

## EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE SIMULANDO DERIVA SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO \*

JOHANN AMARAL LUNKES \*\*

JOÃO BAPTISTA DA SILVA \*\*\*

MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE \*\*\*\*

DÉCIO KARAM \*\*\*\*\*

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos causados por deriva simulada, mediante aplicação de subdoses de Glyphosate e da mistura Glyphosate + Oxyfluorfen sobre a cultura do feijão. Para tanto, foram conduzidos dois ensaios de campo (seca 1995 e outono-inverno de 1995) no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas - MG, utilizando-se a cultivar Carioca. Os herbicidas foram aplicados em subdoses daquela recomendada para a cultura de eucalipto, em diferentes etapas de desenvolvimento do feijoeiro, avaliando-se as características agrônômicas da cultura. Os resultados possibilitaram concluir que o efeito da deriva simulada é diretamente proporcional ao aumento da dose do Glyphosate ou de sua mistura com Oxyfluorfen e que o estágio de primeira folha trifoliolada ( $V_3$ ) é o mais sensível aos produtos, sofrendo drástica redução do estande final e rendimento. Na etapa  $V_3$  a dose 1% de Glyphosate é suficiente para provocar decréscimo no rendimento e a deriva simulada de Glyphosate e da mistura no pré-florescimento ( $R_5$ ) chegam a reduzir a produção em 100%. A deriva simulada de Glyphosate e da mistura no enchimento de vagens ( $R_8$ ) provocam redução no rendimento e o início da formação de vagens ( $R_7$ ) é mais sensível que o enchimento de vagens ( $R_8$ ), em relação ao Glyphosate.

\* Extraído da Tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Lavras (UFLA) para obtenção do Título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

\*\* Eng. Agrº, Doutor, Professor, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Lavras, MG.

\*\*\* Eng. Agrº, Ph. D., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, MG.

\*\*\*\* Eng. Agrº, Doutor, Professor Adjunto/Departamento de Agricultura, UFLA, Lavras, MG.

\*\*\*\*\* Eng. Agrº, M. Sc., EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas, MG.

## 1 INTRODUÇÃO

O controle químico de plantas daninhas é um método que vem sendo amplamente utilizado, principalmente em extensas áreas cultivadas, como é o caso de cultivo de espécies florestais. Apesar das diversas vantagens apresentadas pela utilização deste método, a deriva acidental que resulta em danos à plantas "não-alvo" (culturas adjacentes à área de aplicação) é reconhecida como sério problema (10). Segundo HATTERMAN-VALENTI et al. (9) no caso de aplicação com equipamento terrestre, cerca de 1 a 8% do volume de líquido aplicado deposita-se fora da faixa de aplicação. BODE (5) afirma que de forma generalizada a deriva situa-se em torno de 3 a 5% do produto aplicado.

No caso de extensas áreas cultivadas com espécies florestais, o problema da deriva se agrava com a aplicação aérea e uso freqüente de Glyphosate, que apresenta amplo espectro de controle, mas é tóxico para a maioria das plantas cultivadas, entre as quais a cultura do feijão. PAYNE (14) afirma que a deposição do Glyphosate em aplicações aéreas, dependendo das condições climáticas pode atingir até 1200 m de distância do alvo. Avaliando a deriva de Glyphosate em aplicações aéreas sobre áreas florestais RILEY et al. (18) observaram que a 30 m do centro da faixa de aplicação a deposição situou-se em torno de 10% do produto aplicado e a 200 m em torno de 5%. Em estudo semelhante, PAYNE (15) verificou que entre 0 a 10 metros do centro da faixa de aplicação 57% do Glyphosate aplicado atingiu o solo, a 50 m de distância em torno de 5% e entre 50 e 200 m 0,3% do herbicida aplicado atingiu o solo. A maior dificuldade para a detecção da ocorrência de deriva de Glyphosate sobre as culturas adjacentes se deve ao fato do produto, segundo AHRENS (1), ser altamente sistêmico, inibindo a síntese de aminoácidos e necessitando, assim, de alguns dias para detecção dos sintomas que, no caso de subdoses do produto, podem se assemelhar a danos causados por doenças, insetos, deficiências nutricionais e condições climáticas adversas (2).

Para BAILEY & KAPUSTA (4) a iminente possibilidade de ocorrência de injúrias em culturas, devido à deposição de herbicidas em áreas "não-alvo", tem levado à condução de várias pesquisas envolvendo o conceito de "deriva simulada". Quanto à determinação dos tratamentos, a serem utilizados em estudos de deriva simulada, há grande variação nas subdoses adotadas pelos autores para os mais diversos herbicidas e culturas. As doses de deriva simulada de herbicidas inibidores da síntese de aminoácidos utilizadas sobre a cultura da batata, em estudo realizado por EBERLEIN & GUTTIERI (7), foram de 2%, 10% e 50% da dose normalmente utilizada. Para estes autores 50% da dose representou situação de deriva severa, enquanto 2% e 10% representaram taxas de deriva normalmente esperadas com a aplicação de herbicidas através de equipamentos terrestres. Já WALL (22), trabalhando com a mesma cultura,



aplicou 0%, 2%, 4%, 8%, e 16% das doses normalmente recomendadas de Dicamba, Clopyralid e Tribenuron (herbicidas sistêmicos), verificando que as plantas apresentaram injúrias foliares mesmo com doses inferiores a 16% e que as injúrias foram mais visíveis no início do ciclo, sendo superadas à medida que as plantas se desenvolveram.

Vários são os trabalhos (2, 3, 4, 11, 21) que demonstram resposta diferenciada das plantas aos herbicidas em função do estágio de desenvolvimento e do modo de ação do produto. Entretanto, poucas são as informações que possibilitam quantificar os prejuízos decorrentes da deriva de herbicidas tóxicos ao feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

Estudando o efeito de vários herbicidas, entre os quais o Glyphosate (560 g/ha), aplicados em diversos estágios de desenvolvimento da soja, RATNAYAKE & SHAW (17) observaram que, aplicações realizadas no início do desenvolvimento e no final do enchimento de grãos reduziram a produção em até 84%, sem no entanto afetar o peso médio de 100 grãos. No caso de doses mais elevadas (1,7 a 3,4 kg de i.a./ha) como as aplicadas por JEFFERY et al. (12), a aproximadamente 2,5 semanas antes da maturação da soja, houve redução no peso médio de grãos, enquanto aplicações mais próximas da maturação foram menos danosas em função de senescência avançada.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos causados por deriva simulada, mediante aplicação de subdoses de Glyphosate e de sua mistura com Oxyfluorfen, sobre a cultura do feijão, bem como realizar a descrição dos sintomas de fitotoxicidade observados.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi constituído por dois ensaios de campo (seca e outono/inverno 1995), conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), município de Sete Lagoas - MG. Utilizou-se a cultivar Carioca, com hábito de crescimento tipo III, utilizando-se o espaçamento de 0,45 m entre fileiras e densidade de semeadura de 15 sementes por metro.

