate factors. The sorghum plant is susceptible to the action of non-selective herbicides; reduced rates of glyphosate as well as paraquat, at 12% or lower of the recommended dosage may influence sorghum plant development and grain production, especially when the weather conditions are favorable to the action of these herbicides.*

**Key words:** phytotoxicity, herbicides, desiccation, *Sorghum bicolor*.

## INTRODUÇÃO

A aplicação de herbicidas é uma das alternativas de maior eficiência no controle de plantas daninhas. Pode-se considerar que o uso do controle químico de plantas daninhas cresceu de forma exponencial devido fundamentalmente à expansão da fronteira agrícola brasileira (Alves, 1999). Essa demanda vem aumentando sobretudo em plantios de espécies florestais e fruteiras (Almeida 1988) e, mais recentemente, com o aumento da área destinada ao plantio direto (Puríssimo, 1999). As aplicações dos herbicidas, sejam aéreas ou terrestres, podem provocar o fenômeno da deriva, atingindo assim culturas adjacentes não-alvos.

A ocorrência da deriva acidental, hoje considerada um sério problema em muitas áreas (Hemphill Jr. & Montgomery, 1981; Gelmini, 1988), além de reduzir a eficiência da aplicação, coloca em risco culturas vizinhas suscetíveis, como o sorgo.

A presença da deriva é particularmente importante quando a aplicação é realizada sob vento ou condições de ambiente que favoreçam a volatilização e posterior redeposição dos herbicidas utilizados (Wall, 1994). A velocidade do vento, temperatura, umidade e estabilidade do ar estão entre os fatores que mais afetam a deriva (Alves, 1999).

Dentre os herbicidas que vêm sendo aplicados, seja em dessecação para o plantio direto ou mesmo no controle direto das plantas daninhas, destacam-se o glyphosate e o paraquat. O primeiro é inibidor da biossíntese de aminoácidos essenciais de cadeia aromática e o

segundo, inibidor do fotossistema I (Puríssimo, 1999). Estes herbicidas, quando atingem a parte aérea das plantas de sorgo, podem causar redução no estande, no desenvolvimento e, por conseguinte, na produtividade (Magalhães et al., 1997). No entanto, os fatores climáticos são importantes e devem ser considerados na avaliação dos prejuízos (Magalhães et al., 1998a). Esses danos podem ser maiores, principalmente quando as plantas são atingidas no estágio inicial de desenvolvimento (Magalhães et al. 2000a). Deve-se considerar, neste caso, que o comprometimento da parte aérea pode afetar o rendimento de grãos, uma vez que a área foliar verde é a principal fonte de fotoassimilados para a cultura do sorgo (Magalhães et al., 2000b). 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.

A área plantada da cultura do sorgo no País vem se expandindo (Sorgo, 1998), seja para produção de grãos ou para silagem, e esta cultura pode ser alvo da deriva de herbicidas provenientes de aplicações vizinhas. Mesmo nas aplicações consideradas tecnicamente corretas, há grande quantidade de gotas pequenas que, potencialmente, podem atingir culturas sensíveis e causar diversos efeitos. A presença de gotas pequenas é a maior fonte de contaminação ambiental em prática de pulverização de herbicidas (Durigan, 1988).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade causada por doses reduzidas dos herbicidas glyphosate e paraquat simulando

deriva, assim como seus efeitos, no desenvolvimento das plantas e no rendimento de grãos de sorgo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas-MG, durante os anos agrícolas 1996/97 e 1997/98. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, textura argilosa, adubado de acordo com as necessidades de nutrientes determinadas nas análises químicas do solo. Foram aplicados, em ambos os anos, 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 + zinco e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. A área experimental foi irrigada sempre que necessário, baseando-se em leituras de tensiômetros instalados previamente a 20 e 40 cm de profundidade. Adotou-se o limite de -0,07 MPa como o momento da irrigação (Resende et al., 1992). Foi utilizado o cultivar de sorgo BR 700. Para os tratamentos simulando deriva, foram utilizadas doses reduzidas dos herbicidas nas concentrações de 2, 4, 6, 8 e 12% da dose recomendada, ou seja, 1.400 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 400 g ha<sup>-1</sup> de paraquat, correspondendo, respectivamente, a 28,8; 57,6; 86,4; 115,2; e 172,8 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 8, 16, 24, 32 e 48 g ha<sup>-1</sup> de paraquat. Foram usadas ainda testemunha com adjuvante e testemunha sem aplicação.

