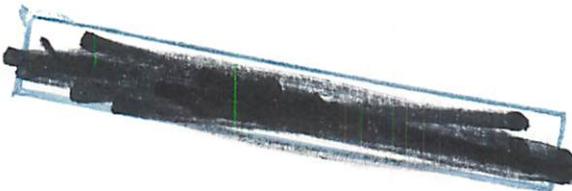




JOHANN AMARAL LUNKES

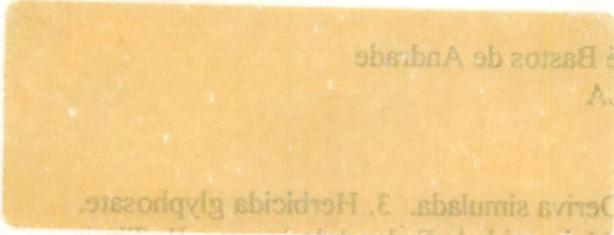


**EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE E OXYFLUORFEN SIMULANDO
DERIVA SOBRE A CULTURA DO FEIJOEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Doutorado
em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia,
para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE



**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1996**

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA**

Lunkes, Johann Amaral

Efeito de subdoses de glyphosate e oxyfluorfen simulando deriva sobre a cultura do feijoeiro / Johann Amaral Lunkes. - Lavras: UFLA, 1996.

138 p. : il.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade

Tese (Doutorado) - UFLA

Bibliografia

1. Feijão - Herbicida. 2. Deriva simulada. 3. Herbicida glyphosate.
4. Herbicida oxyfluorfen. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 635.652954

JOHANN AMARAL LUNKES

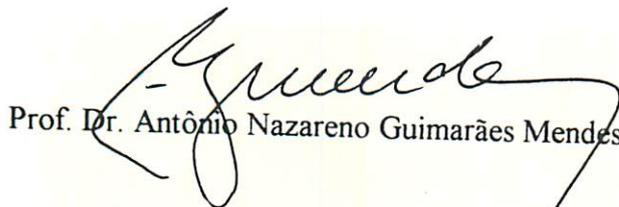
**EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE E OXYFLUORFEN SIMULANDO
DERIVA SOBRE A CULTURA DO FEIJOEIRO**

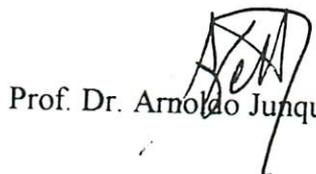
Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Doutorado
em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia,
para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 08 de abril de 1996.


Dr. João Baptista da Silva
Co-orientador


Dr. Maurício Antônio Lopes


Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes


Prof. Dr. Arnaldo Junqueira Netto


Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade
Orientador

À minha esposa, Renata

À minha filha, Bárbara

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos:

À Universidade Federal de Lavras;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Agricultura - DAG/UFLA;

Ao Prof. Messias José Bastos de Andrade pela orientação, amizade e exemplo a ser seguido;

Ao Dr. João Baptista da Silva pela amizade, apoio, incentivo e ensinamentos transmitidos;

Ao Pesquisador Décio Karam pela boa vontade em colaborar e ensinamentos transmitidos;

Ao Pesquisador Maurício Antônio Lopes pelas valiosas colaborações na execução deste trabalho e conhecimentos recebidos;

À equipe da Casa Verde/CNPMS: José Rubens, Nozinho, Zezé, Sr. Juca, Geraldo e Geraldinho, pela valiosa colaboração e dedicação;

Aos funcionários e amigos Laboratório de Biologia Molecular do Núcleo de Biologia Aplicada do CNPMS pela ajuda e atenção dispensadas;

Aos Professores Daniel Furtado Ferreira, Eduardo Bearzotti e Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pela valiosa contribuição nos procedimentos estatísticos deste trabalho;

Aos colegas do curso de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia;

À sua esposa e filha, pelo carinho, compreensão e abnegação, durante a execução deste curso;

Ao bibliotecário Antônio Máximo de Carvalho pela revisão bibliográfica deste trabalho;