No ensaio durante a seca foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, esquema fatorial 2 x 5 x 3, totalizando 30 tratamentos, constituídos pela aplicação do Glyphosate ou da mistura Glyphosate + Oxyfluorfen em cinco subdoses, correspondentes a 0%, 4%, 8%, 16% e 32% da dose recomendada para a cultura do eucalipto. De acordo com recomendação de RODRIGUES & ALMEIDA (19) utilizou-se Glyphosate (2,16 kg de ingrediente ativo/ha) e Oxyfluorfen (1,44 kg de ingrediente ativo/ha) que corresponderam a 0; 0,0864; 0,1728; 0,3456 e 0,6912 g de Glyphosate/ha e 0; 0,0576; 0,1152; 0,2304 e 0,4608 g de Oxyfluorfen/ha. As aplicações foram realizadas em três etapas do ciclo de

desenvolvimento da cultura (8):  $V_3$  (primeira folha trifoliolada totalmente aberta),  $R_5$  (pré-florescimento) e  $R_8$  (enchimento de vagens).

No ensaio durante o outono/inverno adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, esquema fatorial  $7 \times 3$ , totalizando 21 tratamentos constituídos pela aplicação do Glyphosate em sete subdoses equivalentes a 0%, 1%, 2%, 4%, 8%, 12% e 16% da dose recomendada para a cultura do eucalipto (19), que corresponderam a 0; 0,0216; 0,0432; 0,0864; 0,1728 e 0,3456 g de Glyphosate/ha aplicadas nos estádios  $V_3$ ,  $R_5$  e  $R_7$  - início da formação de vagens (8). Neste ensaio houve redução nas doses utilizadas e também a eliminação da aplicação da mistura Glyphosate + Oxyfluorfen, em função dos efeitos acentuados observados naquele ensaio quando aplicou-se doses mais elevadas (acima 16%) do Glyphosate e também dos efeitos drásticos provocados pela mistura mesmo em doses baixas.

A semeadura do ensaio na época de seca foi realizada em 03 de março de 1995, com tratamento das sementes com o inseticida Semevin 350 RA (Thiodicarb) na dosagem de 1,5 litros/100 kg de sementes. Adotou-se adubação básica sugerida pela análise de solo, além das recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (6), aplicando-se 300 kg/ha de fertilizante formulado 08-28-16 + Zinco. Realizou-se também adubação de cobertura aplicando-se 40 kg de N/ha (fonte sulfato de amônio).

Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura, sendo o controle de plantas daninhas realizado mediante capina mecânica. Foram realizadas também irrigações complementares, mediante aspersão convencional.

Nos dois ensaios foram empregados os produtos comerciais Glifosato Nortox (360 g de Glyphosate/litro) e Goal BR (240 g de Oxyfluorfen/litro), sem a adição de surfactantes. A calda foi aplicada diretamente sobre a cultura, considerando-se desta forma deriva simulada em função do uso de subdoses dos produtos. Utilizou-se pulverizador costal, com tanque de 2 litros de capacidade, pressurizado a  $CO_2$ , com pressão constante de 39 lb/pol<sup>2</sup> e barra com 6 bicos tipo leque "Teejet" 110.02 com 'check-valve', espaçados de 50 cm. O volume de calda aplicado por hectare em cada estádio e a respectiva data de aplicação foram de 129,5 litros na etapa  $V_3$  (17/03/95), 138,9 litros no estádio  $R_5$  (13/04/95) e 125,0 litros em  $R_8$  (02/05/95).

No ensaio durante o outono/inverno a semeadura ocorreu dia 05 de maio de 1995. O ensaio foi conduzido sob irrigação por aspersão convencional e recebeu os mesmos tratos culturais dispensados ao primeiro experimento, diferindo apenas no que diz respeito ao volume de calda, que foi de 121,5 litros/ha nos estádios  $V_3$  (05/05/95) e  $R_5$  (20/06/95) e 118,5 litros/ha no estádio  $R_7$  (01/07/95). A pequena diferença de volume de calda utilizada, tanto entre ensaios, quanto entre estádios de desenvolvimento da cultura dentro do mesmo ensaio, ocorreu unicamente



em função da variação na calibração do pulverizador no campo no momento de cada aplicação.

Foram realizadas avaliações visuais para descrição dos sintomas de fitotoxicidade dos produtos aplicados sobre a cultura. Avaliou-se também o rendimento de grãos (umidade corrigida para 12%), os componentes do rendimento e o estande final.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, sem transformação. As interações significativas foram desdobradas, sendo efetuado o teste de Tukey entre médias do estágio de desenvolvimento e análise de regressão para doses aplicadas, procurando-se selecionar o modelo matemático que melhor expressasse a relação entre as doses de herbicida aplicadas e as variáveis envolvidas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas de fitotoxicidade observados no campo estão resumidos na Tabela 1. Pode-se notar que, de forma geral, as aplicações mostraram-se mais prejudiciais quando realizadas na etapa V<sub>3</sub> de desenvolvimento do feijoeiro. Pulverizações realizadas na fase reprodutiva mostraram sintomas menos intensos, com diferença mínima entre as diversas etapas de aplicação.

As médias do rendimento de grãos, em função dos diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro e doses dos herbicidas podem ser observadas na Tabela 2. O R<sub>8</sub> foi o estágio menos suscetível aos efeitos do Glyphosate e de sua mistura com Oxyfluorfen para todas as doses aplicadas e, em contrapartida, aplicações realizadas no V<sub>3</sub> foram as que mais afetaram o rendimento.

Quanto ao efeito de doses de Glyphosate pode-se visualizar na Figura 1A que, aplicações realizadas na etapa R<sub>8</sub> mostraram-se menos prejudiciais ao rendimento, corroborando as afirmações de MESA-GARCIA et al. (13), que trabalharam com feijão fava. Estes verificaram que a cultura mostrou-se mais afetada pelo Glyphosate nos estádios vegetativos iniciais, sendo menos suscetível à partir da formação de vagens. Em R<sub>5</sub> a redução do rendimento em função de doses crescentes seguiu o modelo quadrático, enquanto que em V<sub>3</sub> obedeceu a relação raiz quadrada (Figura 1A), sendo estes dois estádios os mais prejudicados, com o rendimento decrescendo acentuadamente já na dose 4%.