Os produtos comerciais utilizados foram: Roundup (48% de glyphosate) e Gramoxone (20% de paraquat). Os tratamentos de paraquat também receberam Agral (0,03% v/v) em mistura de tanque. O tratamento que recebeu apenas adjuvante foi realizado com Agral na dose de 0,03% v/v.

Os tratamentos foram aplicados quando o sorgo apresentava seis folhas completamente desenvolvidas. A pulverização foi feita em área total, com um pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com bicos APJ-110.R, pressão de 2,75 kgf cm<sup>-2</sup>, com o consumo de 240 L ha<sup>-1</sup> de calda. As condições climáticas para o ano agrícola 1996/97, no período da aplicação, apresentaram-se com temperatura média em torno de 22 °C e umidade relativa de 71%. Para o ano seguinte, no mesmo período, foram registrados 23 °C de temperatura média e umidade relativa de 81%. Para se evitar o efeito

da interferência das plantas daninhas sobre a cultura, mascarando o das injúrias químicas sobre a produtividade, todas as parcelas foram capinadas manualmente, sempre que necessário.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de 6 linhas de 7 metros de comprimento, espaçadas de 0,70 m, com 16 sementes por metro linear. A área útil foi considerada como as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,50 m de cada extremidade.

Os parâmetros avaliados no florescimento foram: área foliar e matéria seca da parte aérea por planta, altura da planta e teor de clorofila. Aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos foi avaliado o grau de toxicidade das plantas (Al-Khatib et al., 1992; Wall, 1994), variando de 0 a 100%, correspondendo respectivamente a ausência de toxicidade e 100% de sintoma nas plantas. Na colheita, foram avaliados estande final, peso de panículas, rendimento de grãos e peso de 1.000 grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Duncan. Foi realizada uma análise de regressão, procurando-se selecionar um modelo matemático que melhor expressasse a relação entre as doses reduzidas de herbicidas aplicadas e as variáveis envolvidas. Procedeu-se também à análise conjunta dos anos agrícolas. O peso de grãos foi corrigido para a umidade-padrão de 13%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos anos agrícolas foi significativa para todas as variáveis analisadas; portanto, a discussão será realizada separadamente para cada ano, com os resultados apresentados em tabelas e figuras.

Observa-se pelas Tabelas 1 e 3 que, nos anos agrícolas 1996/97 e 1997/98, as variáveis área foliar, peso da matéria seca e teor de clorofila nas folhas não foram afetadas pelos diversos tratamentos, exceto pela clorofila em 1997/98, que apresentou pequena variação entre os tratamentos. Já a altura de plantas (Figura 1), em geral, foi reduzida pelas doses reduzidas dos herbicidas, sobretudo nas



maiores concentrações, embora essas diferenças não tenham sido estatisticamente significativas no ano de 1996/97. Em 1997/98, a altura das plantas foi afetada principalmente nas maiores subdoses de glyphosate (115,2 e 172,8 g ha<sup>-1</sup>). A equação de regressão (Figura 1) mostra que, no ano agrícola 1997/98, a cada acréscimo de 1% da dose recomendada dos herbicidas, a altura de planta teve redução de 0,02 m. Esse resultado concorda em parte com aquele reportado por Alves (1999), num estudo de deriva simulada em milho com os herbicidas glyphosate e oxyfluorfen. Esse autor relata que a ação desses herbicidas combinados reduziu a altura das plantas de milho, principalmente nas maiores subdoses: 345 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 340 g ha<sup>-1</sup> de oxyfluorfen.

**Tabela 1** – Área foliar, peso da matéria seca e teor de clorofila nas folhas de plantas de sorgo submetidas aos diferentes tratamentos. Sete Lagoas-MG, 1996/97