A todas aquelas pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvii
1 INTRODUÇÃO	001
2 REVISÃO DE LITERATURA	003
2.1 Controle químico de plantas daninhas	003
2.2 Deriva	005
2.2.1 Estudos de deriva simulada	008
2.2.2 Deriva simulada X estádios de crescimento	009
2.3 O herbicida glyphosate	015
2.3.1 Características gerais	015
2.3.2 Indicações de uso	016
2.3.3 Comportamento na planta	017
2.4 O herbicida oxyfluorfen	020
2.4.1 Características gerais	020
2.4.2 Indicações de uso	020
2.4.3 Comportamento na planta	021
2.5 Técnicas para detecção dos efeitos da deriva de herbicidas	023
3 MATERIAL E MÉTODOS	026
3.1 Ensaio de campo	026
3.1.1 Caracterização do ambiente	026
3.1.2 Cultivar, espaçamento e densidade de semeadura	029
3.1.3 Delineamento experimental, tratamentos e detalhes das parcelas	029
3.1.3.1 Ensaio da seca	029
3.1.3.2 Ensaio de outono/inverno	030
3.1.4 Condução dos ensaios de campo	031
3.1.4.1 Ensaio da seca	031
3.1.4.2 Ensaio de outono/inverno	032
3.1.5 Características avaliadas	032

3.1.5.1 Ensaio da seca	032
3.1.5.2 Ensaio de outono/inverno	033
3.2 Ensaio em casa de vegetação	034
3.3 Ensaio de laboratório	035
3.3.1 Extração de proteínas e avaliação da constituição proteica de folhas do feijoeiro expostas ao glyphosate através de técnica eletroforética	036
3.3.1.1 Extração de proteína total	036
3.3.1.2 Extração de proteína solúvel em água	037
3.3.1.3 Extração de proteína solúvel em água com uso de acetona	038
3.3.2 Características do gel utilizado e da corrida eletroforética	038
3.3.3 Técnica colorimétrica	039
3.4 Procedimentos estatísticos	040
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	041
4.1 Sintomas de fitotoxicidade observados no campo	041
4.2 Ensaio da época da seca	041
4.2.1 Rendimento de grãos	048
4.2.2 Número de vagens por planta	053
4.2.3 Número de sementes por vagem	058
4.2.4 Estande final	063
4.2.5 Índice de colheita	067
4.3 Ensaio de outono/inverno	072
4.3.1 Rendimento de grãos	074
4.3.2 Número de vagens por planta	080
4.3.3 Número de sementes por vagem	084
4.3.4 Peso médio de cem grãos	090
4.3.5 Estande final	094
4.3.6 Índice de colheita	099
4.4 Ensaio de casa-de-vegetação	103
4.5 Ensaio de laboratório	114
5 CONCLUSÕES	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
APÊNDICE	127

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resumo das fases e etapas do ciclo cultural do feijoeiro	014
2	Análise química de amostras dos solos (profundidade de 0 a 20 cm) da área experimental. Sete Lagoas-MG, 1996	029
3	Escala EWRC de notas para avaliação visual de fitotoxicidade de herbicidas sobre as culturas, utilizada no ensaio de casa de vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996	035
4	Descrição dos sintomas de fitotoxicidade observados em plantas de feijão (cultivar Carioca), após a aplicação de glyphosate, oxyfluorfen e mistura, UFLA, Lavras-MG, 1996	042
5	Resumo da análise de variância (desdobramento de Épocas dentro da interação Dose x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estande final no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996	046
6	Resumo da análise de variância (desdobramento de Doses dentro da interação (Época x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estande final no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996	047
7	Resumo da análise de variância (desdobramento de Época dentro da interação Dose x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estande final no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996	073
8	Resumo da análise de variância (desdobramento de Doses dentro da interação Época x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estande final no segundo experimento. Outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996	075

- 9 **Resumo da análise de variância (desdobramento de Cultivares dentro interação Herbicida x Dose) dos dados relativos à avaliação visual (Escala E.W.R.C.) aos quinze e trinta dias após a aplicação, no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996 103**
- 10 **Resumo da análise de variância do (desdobramento de Doses dentro da interação Cultivar x Herbicida) dos dados relativos à avaliação visual (Escala E.W.R.C.) aos quinze e trinta dias após a aplicação, no ensaio de casa vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996 104**
- 11 **Resumo da análise de variância dos dados de valor relativo de leitura colorimétrica, no ensaio de laboratório. UFLA, Lavras-MG, 1996 114**