Os efeitos da mistura de Glyphosate + Oxyfluorfen foram mais drásticos, quando comparados aos efeitos do Glyphosate aplicado isoladamente, verificando-se decréscimo linear acentuado de rendimento no estágio R<sub>8</sub>. Este efeito mais drástico provavelmente foi devido ao efeito sinérgico do Oxyfluorfen ou de difeniléteres, potencializando o efeito do Glyphosate, como foi mostrado por PEREIRA & CRABTREE (16) e por WELLS & APPLEBY (23). Ao aplicarem subdoses de Glyphosate (250 e

500 g/ha), juntamente com Lactofen (150, 300 e 600 kg/ha) observaram maior efeito da mistura, quando comparado ao efeito de cada herbicida isoladamente.

**TABELA 1 - DESCRIÇÃO DOS SINTOMAS DE FITOTOXICIDADE OBSERVADOS EM PLANTAS DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) APÓS A APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE E DA MISTURA GLYPHOSATE + OXYFLUORFEN - LAVRAS-MG**

ESTÁDIO	HERBICIDA	SINTOMA DE FITOTOXICIDADE
V <sub>3</sub>	Glyphosate	Paralisação do crescimento e perda da coloração verde característica das folhas (quando comparada com a testemunha), detectadas 48 horas após a aplicação, para doses acima de 2%. Os sintomas evoluíram para clorose internerval acentuada, semelhante a deficiência nutricional e, uma semana após a aplicação, todas as plantas apresentavam crescimento reduzido, deformações foliares, amarelhecimento total das folhas, ocorrendo morte de plantas, principalmente em doses acima de 8%.
V <sub>3</sub>	Mistura	Pontos necróticos observados 24 horas após a aplicação, que evoluíram provocando secamento e morte total das plantas em poucos dias ( $\approx$ 72 horas) após a aplicação mesmo em doses mais baixas.
R <sub>5</sub>	Glyphosate	Paralisação do crescimento e clorose generalizada das folhas jovens detectadas 48 horas após a aplicação, evoluindo para deformação e clorose internerval acentuada das folhas jovens, mesmo em doses mais baixas. À medida que se aumentou a dose, aumentou o número e a severidade de folhas com crescimento anormal, sendo que, em plantas mais afetadas, tanto folhas jovens quanto folhas totalmente desenvolvidas foram afetadas, chegando a ocorrer morte de algumas plantas.
R <sub>5</sub>	Mistura	Pontos necróticos e clorose observados 24 horas após a aplicação em folhas superiores, que evoluíram e provocaram queda de folhas e secamento dos ramos atingidos em poucos dias, com desfolha acentuada; folhas não afetadas pelo Oxyfluorfen apresentaram clorose e deformações de crescimento, ocorrendo morte de plantas em doses mais altas, com morte total na dose 32%.
R <sub>7</sub> e R <sub>8</sub>	Glyphosate e mistura	Muito semelhante aos sintomas observados para aplicações realizadas no R <sub>5</sub> , com as plantas mostrando-se relativamente mais tolerantes, sem a ocorrência de morte de plantas.



De forma geral, no que se refere ao rendimento de grãos, a ocorrência de deriva dos herbicidas representou menor risco no estágio  $R_8$  de desenvolvimento, enquanto que no  $V_3$  o risco de queda no rendimento foi bastante acentuado, mesmo em concentrações mais baixas como 2% da dose recomendada.

**TABELA 2 - VALORES MÉDIOS DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) SUBMETIDOS A DIVERSAS DOSES DE GLYPHOSATE E DE SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG<sup>1</sup>**

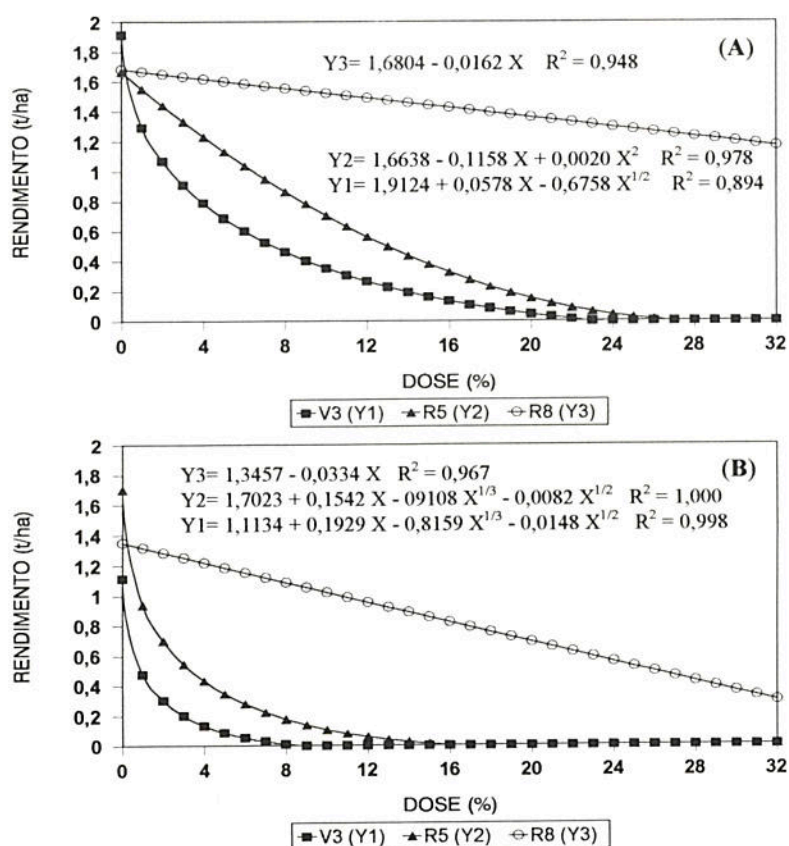
Estádio	Dose <sup>2</sup>					Média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate						
R <sub>8</sub>	1,703	1,613a	1,580a	1,340a	1,198a	1,487a
R <sub>5</sub>	1,688	1,290b	0,703b	0,422b	0,000b	0,821b
V <sub>3</sub>	1,845	1,083c	0,283c	0,033c	0,000b	0,649c
Média	1,745	1,328	0,855	0,598	0,399	
Mistura						
R <sub>8</sub>	1,273b	1,185a	1,210a	0,820a	0,248a	0,947a
R <sub>5</sub>	1,703a	0,430b	0,178b	0,000b	0,000b	0,462b
V <sub>3</sub>	1,113c	0,145c	0,000c	0,000b	0,000b	0,252c
Média	1,363	0,587	0,463	0,273	0,083	

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

<sup>2</sup> Porcentagem da dose recomendada para eucalipto (2,16 kg de Glyphosate/ha e 1,44 kg de Oxyfluorfen/ha).

Os valores médios do número de vagens/planta podem ser visualizados na Tabela 3. Nota-se que, de forma semelhante à verificada para o rendimento de grãos, aplicações do Glyphosate e da mistura realizadas em  $R_8$  foram as que menos afetaram este componente do rendimento. Aplicações realizadas em  $R_5$  e  $V_3$  reduziram o número de vagens/planta com comportamento bastante semelhante, principalmente à partir da dose 16%.