Tratamentos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Matéria seca (g)	Clorofila (µg g <sup>-1</sup> )
Testemunha	3.535	60	2.934
Glyphosate 28,8 g ha <sup>-1</sup>	2.945	55	3.153
Glyphosate 57,6 g ha <sup>-1</sup>	3.431	61	2.822
Glyphosate 86,4 g ha <sup>-1</sup>	2.965	58	3.108
Glyphosate 115,2 g ha <sup>-1</sup>	2.863	60	3.190
Glyphosate 172,8 g ha <sup>-1</sup>	2.899	60	3.386
Test. c/ adjuvante	3.386	63	2.965
Paraquat 8 g ha <sup>-1</sup>	3.182	59	3.112
Paraquat 16 g ha <sup>-1</sup>	3.467	64	2.813
Paraquat 24 g ha <sup>-1</sup>	3.543	61	3.130
Paraquat 32 g ha <sup>-1</sup>	2.994	53	2.992
Paraquat 48 g ha <sup>-1</sup>	2.503	43	2.960
F tratamento	0,85 n.s.	0,66 n.s.	1,05 n.s.
CV (%)	23,06	24,47	10,52

n.s. = não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

A toxicidade das plantas apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as doses reduzidas dos produtos (Figura 2). O maior grau de danos foi verificado com as maiores concentrações de paraquat (32 e 48 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate (115,2 e 172,8 g ha<sup>-1</sup>). Os demais tratamentos resultaram em porcentagens de injúria que decresceram à medida que as porcentagens das derivas também decresciam, sendo o efeito do paraquat mais evidente que o do glyphosate. Salienta-se que o grau de danos foi menor em 1997/98 do que em 1996/97. O ajuste da equação de regressão (Figura 2)

mostra que acréscimos de 1% da dose recomendada correspondem a cerca de 5% de fitotoxicidade, exceto para o paraquat em 1997/98, em que o aumento na fitotoxicidade baixou para 3%. O fato de se verificarem danos, mesmo em menores subdoses do paraquat (baixa concentração da deriva), deve-se, provavelmente, ao seu modo de ação, o qual está relacionado à catalisação da reação de síntese de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (peróxido de hidrogênio). Quantidades extremamente pequenas de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dentro do cloroplasto das plantas são suficientes para destruí-lo e causar danos (Purissimo, 1999).

**Tabela 2** – Estande final, peso de panículas e peso de 1.000 grãos para plantas de sorgo submetidas aos diferentes tratamentos. Sete Lagoas-MG, 1996/97

Tratamentos	Estande final (n <sup>o</sup> )	Peso de panículas (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso de 1.000 grãos (g)
Testemunha	148 <sup>1/</sup> ab	5.443 ab	22,35
Glyphosate 28,8 g ha <sup>-1</sup>	164 a	5.578 ab	22,35
Glyphosate 57,6 g ha <sup>-1</sup>	143 ab	5.643 a	23,24
Glyphosate 86,4 g ha <sup>-1</sup>	138 ab	5.427 ab	23,47
Glyphosate 115,2 g ha <sup>-1</sup>	116 b	5.118 ab	22,47
Glyphosate 172,8 g ha <sup>-1</sup>	60 c	1.791 c	21,97
Test. c/ adjuvante	156 a	5.355 ab	21,94
Paraquat 8 g ha <sup>-1</sup>	158 a	5.505 ab	22,56
Paraquat 16 g ha <sup>-1</sup>	152 ab	5.334 ab	23,08
Paraquat 24 g ha <sup>-1</sup>	149 ab	4.238 b	21,20
Paraquat 32 g ha <sup>-1</sup>	150 ab	4.544 ab	22,14
Paraquat 48 g ha <sup>-1</sup>	155 ab	4.513 ab	21,61
F tratamento	12,87 **	15,09 **	1,63 n.s.
CV (%)	11,16	11,36	4,66

<sup>1/</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

n.s. = não-significativo.

No ano agrícola 1996/97, o estande final (Tabela 2) foi reduzido sobretudo pelas duas maiores subdoses de glyphosate (115,2 e 172,8 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente). 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. 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.,



2000a). Trabalhos de simulação de deriva com os herbicidas glyphosate e oxyfluorfen nas culturas de feijoeiro e milho produziram resultados distintos. No caso do feijão, foi relatada redução do estande (Lunkes, 1996); já para o milho não foi verificado nenhum efeito da deriva no que se refere à característica em questão (Alves, 1999). O peso de 1.000 grãos não foi afetado pelas doses reduzidas dos herbicidas, ao passo que o peso de panículas e de grãos foi severamente reduzido na maior concentração de glyphosate (Tabela 2, Figura 3). A redução de 60% no estande final de plantas (Tabela 2) foi provavelmente um importante efeito para o decréscimo no rendimento da cultura, que chegou a 72,5%, em relação à testemunha. A perda na produção de grãos causada pela maior subdose de paraquat foi menor, atingindo apenas 21,6% da testemunha com Agral. A leitura de danos também se correlacionou em diferentes intensidades com as perdas na produtividade. De acordo com a Figura 3, acréscimos de 1% da dose recomendada de glyphosate correspondem a perdas no rendimento de grãos de 194 kg ha<sup>-1</sup> (1996/97), enquanto para o paraquat essa redução é de 44 kg ha<sup>-1</sup> (1997/98).