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Acumulação de matéria seca pelo feijoeiro	013
2	Variação diária da umidade relativa do ar (%), da temperatura média (°C) e da precipitação pluvial (mm) durante a condução do primeiro ensaio de campo (03/03 a 06/06/95). Sete Lagoas-MG, 1995. Dados coletados na estação climatológica principal do CNPMS/EMBRAPA	027
3	Variação diária da umidade relativa do ar (%), da temperatura média (°C) e da precipitação pluvial (mm) durante a condução do segundo ensaio de campo (05/05 a 18/08/95). Sete Lagoas-MG, 1995. Dados coletados na estação climatológica principal do CNPMS/EMBRAPA	028
4	Sintomas de fitotoxicidade na Testemunha (A), Glyphosate (B), Oxyfluorfen (C) aos dois dias após a aplicação no estádio V ₃ e Testemunha (D), Glyphosate (E), Oxyfluorfen (F) aos sete dias após a aplicação no mesmo estádio. UFLA, Lavras - MG, 1996	044
5	Sintomas de fitotoxicidade na Testemunha (A); Glyphosate 1% (B), Glyphosate 16% (C) aos quinze dias após a aplicação no estádio V ₃ ; Glyphosate 8% (D) aos quinze dias após a aplicação no estádio R ₅ ; Oxyfluorfen 4% (E) e Mistura 8% (F). aos dois dias após a aplicação no estádio R ₈ . UFLA, Lavras - MG, 1996	045
6	Valores médios do rendimento de grãos da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade)	049
7	Equações de regressão entre rendimento de grãos da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996	051

- 8 Valores médios do número de vagens/planta da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 054
- 9 Equações de regressão entre nº de vagens/planta da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 056
- 10 Valores médios do número de sementes/vagem da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 059
- 11 Equações de regressão entre nº de vagens/planta da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 061
- 12 Valores médios de estande final da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 064
- 13 Equações de regressão entre estande final da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 066
- 14 Valores médios do índice de colheita da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 068
- 15 Equações de regressão entre índice de colheita da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 071

- 16 Valores médios do rendimento de grãos da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 077
- 17 Equações de regressão entre rendimento da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 079
- 18 Valores médios de número de vagens/planta da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 081
- 19 Equações de regressão entre número de vagens/planta da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 083
- 20 Valores médios de número de sementes/vagem da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 085
- 21 Equações de regressão entre sementes/vagem da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 087
- 22 Valores médios do peso médio de cem grãos da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 091
- 23 Equações de regressão entre peso médio de cem grãos da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 093
- 24 Valores médios de estande final da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 095

- 25 Equações de regressão entre estande final da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 097
- 26 Valores médios do índice de colheita da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade)..... 100
- 27 Equações de regressão entre índice de colheita da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996 102
- 28 Valores médios de notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas a diferentes cultivares expostas a doses crescentes de glyphosate aos quinze (A) e trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada cultivar, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 106
- 29 Sintomas observados aos 30 dias após a aplicação de glyphosate 2% (A), da esquerda para a direita 'Carioca', 'Carioca Mg' e 'Ouro Negro'; sintomas observados aos 15 dias após a aplicação de oxyfluorfen 16% (B), da esquerda para a direita 'Carioca', 'Carioca Mg' e 'Ouro Negro'. UFLA, Lavras - MG, 1996 107
- 30 Valores médios de notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas a diferentes cultivares expostas a doses crescentes de oxyfluorfen aos quinze (A) e trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada cultivar, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade) 109
- 31 Notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas para diferentes cultivares de feijão, em função de doses crescentes de glyphosate aos quinze (A) e aos trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação/. UFLA, Lavras-MG, 1996 110
- 32 Notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas para diferentes cultivares de feijão, em função de doses crescentes de oxyflorfen aos quinze (A) e aos trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação/. UFLA, Lavras-MG, 1996 112