FIGURA 1 - REGRESSÃO ENTRE RENDIMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) E DOSES DOS HERBICIDAS GLYPHOSATE (A) E SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN (B) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG





**TABELA 3 - VALORES MÉDIOS DO NÚMERO DE VAGENS/PLANTA DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) SUBMETIDA A DIVERSAS DOSES DE GLYPHOSATE E DE SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG<sup>1</sup>**

Estádio	Dose <sup>2</sup>					Média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate						
R <sub>8</sub>	12,0b	12,7	12,8a	13,5a	12,0a	12,6a
R <sub>5</sub>	15,2a	11,0	9,5b	3,3b	0,0b	7,8b
V <sub>3</sub>	12,7b	10,7	12,4a	2,5b	0,0b	7,7b
Média	13,3	11,5	11,5	6,4	4,0	
Mistura						
R <sub>8</sub>	9,0c	10,5a	10,0a	10,0a	5,0a	8,9a
R <sub>5</sub>	13,5a	4,8c	3,8b	0,0b	0,0b	4,4b
V <sub>3</sub>	12,0b	6,3b	0,0c	0,0b	0,0b	3,7c
Média	11,5	7,2	4,6	3,3	1,7	

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

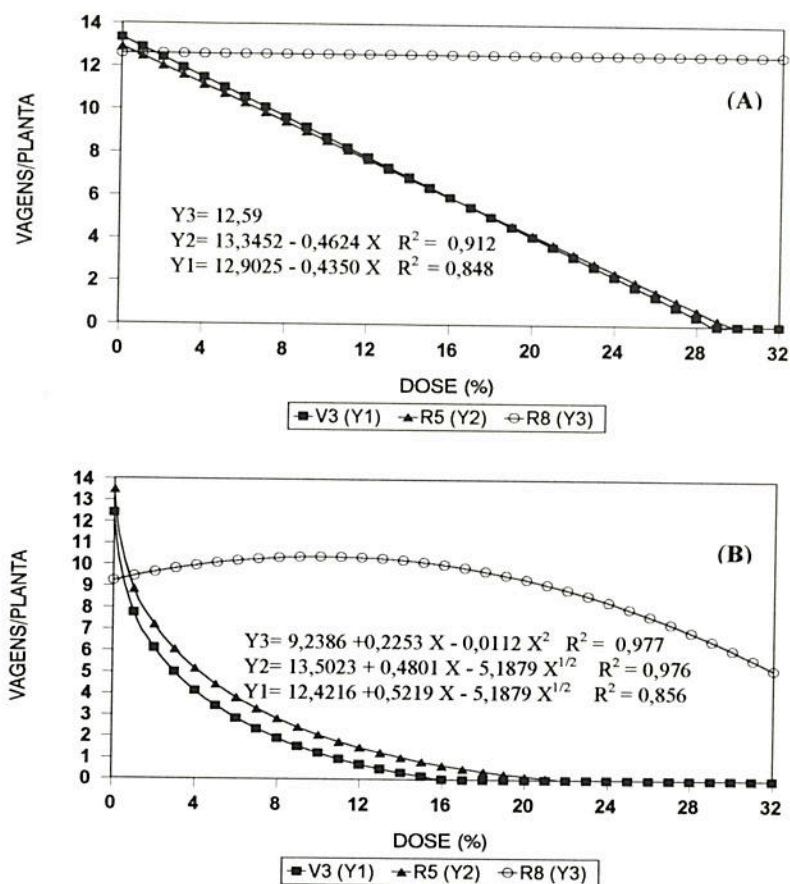
<sup>2</sup> Porcentagem da dose recomendada para eucalipto (2,16 kg de Glyphosate/ha e 1,44 kg de Oxyfluorfen/ha).

As doses crescentes de Glyphosate em R<sub>8</sub> não afetaram o número de vagens/planta (Figura 2A), enquanto aplicações realizadas no R<sub>5</sub> e V<sub>3</sub> apresentaram decréscimo linear desta variável com o aumento da dose, atingindo valores próximos de zero com a dose 28%. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por MESA-GARCIA et al. (13), os quais verificaram redução semelhante em feijão fava à partir de 180 g de Glyphosate/ha (quantidade que situa-se entre as doses 4% e 8% utilizadas neste ensaio). As reduções observadas V<sub>3</sub> e R<sub>5</sub> devem ter contribuído para a redução do rendimento de grãos nestes estádios (Figura 1A), já que os coeficientes de correlação entre rendimento e número de vagens/planta foram da ordem de 0,69 em V<sub>3</sub> e 0,95 em R<sub>5</sub>, indicando que neste último estádio o número de vagens contribuiu mais decisivamente para definição do rendimento. No estádio R<sub>8</sub>, o fato de não se verificar reduções no número de vagens/planta pode ser explicado em função do número total de vagens da planta já estar definido nesta época.

A aplicação de doses crescentes da mistura (Figura 2B) provocou redução no número de vagens/planta seguindo o modelo raiz quadrática nos estádios V<sub>3</sub> e R<sub>5</sub>. Na etapa R<sub>8</sub> observou-se redução do número de

vagens à partir de 8%, o que diferiu do Glyphosate, que não apresentou reduções significativas neste estágio. Este fato pode ser explicado pelo efeito mais drástico da mistura, que pode ter causado formação de muitas vagens sem grãos, que teriam sido abortadas ou mesmo não consideradas na contagem por ocasião da colheita.

**FIGURA 2 - REGRESSÃO ENTRE O NÚMERO DE VAGENS/PLANTA DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) E DOSES DOS HERBICIDAS GLYPHOSATE (A) E SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN (B) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG**





Ao se defrontar as curvas do rendimento e do número de vagens/planta, em função da aplicação da mistura verifica-se que o decréscimo observado neste componente teve forte influência na redução da produtividade, nos estádios  $V_3$  e  $R_5$  (coeficientes de correlação de 0,92 e 0,98, respectivamente).

A Tabela 4 mostra as médias do número de sementes/vagem em função de doses de Glyphosate e estádios de desenvolvimento do feijão. Verifica-se que houve diferença entre os estádios somente à partir da dose 8%, quando aplicações realizadas no estádio  $R_5$  apresentaram menor número de sementes/vagem. Nas doses 16 e 32% houve grande redução no número de sementes/vagem, tanto em  $V_3$  como em  $R_5$ , enquanto aplicações realizadas em  $R_8$  apresentaram menores reduções.

**TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DO NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) SUBMETIDA A DIVERSAS DOSES DE GLYPHOSATE E DE SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG <sup>1</sup>**

Estádio	Dose <sup>2</sup>					Média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate						
R <sub>8</sub>	4,7	4,7	5,0a	4,5a	4,5a	4,7a
R <sub>5</sub>	4,8	4,0	3,2b	1,8b	0,0b	2,8b
V <sub>3</sub>	4,8	5,0	5,2a	1,3b	0,0b	3,2b
Média	4,8	4,6	4,5	2,5	1,5	
Mistura						
R <sub>8</sub>	4,5	4,8a	4,8a	3,3a	2,3a	3,9a
R <sub>5</sub>	4,8	3,8b	3,3b	0,0b	0,0b	2,4b
V <sub>3</sub>	4,4	2,9c	0,0c	0,0b	0,0b	1,5c
Média	4,5	3,8	2,7	1,1	0,8	

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

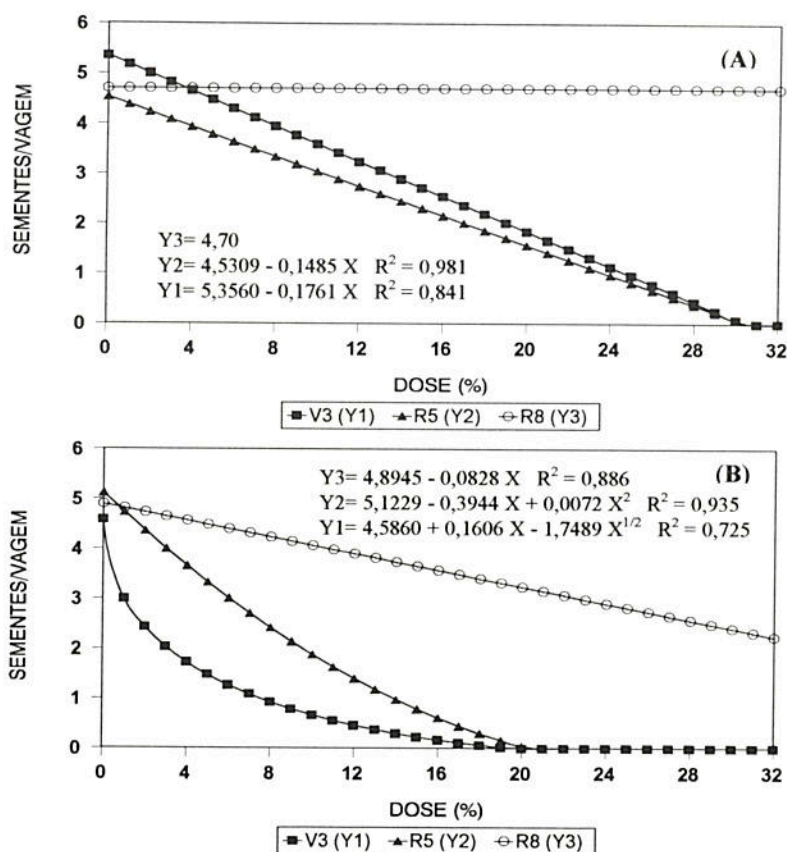
<sup>2</sup> Porcentagem da dose recomendada para eucalipto (2,16 kg de Glyphosate/ha e 1,44 kg de Oxyfluorfen/ha).

Nas aplicações da mistura observou-se efeito mais acentuado que nas de Glyphosate isolado, em todas as doses testadas, com diferença de resposta entre estádios já à partir da dose 4% (Tabela 4). Nota-se que aplicações realizadas no estádio  $V_3$  provocaram reduções mais

acentuadas e aplicações realizadas no  $R_8$  mostraram-se menos prejudiciais, provavelmente porque neste estágio o número de sementes/vagem já se encontrava definido.

O efeito das doses de Glyphosate sobre o número de sementes/vagem, mostrado na Figura 3A, evidencia que não houve redução desta variável quando as aplicações foram realizadas no estágio  $R_8$ . Entretanto, quando foram feitas em  $R_5$  e  $V_3$ , houve redução linear daquela variável com o aumento da dose, atingindo valores próximos de zero para doses em torno de 30%, em ambos os estádios.

**FIGURA 3 - REGRESSÃO ENTRE O NÚMERO DE VAGENS/PLANTA DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) E DOSES DOS HERBICIDAS GLYPHOSATE (A), E SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN (B) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG**





Como no caso das demais variáveis, a mistura provocou efeitos mais pronunciados em todos os estágios e doses utilizadas, reduzindo o número de sementes/vagem com o aumento da dose de acordo com modelo linear em  $R_8$ , modelo quadrático em  $R_5$  e modelo raiz quadrática em  $V_3$ . O estágio  $R_8$  foi novamente o menos afetado e  $R_5$  e  $V_3$  apresentaram comportamento semelhante, atingindo valor zero à partir de doses próximas a 20%, de forma comparável ao que foi observado para os parâmetros anteriores sendo, entretanto, menos efetivo na definição do rendimento de grãos (coeficientes de correlação de 0,76 e 0,86, respectivamente, em  $R_5$  e  $V_3$ ).

A Tabela 5 apresenta as médias do estande final em função das doses de Glyphosate e diferentes estágios de desenvolvimento do feijoeiro. Verifica-se que diferenças de comportamento entre os estágios foram detectadas já à partir da dose 4%, quando aplicações realizadas em  $V_3$  e  $R_5$  apresentaram semelhante redução no estande final, ao passo que em  $R_8$  não apresentaram redução. À partir da dose 8% percebe-se que quanto mais precoce foi a aplicação (em  $V_3$  ou  $R_5$ ), maior foi o prejuízo para o estande, chegando à provocar morte total das plantas em  $V_3$  na dose 32%.

**TABELA 5 - VALORES MÉDIOS DE ESTANDE FINAL DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) SUBMETIDO A DIVERSAS DOSES DE GLYPHOSATE E DE SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO NO ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG <sup>1</sup>**

Estádio	Dose <sup>2</sup>					Média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate						
R <sub>8</sub>	80,3	78,8a	77,5a	77,0a	76,8 <sup>a</sup>	71,3a
R <sub>5</sub>	74,8	54,8b	66,2b	65,3b	64,7b	69,6a
V <sub>3</sub>	80,0	52,5b	14,0c	1,8c	0,0c	30,6b
Média	76,3	62,0	46,1	48,0	47,2	
Mistura						
R <sub>8</sub>	78,0	76,0a	74,8a	74,1a	73,0 <sup>a</sup>	75,2a
R <sub>5</sub>	64,0	60,5b	55,0b	54,0b	0,0b	46,7b
V <sub>3</sub>	62,0	5,0c	0,0c	0,0c	0,0b	13,4c
Média	68,0	47,2	43,3	42,7	24,3	