Segundo Alves (1999), a avaliação visual de fitotoxicidade não constitui um método definitivo, porém, na maioria das vezes, sua correlação com os fatores de produção é positiva e constitui um bom método auxiliar de avaliação dos efeitos de deriva de herbicidas. Embora não haja diferenças estatisticamente significativas para a grande maioria dos tratamentos, observa-se na Figura 3 que há maior peso de grãos nos tratamentos testemunhas e naqueles com as menores subdoses de glyphosate e paraquat. 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).

Portanto, o que se pode depreender, inclusive examinando o grau de toxicidade, que foi pequeno para este caso (Figura 2), é que essa dose reduzida de glyphosate não chegou a afetar a planta de sorgo. Resultado semelhante para milho foi reportado por Hoagland et al.

(1979), em que os autores não observaram alterações no teor de proteínas após tratamento com doses reduzidas de glyphosate.

Apesar de a deriva simulada dos herbicidas ter causado alguma toxicidade nas plantas de sorgo, para a maioria dos tratamentos, sobretudo aqueles com concentrações de deriva acima de 8% da dose recomendada, o sorgo foi capaz de compensar essa perda e, ainda, alcançar bom rendimento de grãos (Tabela 2, Figura 3). Isto se deve provavelmente à redistribuição de carboidratos acumulados no colmo da planta, conforme trabalho conduzido por Magalhães et al. (1998b) com a cultura do milho.

A área foliar é uma característica importante para se determinar o tamanho da fonte supridora de fotoassimilados (Magalhães et al., 2000b). A redução na área foliar pode acarretar problemas para a planta durante o período de enchimento de grãos, uma vez que as folhas, juntamente com o colmo, são a principal fonte para suprir, neste período, a alta demanda dos grãos. Magalhães et al. (1999), confirmando os dados experimentais de MacKinnon (1979), concluíram que, em condições desfavoráveis, como as de alguns tratamentos deste trabalho, maior quantidade de fotoassimilados é alocada do colmo para o grão em situação de estresse, onde as folhas são menos saudáveis.

**Tabela 3** - Área foliar, peso da matéria seca e teor de clorofila nas folhas de plantas de sorgo submetidas aos diferentes tratamentos. Sete Lagoas-MG. 1997/98

Tratamentos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Matéria seca (g)	Clorofila (µg g <sup>-1</sup> )
Testemunha	4.245	86	3.016 <sup>1/</sup> a
Glyphosate 28,8 g ha <sup>-1</sup>	4.899	90	2.877 a
Glyphosate 57,6 g ha <sup>-1</sup>	3.785	87	2.704 ab
Glyphosate 86,4 g ha <sup>-1</sup>	3.890	79	3.084 a
Glyphosate 115,2 g ha <sup>-1</sup>	4.047	87	3.091 a
Glyphosate 172,8 g ha <sup>-1</sup>	3.509	86	2.882 a
Test. c/ adjuvante	4.575	80	2.824 ab
Paraquat 8 g ha <sup>-1</sup>	4.325	84	3.033 a
Paraquat 16 g ha <sup>-1</sup>	3.957	69	2.355 b
Paraquat 24 g ha <sup>-1</sup>	4.144	77	2.609 ab
Paraquat 32 g ha <sup>-1</sup>	4.097	73	2.943 a
Paraquat 48 g ha <sup>-1</sup>	4.122	71	3.100 a
F tratamento	0,69 n.s.	0,56 n.s.	1,98 *
CV (%)	21,08	22,92	11,19

<sup>1/</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

n.s. = não-significativo.