- 33 Valores relativos médios de leitura colorimétrica à partir de folhas de feijão cv. Carioca, coletadas 48 horas após a aplicação de glyphosate em diferentes estádios de desenvolvimento. UFLA, Lavras-MG, 1996.(Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 5%) 115
- 34 Equações de regressão entre valores relativos de leitura colorimétrica obtidas à partir de folhas de feijão cv. Carioca e doses de glyphosate aplicadas no V₃ e R₅, 48 horas após a aplicação. UFLA, Lavras-MG, 1996 116
- 35 Bandas protéicas (proteína total) obtidas através de eletroforese, à partir de folhas de feijoeiro coletadas 48 horas após a aplicação de glyphosate. Da esquerda para direita: Testemunha R₅ (5µl, 10µl, 15µl e 20µl) e 16% R₅ (5µl, 10µl, 15µl e 20µl). UFLA, Lavras- MG, 1996 118
- 36 Bandas protéicas: (A) proteína solúvel em água/extração sem acetona e (B) proteína solúvel em água/extração com acetona, obtidas através de eletroforese, à partir de folhas de feijoeiro coletadas 48 horas após a aplicação de glyphosate. Da esquerda para direita: Testemunha V₃ (10µl e 15µl), V₃ 16% (10µl e 15µl), Testemunha R₅ (10µl e 15µl), R₅ 16% (10µl e 15µl) , UFLA , Lavras- MG, 1996 118

RESUMO

LUNKES, Johann Amaral. Efeito de subdoses de glyphosate e oxyfluorfen simulando deriva sobre a cultura do feijoeiro. Lavras: UFLA, 1996. 110 p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia)*

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos e quantificar os prejuízos causados por subdoses de glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do feijão, correlacionando-os com as doses aplicadas, bem como avaliar, através de técnicas rápidas, alterações bioquímicas ocorridas em folhas de feijão expostas ao glyphosate.

Foram conduzidos dois ensaios de campo (seca 1995 e outono-inverno de 1995), um ensaio em casa-de-vegetação e um ensaio em laboratório, conduzidos no CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG, utilizando-se a cultivar Carioca. No primeiro ensaio foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e esquema fatorial 3 x 5 x 3, envolvendo três herbicidas (glyphosate, oxyfluorfen e sua mistura) e cinco subdoses (0%, 4%, 8%, 16% e 32% da dose recomendada para a cultura do eucalipto) aplicadas em três estádios de desenvolvimento da cultura do feijão (V₃, R₅ e R₈). No segundo ensaio o delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições e esquema fatorial 2 x 7 x 3, envolvendo dois herbicidas (glyphosate e oxyfluorfen) e sete subdoses (0%, 1%, 2%, 4%, 8%, 12% e 16%)

* Orientador: Messias José Bastos de Andrade. Membros da banca: João Baptista da Silva, Maurício Antônio Lopes, Arnaldo Junqueira Netto e Antônio Nazareno Guimarães Mendes

aplicadas nas etapas V₃, R₅ e R₇. Nestes dois ensaios foram avaliadas as características agronômicas da cultura.

No ensaio em casa-de-vegetação o delineamento foi em blocos casualizados e esquema fatorial 3 x 2 x 6 com cinco repetições, envolvendo três cultivares (Carioca, Carioca MG e Ouro Negro) semeadas em vaso, dois herbicidas (glyphosate e oxyfluorfen) e seis subdoses (0%, 2%, 4%, 8%, 12% e 16%) aplicadas no estágio V₄. Neste ensaio avaliou-se visualmente fitotoxicidade dos produtos sobre a cultura aos 15 e 30 dias após a aplicação, adotando-se escala de notas do E.W.R.C..

Para obtenção das amostras a serem usadas nos testes laboratoriais, implantou-se em casa-de-vegetação um ensaio em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 com três repetições, envolvendo quatro subdoses de glyphosate (0%, 4%, 8% e 16%) aplicadas em V₃ e R₅ sobre plantas da cultivar Carioca. As amostras foram coletadas em 6, 24 e 48 horas após a aplicação, extraído-se a proteína total e proteína solúvel em água, para avaliação através de corrida eletroforética e também aminoácidos livres totais, para análise colorimétrica.