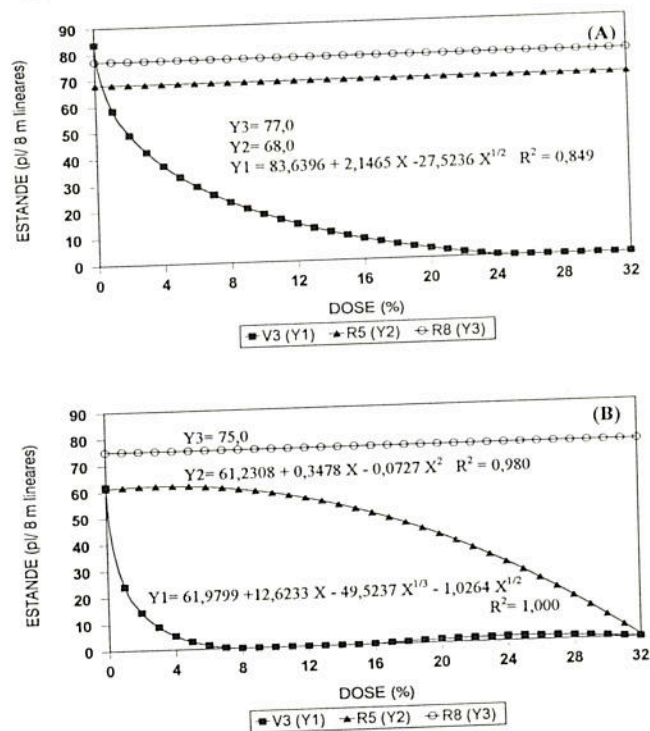
<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Porcentagem da dose recomendada para eucalipto (2,16 kg de Glyphosate/ha e 1,44 kg de Oxyfluorfen/ha).

No caso da mistura, que mostrou-se mais fitotóxica, nota-se que o mesmo comportamento dos herbicidas foi mantido, observando-se diferença entre estádios de aplicação à partir da dose 4% e com as aplicações realizadas no V<sub>3</sub> apresentando estande final inferior aos demais (Tabela 5). Na dose 32% o efeito da mistura sobre o estande passou a ser tão acentuado, que as aplicações realizadas no V<sub>3</sub> e no R<sub>5</sub> se igualaram, com morte total das plantas.

As equações de regressão do estande em função das doses aplicadas reforçam as afirmações anteriores. Com o Glyphosate (Figura 4A) não foi detectada redução no estande final nas aplicações realizadas em R<sub>5</sub> e R<sub>8</sub>. Entretanto, quando as aplicações foram realizadas em V<sub>3</sub>, percebe-se forte redução (modelo raiz quadrática) em função das doses crescentes, com morte total das plantas em doses próximas de 24%, indicando que, em termos de estande final, o Glyphosate é mais prejudicial nas fases iniciais do ciclo.

**FIGURA 4 - REGRESSÃO ENTRE ESTANDE FINAL DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) E DOSES DOS HERBICIDAS GLYPHOSATE (A) E SUA MISTURA COM OXYFLUORFEN (B) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DA ÉPOCA DA SECA/1995 - LAVRAS-MG**





A mistura, como sempre, foi mais fitotóxica para o feijão e só não reduziu o estande nas aplicações realizadas no estágio  $R_8$ , ou seja, bem próximo do final do ciclo (Figura 4B). Nas aplicações realizadas em  $R_5$ , que não haviam reduzido o estande no caso do Glyphosate isolado, verificou-se redução quadrática com o aumento da dose e morte total das plantas na dose 32%. No caso de aplicações realizadas no  $V_3$ , o decréscimo seguiu o modelo raiz cúbica, com redução acentuada já nas doses iniciais, provocando morte total já na dose 8%.

Comparando-se as curvas do rendimento de grãos (Figura 1), com as do estande final (Figura 4) pode-se constatar que aplicações realizadas em  $V_3$  tiveram comportamento semelhante (coeficiente de correlação de 0,99), indicando marcante participação do estande na definição da produtividade de grãos, o que não pode ser aventado para aplicações realizadas nos outros estádios de desenvolvimento do feijão.

É importante salientar que no ensaio realizado no período outono-inverno o rendimento e as demais variáveis avaliadas apresentaram valores inferiores àqueles registrados no ensaio durante a seca, provavelmente em função da escassez de chuvas, uma vez que foram realizadas apenas irrigações complementares. Esta escassez, aliada às altas temperaturas durante o dia que (provavelmente provocaram evapotranspiração excessiva), bem como a ocorrência de dois picos de baixa temperatura, agindo em conjunto, podem ter tornado a cultura mais debilitada, resultando em menor produtividade.

Os valores médios de rendimento observados com as aplicações de Glyphosate (Tabela 6) apresentaram diferenças significativas entre estádios até à dose de 12%. Não foram detectadas diferenças na dose 16%, quando houve praticamente rendimento zero em todos os estádios de aplicação. Nota-se entretanto que, de forma geral, a etapa  $V_3$  foi a mais afetada pela aplicação de Glyphosate, confirmando os resultados verificados no ensaio anterior.

Embora as curvas não sejam apresentadas, constatou-se, em todos os estádios, reduções no rendimento, em função do aumento da dose. A de 1% já foi suficiente para afetar o rendimento de grãos (Tabela 7), indicando que a sua deriva, mesmo em baixos percentuais, é prejudicial à lavoura de feijão, reduzindo a produtividade de grãos.

Os valores médios do número de vagens/planta (Tabela 6) evidenciam que aplicações realizadas no  $R_7$  causaram menores reduções no número de vagens/planta.  $R_5$  e  $V_3$  apresentaram comportamento bastante semelhante, com maiores reduções. Este fato novamente caracteriza maior tolerância das plantas ao Glyphosate à medida que o ciclo cultural da espécie avança.

As diferenças observadas no número de vagens/planta entre estádios a partir da dose 8% (230,4 g de Glyphosate/ha) contrariam os resultados obtidos em feijão fava por SCHULTER & ABER (20) que, ao aplicarem

dose menor (60 g de Glyphosate/ha) no estágio vegetativo, não detectaram efeitos sobre o florescimento ou formação de vagens.

**TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) SUBMETIDO A DIVERSAS DOSES DE GLYPHOSATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO NO ENSAIO DE OUTONO-INVERNO/1995 - LAVRAS-MG <sup>1</sup>**

Estádio	Dose <sup>2</sup>							Média
	0	1	2	4	8	12	16	
Rendimento de grãos								
R <sub>7</sub>	1,063	0,745b	0,728b	0,458b	0,290 <sup>a</sup>	0,190a	0,075	0,507a
R <sub>5</sub>	1,066	1,045a	1,043a	0,335c	0,050b	0,000b	0,000	0,506a
V <sub>3</sub>	1,125	0,680c	0,668c	0,620a	0,050b	0,018b	0,000	0,451b
Média	1,085	0,823	0,813	0,471	0,130	0,069	0,025	
Vagens/planta								
R <sub>7</sub>	7,3	5,8	7,5	5,4	5,1 <sup>a</sup>	5,2a	4,1a	5,8a
R <sub>5</sub>	8,1	6,4	7,7	4,7	0,8b	0,0b	0,0b	3,9b
V <sub>3</sub>	7,8	7,0	6,4	6,1	1,4b	0,7b	0,0b	4,2b
Média	7,7	6,4	7,2	5,4	2,4	2,0	1,4	
Sementes/vagem								
R <sub>7</sub>	4,5	4,7	4,7	4,0b	2,3 <sup>a</sup>	1,3a	1,2a	3,2a
R <sub>5</sub>	4,6	4,4	5,1	3,1c	0,5c	0,0b	0,0b	2,5b
V <sub>3</sub>	4,8	5,3	4,6	4,9a	1,3b	0,9a	0,0b	3,1ab
Média	4,6	4,8	4,8	4,0	1,4	0,7	0,4	
Estande final								
R <sub>7</sub>	48,5	46,9	44,6	43,1a	40,0 <sup>a</sup>	41,0a	39,1a	43,5a
R <sub>5</sub>	50,7	50,3	45,8	36,5b	34,7b	34,0a	25,5b	39,6b
V <sub>3</sub>	43,4	41,0	38,1	24,0c	2,3c	2,0b	0,0c	21,5b
Média	47,5	46,1	42,8	34,5	25,6	25,7a	21,5	

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

<sup>2</sup> Porcentagem da dose recomendada para eucalipto (2,16 kg de Glyphosate/ha e 1,44 kg de Oxyfluorfen/ha).



Em todos os estádios ocorreu ainda decréscimo no número de vagens/planta com o aumento da dose de Glyphosate (Tabela 7), tendo-se verificado semelhança de comportamento em relação à curva de redução do rendimento de grãos (coeficiente de correlação de 0,94 em  $V_3$  e 0,96 em  $R_5$ ). Em  $R_7$  notou-se comportamento bastante diferenciado (coeficiente de correlação de 0,63), indicando que a redução observada no número de vagens por planta neste estágio não foi tão decisiva na definição do baixo rendimento observado.

**TABELA 7 - EQUAÇÕES DE REGRESSÃO ENTRE RENDIMENTO DE GRÃOS, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM E ESTANDE FINAL DE FEIJÃO (CULTIVAR CARIOCA) E DOSES DE GLYPHOSATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DO CICLO VEGETATIVO - ENSAIO DE OUTONO-INVERNO/1995 - LAVRAS-MG**

Características	Estádio	Modelo	R <sup>2</sup>
Rendimento	$R_7$	$y = 0,9505 - 0,1202 x + 0,0043 x^2$	0,950
	$R_5$	$y = 1,1864 - 0,2021 x + 0,0081 x^2$	0,940
	$V_3$	$y = 1,1251 + 0,0215 x + 0,3835 x^{1/2}$	0,905
Vagens/planta	$R_7$	$y = 6,8142 - 0,1682 x$	0,698
	$R_5$	$y = 8,4758 - 1,2101 x + 0,0419 x^2$	0,950
	$V_3$	$y = 8,1180 - 0,9372 x + 0,0262 x^2$	0,959
Sementes/vagem	$R_7$	$y = 4,8091 - 0,2523 x$	0,940
	$R_5$	$y = 5,3351 - 0,7189 x + 0,0235 x^2$	0,930
	$V_3$	$y = 5,3163 - 0,3572 x$	0,910
Estande final	$R_7$	n.s.	
	$R_5$	$y = 48,5983 - 1,4598 x$	0,876
	$V_3$	$y = 47,0167 - 7,0882 x - 0,2603 x^2$	0,974

Os valores médios do número de sementes/vagem (Tabela 6) evidenciam diferenças significativas entre estádios de aplicação à partir da dose 4%. O estádio  $R_5$  sempre foi o mais prejudicado quanto a esta variável, mesmo no ensaio anterior.

Pode-se especular que, ao se aplicar doses mais baixas de Glyphosate no  $V_3$ , exista a possibilidade de ligeira recuperação das plantas que não morreram, de modo a não afetar o número de sementes/vagem. Esta possibilidade confirmaria a informação de que o número de sementes por vagem representa o último componente do rendimento a ser afetado em condição de estresse. Quando das aplicações no florescimento é possível que não haja tempo suficiente para esta recuperação, afetando diretamente a formação de grãos. Aplicando-se doses maiores de Glyphosate (16%) o efeito tornou-se mais drástico, não sendo possível detectar diferença entre  $V_3$  e  $R_5$  para esta variável.

Quanto ao efeito das doses aplicadas (Tabela 7) observou-se redução do número de sementes por vagem em função das doses crescentes de Glyphosate ( $V_3$ ,  $R_5$  e  $R_7$ ). O comportamento das curvas de regressão para redução do rendimento de grãos e redução do número de sementes/vagem, no caso de aplicações de Glyphosate realizadas em  $R_5$  e  $R_7$  foi muito semelhante (coeficiente de correlação de 0,96 e 0,90 respectivamente), o que sugere que a redução deste componente foi uma das principais causas do decréscimo de produção nestes estádios, juntamente com o número de vagens/planta.

Ao se comparar as reduções provocadas no rendimento de grãos, número de sementes/vagem e número de vagens/planta para aplicações de Glyphosate realizadas em  $R_7$  com aquelas observadas em  $R_8$  no ensaio anterior, nota-se que o  $R_7$  foi mais prejudicado, indicando que a deriva de Glyphosate no início da formação de vagens é mais prejudicial, à estas características, que no enchimento de vagens.

Na Tabela 6 verificam-se diferenças significativas de estande entre os estádios à partir da dose 4%, quando as aplicações em  $V_3$  passaram a reduzir significativamente a população de plantas, chegando a apresentar morte total das plantas na dose 16%.

As aplicações realizadas em  $R_7$  praticamente não reduziram o estande final, confirmando a observação realizada no ensaio da época da seca no qual aplicações de Glyphosate em estádios mais avançados de desenvolvimento da cultura do feijão foram menos efetivos em termos de redução do estande, com as plantas apresentando sintomas, sem no entanto provocar sua morte.

Quanto ao efeito das doses crescentes de Glyphosate aplicadas, em  $R_7$  não houve efeito sobre o estande final, o mesmo não ocorrendo com aplicações realizadas em  $R_5$  e  $V_3$ , quando detectou-se redução do estande final (Tabela 7).



De forma contrária à do ensaio anterior, as aplicações realizadas em  $R_5$  mostraram redução do estande com o aumento das doses, provavelmente em função da maior debilidade das plantas neste ensaio, já discutida anteriormente.