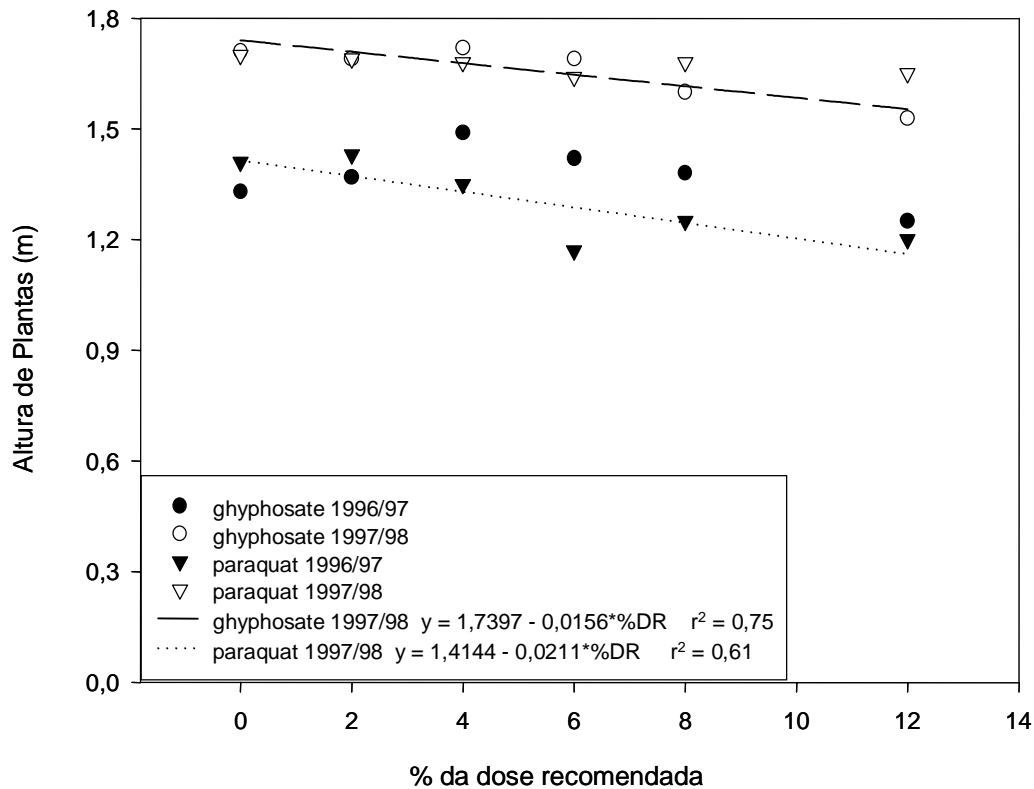


Figura 1 - Equações de regressão entre a altura de plantas e as doses reduzidas de glyphosate e paraquat. Sete Lagoas-MG. 1996/97.