Em todos os ensaios foram empregados os produtos comerciais Glifosato Nortox (360 g de glyphosate/litro) e Goal BR (480 g de oxyfluorfen/litro), sem a adição de surfactantes.

Os resultados possibilitaram concluir que: a) de uma maneira geral, em todas as situações em que houve prejuízo da deriva, o efeito foi diretamente proporcional ao aumento da dose dos produtos ou de sua mistura; b) a mistura mostrou-se mais fitotóxica ao feijão, em relação aos herbicidas isolados; c) o feijão foi mais sensível à deriva simulada dos produtos estágio inicial de desenvolvimento, ocorrendo drástica redução do estande e rendimento; d) a deriva simulada de oxyfluorfen no pré-florescimento (R₅) e no enchimento de vagens (R₈) não ocasionaram decréscimo do rendimento, mas de glyphosate e da mistura chegaram a reduzir a produção em

100% em função de queda acentuada no número de vagens/planta; e) R₇ mostrou-se mais sensível que R₈ à deriva dos produtos; f) no caso de deriva menos intensa a cultivar Ouro Negro foi menos tolerante ao oxyfluorfen e a 'Carioca' ao glyphosate; g) à partir da dose 8% a fitotoxicidade foi semelhante para todas as cultivares; h) subdoses de glyphosate provocaram redução no teor de aminoácidos livres totais das folhas do feijoeiro, 48 horas após a aplicação, sendo esta redução mais acentuada no pré-florescimento, mas não causaram alterações marcantes na constituição proteica das folhas do feijoeiro.

SUMMARY

EFFECTS OF GLYPHOSATE AND OXYFLUORFEN SUBSTRATES SIMULATING DRIFT ON THE BEAN CROPS

The present work aimed to study the effects and quantify the losses induced by glyphosate and oxyfluorfen sublethal rates simulating spray drift at different growth stages of bean plant crops, correlating with the applied rates, as well evaluate, by fast tests biochemical alterations on bean leaves exposed to glyphosate.

Two field experiments (Fall 1995 and Fall-winter 1995), one greenhouse experiment and a laboratory experiment were performed at CNPMS/EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. In the first experiment, the experimental design was randomized blocks with four replications and treatment design 3 by 5 by 3 factorial, encompassing three herbicides (glyphosate, oxyfluorfen and their mix) and five substrates (0%, 4%, 8%, 16% e 32% of the recommendet rate to eucalyptus crops) applied on three growth stages of bean crop (V_3 , R_5 and R_8). In the second experiment the experimental design utilized was randomized blocks, with four replication and treatment design 2 by 7 by 3 factorial, encompassing two herbicides (glyphosate and oxyfluorfen) and seven substrates (0%, 1%, 2%, 4%, 8% and 16%) applied on three growth stages (V_3 , R_5 and R_7). On these two

In the greenhouse, the experimental design utilized was randomized blocks with five replications and treatment design 3 by 2 by 6 factorial, encompassing three cultivars (Carioca, Carioca MG and Ouro Negro) seeded in pots, two herbicides (glyphosate and oxyfluorfen) and six substrates (0%, 2%, 4%, 8%, 12% and 16%) applied at V₄ growth stage. The phytotoxicity of the products was evaluated at 15 and 30 days after application by visual scale of E.W.R.C.

To obtain leaf samples to be used in the laboratories tests, it was performed a greenhouse experiment, in a randomized blocks design, with three replications, in a factorial scheme 4 by 2, encompassing four substrates of glyphosate (0%, 4%, 8% and 16%) applied upon plants of the cultivar Carioca, at V₃ and R₅ growth stages. The leaf samples were harvested at 6, 24 and 48 hours after application and the total protein and water soluble protein were extracted to be evaluated by electrophoretic analysis. The pool of aminoacids was also extracted, to be used in the colorimetric analysis.

On all experiments were used the commercial products Glifosato Nortox (360g of glyphosate/l) and Goal BR (480g of oxyfluorfen/l), without surfactants.