Comparando-se a redução de rendimento de grãos com a redução de estande final percebe-se comportamento muito semelhante quando as aplicações foram realizadas em  $V_3$ , podendo-se inferir que este fator foi importante na redução do rendimento de grãos neste estágio (coeficiente de correlação de 0,94).

#### 4 CONCLUSÃO

Diante das condições em que foram realizados os ensaios deste estudo pode-se concluir que: 1) o efeito da deriva simulada é diretamente proporcional ao aumento da dose do Glyphosate ou de sua mistura com Oxyfluorfen; 2) o estágio de primeira folha trifoliolada ( $V_3$ ) é o mais sensível aos produtos sofrendo drástica redução do estande final e rendimento; 3) na etapa  $V_3$ , a dose 1% de Glyphosate é suficiente para provocar decréscimo no rendimento; 4) a deriva simulada de Glyphosate e da mistura no pré-florescimento ( $R_5$ ) chegam a reduzir a produção em 100%; 5) deriva simulada de Glyphosate e da mistura no enchimento de vagens ( $R_8$ ) provoca redução no rendimento; 6) o início da formação de vagens ( $R_7$ ) é mais sensível que o enchimento de vagens ( $R_8$ ) em relação ao Glyphosate.

#### Abstract

The present work aimed to study the effects of simulated drift by sublethal rates of Glyphosate and the mixture Glyphosate + Oxyfluorfen on *Phaseolus vulgaris* crops. Two field experiments (Fall 1995 and Fall/winter 1995) were performed at CNPMS/Embrapa, Sete Lagoas, State of Minas Gerais, Brazil, by application of subrates of the recommended rate to the eucalyptus crop on different growth stages of bean crop. The cultivar utilized in the experiments was the "Carioca" and the crop agronomical characteristics were evaluated. The results show that: 1) the effect of simulated drift is proportional to the rate increases; 2) the mix is more phytotoxic than the isolated Glyphosate; 3) bean plants are more sensitive to drift at the initial growth stage ( $V_3$ ) occurring drastic reduction of stand and yield; 4) the Glyphosate and mix drift at the reproduction stage ( $R_5$ ) can reduce the yield in 100%; 5) simulated drift at  $R_8$  stage reduced the yield; 6) the  $R_7$  stage was more sensitive to drift than the  $R_8$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AHRENS, W.H. **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign : Weed Science Society of America, 1994. 352 p.
- 2 AL-KHATIB, K., PARKER, R., FUERST, E.P. Sweet cherry (*Prunus avium*) response to simulated drift from selected herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, p. 975-979, 1992.
- 3 AL-KHATIB, K., PARKER, R., FUERST, E.P. Wine grape (*Vitis vinifera* L.) response to simulated herbicide drift. **Weed Technology**, Champaign, v. 7, p. 97-102, 1993.
- 4 BAILEY, J.A., KAPUSTA, G. Soybean (*Glycine max*) tolerance to simulated drift of nicosulfuron and primisulfuron. **Weed Technology**, Champaign, v. 7, n. 3, p. 740-745, 1993.
- 5 BODE, L. E. Downwind drift deposits by ground applications. In: PROCEEDINGS OF PESTICIDE DRIFT MANAGEMENT SYMPOSIUM, 1984. **Proceedings...** [S.l. : s.n.], 1984. p. 49-52.
- 6 COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Lavras, 1989. 159 p.
- 7 EBERLEIN, C.V., GUTTIERI, M.J. Potato (*Potato tuberosum*) response to simulate drift of imidazoline herbicides. **Weed Science**, Champaign, v. 42, p. 70-75, 1994.
- 8 FERNÁNDEZ, F.C., GEPTS, P., LOPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris*)**. Cali : CIAT, 1986. 34 p.
- 9 HATTERMAN-VALENTI, H., OWEN, M.D.K., CHRISTIANS, N.E. Comparison of spray drift during postemergence herbicide applications to turfgrass. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 2, p. 321-325, 1995.
- 10 HEMPHILL JR., D.D., MONTGOMERY, M.L. Response of vegetable crops to sublethal application of 2,4 D. **Weed Science**, Champaign, v. 29, p. 632-635, 1981.



- 11 HURST, H.R. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to simulated drift from selected herbicides. **Weed Science**, Champaign, v. 30, n. 3, p. 311-315, 1982.
- 12 JEFFERY, L.S., ENGLISH, J.R., CONNEL, J. The effects of fall application of Glyphosate on corn (*Zea mays*), soybeans (*Glycine max*), and johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, Champaign, v. 29, n. 2, p. 190-195, 1981.
- 13 MESA-GARCIA, J., HARO, A. de, GARCÍA-TORRES, L. Phytotoxicity and yield response of broad bean (*Vicia faba*) to Glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v. 32, n. 4, p. 445-450, 1984.
- 14 PAYNE, N.J. Off-target Glyphosate from aerial silvicultural applications and buffer zones required around sensitive areas. **Pesticide Science**, v. 34, n. 1, p. 1-8, 1992.
- 15 PAYNE, N.J. Spray dispersal from from aerial silvicultural Glyphosate applications. **Crop Protection**, v. 12, n. 6, p. 463-469, 1993.
- 16 PEREIRA, W., CRABTREE, G. Absorption, translocation, and toxicity of Glyphosate and Oxyfluorfen in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). **Weed Science**, Champaign, v. 34, p. 923-929, 1986.
- 17 RATANAYAKE, S., SHAW, D.R. Effects of harvest-aid herbicides on soybean (*Glycine max*) seed yield and quality. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, p. 339-344, 1992.
- 18 RILEY, C.M., WIESNER, C.J., SEXSMITH, W.A. Estimation off-target spray deposition on the ground following the aerial application of Glyphosate for conifer release in New Brunswick. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 26, n. 2, p. 185-208, 1991.
- 19 RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicidas**. 3.ed. Londrina : [s.n.], 1995. 675 p.
- 20 SCHULTER, K., ABER, M. Chemical control of *Orobanche crenata* in commercial culture of broad beans in Morocco. **Z. Pflanzenkr, Pflanzenschutz**, v. 87, p. 433-438, 1980.

- 21 SNIPES, C.E., STREET, J.E., MUELLER, T.C. Cotton (*Gossypium hirsutum*) injury from simulated quinclorac drift. **Weed Science**, Champaign, v. 40, n. 1, p. 106-109, 1992.
- 22 WALL, D.A. Potato (*Solanum tuberosum*) response to simulated drift of dicamba, clopyralid, and tribenuron. **Weed Science**, Champaign, v. 42, p. 110-114, 1994.
- 23 WELLS, B.W., APPLEBY, A.P. Lactofen increases Glyphosate-stimulated shikimate production in little mallow (*Malva parviflora*). **Weed Science**, Champaign, v. 40, p. 171-173, 1992.