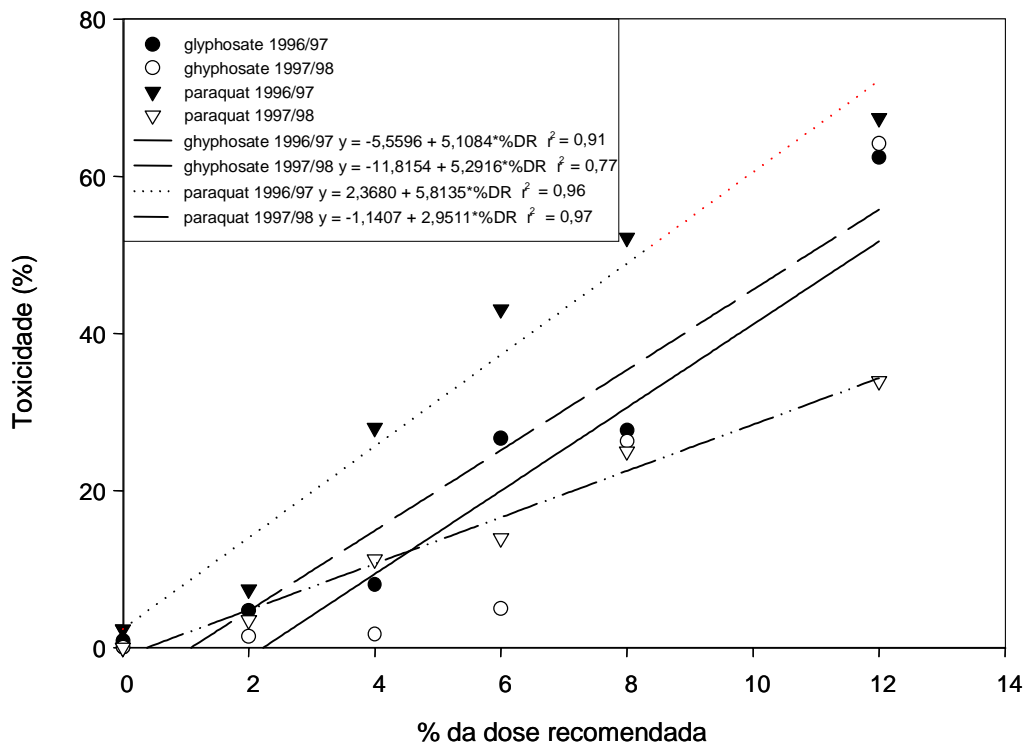


Figura 2 - Equações de regressão entre o grau de toxicidade de plantas e as doses reduzidas de glyphosate e paraquat. Sete Lagoas-MG. 1996/97 e 1997/98.



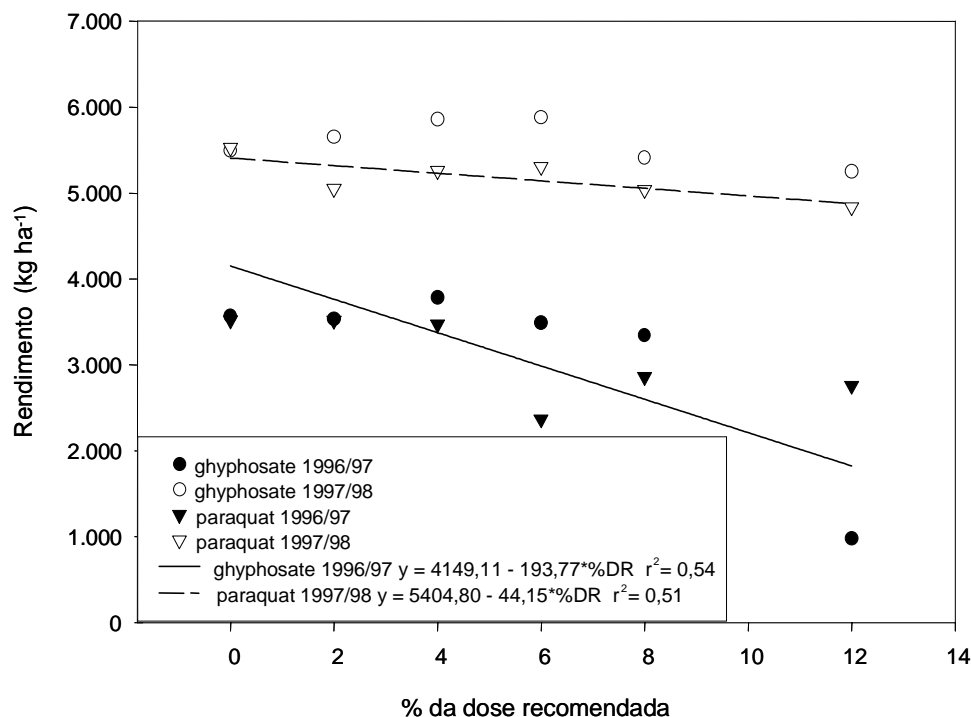


Figura 3 - Equações de regressão entre o rendimento de grãos e as doses reduzidas de glyphosate e paraquat. Sete Lagoas-MG. 1996/97.

Tabela 4 – Estande final, peso de panículas e peso de 1.000 grãos para plantas de sorgo submetidas aos diferentes tratamentos. Sete Lagoas-MG, 1997/98

Tratamentos	Estande final (nº)	Peso de panículas (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso de 1.000 grãos (g)
Testemunha	136	7.475	29
Glyphosate 28,8 g.ha <sup>-1</sup>	141	7.758	28
Glyphosate 57,6 g.ha <sup>-1</sup>	145	8.109	28
Glyphosate 86,4 g.ha <sup>-1</sup>	137	8.066	28
Glyphosate 115,2 g.ha <sup>-1</sup>	137	7.939	30
Glyphosate 172,8 g.ha <sup>-1</sup>	118	6.895	28
Test. c/ adjuvante	135	7.909	30
Paraquat 8 g.ha <sup>-1</sup>	123	6.798	29
Paraquat 16 g.ha <sup>-1</sup>	134	7.517	29
Paraquat 24 g.ha <sup>-1</sup>	147	7.453	29
Paraquat 32 g.ha <sup>-1</sup>	138	7.379	29
Paraquat 48 g.ha <sup>-1</sup>	138	7.031	30
F tratamento	0,98 n.s.	1,56 n.s.	0,37 n.s.
CV (%)	5,97	9,54	7,65