The results showed that: a) everytime the drift damaged the crop, the effect was proportional to rate increases; b) the mix was more phytotoxic than the isolated herbicides; c) bean plants were more sensitive to drift at initial growth stages, occuring drastic reduction of stand and yield; d) oxyfluorfen drift at R₅ and R₈ growth stage did not reduce the yield, but the glyphosate and mix drift at the same stage reduced the yield in 100% due to severe fall on the number of pods per plant; e) the Ouro Negro cultivar was the less tolerant to oxyfluorfen and the 'Carioca' cultivar was less tolerante to glyphosate; f) above 8% the glyphosate phytotoxicit was the same to all cultivars; g) glyphosate substrates reduced the pool of aminoacids on bean leaves, at 48 hours after application, without causing distinct alteration on the proteic contituiton of bean leaves.

1 INTRODUÇÃO:

O controle de plantas daninhas através do uso de herbicidas constitui atualmente um método amplamente utilizado para as mais diversas culturas, porém a sua eficiência e segurança dependem de uma série de fatores ligados à aplicação, ao produto utilizado e às condições climáticas no momento da aplicação.

Entre as complicações que podem ocorrer em decorrência do seu uso, a deriva é um sério problema em muitas áreas, especialmente quando a aplicação é realizada sob condição de vento ou outras condições de ambiente que favoreçam a sua volatilização e posterior redeposição dos herbicidas utilizados (Wall, 1994).

No caso de extensas áreas cultivadas com espécies florestais, onde a mistura dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen é freqüentemente utilizada, o problema da deriva se agrava, devido ao fato desta mistura possuir um amplo espectro de controle, sendo tóxica para a maioria das plantas cultivadas e também porque as aplicações são normalmente realizadas por aviação agrícola, podendo, desta forma, afetar diretamente outras culturas sensíveis implantadas em áreas adjacentes.

A cultura do feijão, pela sua considerável sensibilidade a herbicidas e pela sua presença na grande maioria das propriedades agrícolas brasileiras, pode ser uma das mais afetadas, juntamente com o milho, demandando em alguns casos, laudos técnicos e até mesmo processos judiciais. Por outro lado, poucas são as informações que possibilitam quantificar os prejuízos decorrentes da deriva de herbicidas tóxicos àquela leguminosa. O presente trabalho teve como objetivos:

a) avaliar os efeitos e quantificar os prejuízos causados por subdoses de glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva, em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do feijão, correlacionando-as com as doses aplicadas;

b) avaliar, através de técnicas rápidas, algumas alterações bioquímicas tais como os teores de aminoácidos e a constituição proteica de folhas expostas ao glyphosate, correlacionando-as com as doses aplicadas ;

2 REVISÃO DE LITERATURA:

2.1 Controle químico de plantas daninhas:

Nas últimas décadas, a ciência do controle de plantas daninhas através de produtos químicos tem-se desenvolvido bastante, resultando em aumento sensível nas áreas tratadas com herbicidas (EPAMIG, 1982).

Para Silva (1982), o crescimento acentuado no consumo de herbicidas é fruto da crescente escassez de mão-de-obra nas áreas de produção agrícola e também da progressiva tecnificação dos sistemas de produção agrícola. Quando bem utilizado, o controle químico de plantas daninhas é bastante eficaz, e em regiões de pequena oferta de mão-de-obra, é a única opção para o controle de plantas daninhas em lavouras de grandes extensões (EPAMIG, 1982), embora na opinião de Rodrigues e Almeida (1995), os herbicidas devam ser considerados como uma ferramenta a mais à disposição do agricultor para o controle de plantas daninhas, devendo ser utilizado de maneira integrada com os métodos tradicionais.

Outras razões pelas quais os herbicidas vem sendo cada dia mais utilizados e difundidos, são o rápido resultado e eficiência de controle, além do efeito mais prolongado. Permitem ainda o controle das plantas daninhas em pré ou pós-emergência, com menor possibilidade de reinfestação e conseqüente redução do número de cultivos (Deuber, 1992), possibilitando uma melhor distribuição da mão-de-obra dentro da empresa agrícola. Além disso, de acordo com ABEAS (1983), este método pode ser utilizado na época chuvosa, quando o controle mecânico e/ou manual é de difícil realização e ineficiente.