n.s. – não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

No ano agrícola 1997/98, o estande final e os parâmetros relacionados com a produtividade (Tabela 4, Figura 3) não foram afetados pelos diversos tratamentos de deriva, o que se

deve, provavelmente, ao fato de o estande final de plantas não ter sofrido redução e o grau de injúria não ter sido tão severo (Tabela 4). Um fator que pode ter colaborado para esse resultado é o maior desenvolvimento das plantas neste ano (altura da planta e área foliar), que pode ter favorecido a degradação mais rápida do produto. Além disso, como afirma Bode (1984), a deriva de herbicidas é complexa, envolvendo a interação de vários fatores, como: bicos utilizados, características do líquido pulverizado, deposição de gotas e fatores ambientais, entre outros.

O sorgo é uma planta sensível à ação de herbicidas não-seletivos; 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. O prejuízo da deriva simulada foi diretamente proporcional ao aumento da dose reduzida dos produtos de 2 a 12% das doses recomendadas.



## AGRADECIMENTOS

A José Eduardo Filho, Assistente de Pesquisa, e a Geraldo Ulisses Fonseca, Auxiliar de Operações da Embrapa Milho e Sorgo, pela colaboração na coleta de dados.

## LITERATURA CITADA

- AL-KHATIB, K.; PARKER, R.; FUERST, E.P. Foliar absorption and translocation of herbicides from aqueous solution and treated soil. *Weed Sci.*, v.40, n.2, p.281-287, 1992.
- ALMEIDA, C.A. Aplicação de herbicida em reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1988.
- ALVES, L.W.R. **Efeito da aplicação de doses reduzidas dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura do milho (*Zea mays L.*)**. Lavras: UFLA, 1999. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, 1999.
- BODE, L.E. Downwind drift deposits by ground applications. In: PESTICIDE DRIFT MANAGEMENT SYMPOSIUM, s.l., 1984. *Proceedings...* s.l.: 1984, p.49-52.
- DURIGAN, J.C. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1988. paginação irregular.
- GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas. Campinas, Fundação Cargill, 1998. 334p.
- HEMPHILL Jr., D.D.; MONTGOMERY, M.L. Response of vegetable crops to sublethal application of 2,4 D. *Weed Sci.*, v.29, n.6, p. 632-635, 1981.
- HOAGLAND, R.E.; DUKE, S.O.; ELMORE, C.D. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds. III. Phenylalanine ammonium-lyase activity, free amino acids, soluble protein, and hydroxyphenolic compounds in axes of dark-grown soybeans. *Physiol. Plant.*, v.46, p.357-366, 1979.
- LUNKES, J.A. **Efeito de doses reduzidas de glyphosate e oxyfluorfen simulando deriva sobre a cultura do feijoeiro**. Lavras: UFLA, 1996. Dissertação (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras, 1996.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; DA SILVA, J.B. Efeito da deriva de herbicidas na fonte de fotoassimilados em sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6, 1997, Belém. *Anais...* Belém: 1997. p.227.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; DA SILVA, J.B. Efeitos da deriva de herbicidas no desenvolvimento da planta e na produção de grãos de sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 22, 1988, Recife. *Resumos...* Recife: 1998a. p.260.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A.C. Efeitos do quebramento do colmo no rendimento de grãos de milho. *Ci. Agrotecnol.*, v.22, n.3, p.279-289, 1998b.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; OLIVEIRA, A.C.; GAMA, E.E.G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. *Sci. Agric.*, v.56, n.1, p.77-82, 1999.
- 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, 2000a.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000b. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 3).
- 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.
- RESENDE, M.; FRANÇA, G.E.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; ALVES, V.M.C. O momento de irrigar a cultura do milho de inverno na Região Sudeste. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABMS, 1992. p.144.
- SORGO: em grão - 1ª safra. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, v.6, n.4, p.43, 1998.
- WALL, D.A. Potato (*Solanum tuberosum*) response to simulated drift of dicamba, clopyralid, and tribenuron. *Weed Sci.*, v.42, p.110-114, 1994.