É preciso considerar ainda que no caso de extensas áreas cultivadas, como por exemplo nas empresas florestais, não só a crescente escassez de mão-de-obra rural, mas também a necessidade imperativa de se atingir elevados índices de produtividade, dentro de padrões econômicos aceitáveis, tem aumentado substancialmente os custos de produção, conduzindo as empresas ao uso de capina química (Ribeiro, 1989). O mesmo autor afirma que, em situações de preparo de área, em operações de plantio e em manutenção, tem sido utilizados herbicidas de ação pré-emergente à base de oxyfluorfen, herbicidas de ação pós-emergente à base de glyphosate, ou ainda, a combinação dos dois, visando melhores resultados.

Segundo Henriques (1989) a aplicação de oxyfluorfen em pré-emergência no segundo cultivo em povoamentos florestais pode reduzir o emprego de mão-de-obra em 22%, em se tratando de aplicações com pulverizador costal, ou em 50%, no caso de aplicações tratorizadas ou com helicóptero, em relação ao primeiro cultivo, realizado manualmente.

O uso de herbicidas exige um conhecimento mais profundo das plantas daninhas a serem controladas, além do conhecimento sobre as plantas cultivadas, pois eles devem agir no controle das plantas daninhas, ficando implícito que não devem exercer agressão às plantas cultivadas em função de sua seletividade (Deuber, 1992).

De acordo com Guimarães (1989), se por um lado o uso de herbicidas permite ao agricultor ter em mãos uma ferramenta quase que indispensável em suas lavouras, por outro lado, existe o risco de ocorrência de danos a organismos não alvos e à saúde humana. Ao realizar a escolha de um determinado herbicida deve-se avaliar os riscos e benefícios do uso do produto, considerando-se a forma de uso e a importância econômica, tanto quanto a presença de culturas vizinhas suscetíveis (Auch e Arnold, 1978), o que assume grande importância, devido ao risco de ocorrência de deriva (Gelmini, 1988).

A deriva acidental ou a volatilização de herbicidas resultando em danos a plantas "não-alvo", segundo Hemphill e Montgomery (1981) são reconhecidas como um sério problema em muitas áreas. Behrens e Lueschen (1979), citados por Chernicky e Slife (1986), afirmam que já no

ano de 1974 mais de 250.000 ha de milho em Minnessota receberam aplicação pós-emergente de dicamba, o que resultou em 68 casos de injúria em campos de soja adjacentes.

Depreende-se, assim, que o herbicida deve atingir de modo efetivo a planta daninha a ser controlada, uma vez que a ocorrência de deriva, além de reduzir a eficiência da aplicação (Gelmi, 1988), coloca em risco culturas vizinhas suscetíveis.

2.2 Deriva:

O objetivo da aplicação de um herbicida é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo desejado, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, sem afetar o meio ambiente (Durigan, 1989).

Além dos danos que a deriva pode causar em culturas adjacentes, à distâncias consideráveis, dependendo da sua susceptibilidade aos herbicidas (Bode, 1984), a deriva de herbicidas assume atualmente maior importância, devido à conscientização da população em relação à qualidade da água, dos alimentos e outras questões ambientais. Vários trabalhos tem sido conduzidos para melhorar a eficiência da aplicação, porém nenhuma das técnicas disponíveis consegue “confinar” completamente os pesticidas aplicados nas “áreas alvo” (Bode, 1984). Segundo Hatterman-Valenti, Owen e Christians (1995), o uso de bicos “anti-deriva” pode reduzir a deriva pela metade sem, no entanto, evitá-la.

O ar é o primeiro meio a ser atravessado pelas gotas produzidas pelo equipamento de aplicação dos defensivos agrícolas, antes que elas atinjam o alvo a que se destinam. Entre as fontes de contaminação da atmosfera com defensivos agrícolas, a pulverização assume posição de destaque, pois as gotas que perdem peso ou se extinguem no percurso para o alvo deixam o ingrediente ativo solto no ar, como partícula flutuante que é captada pela corrente aérea e arrastada à regiões distantes, onde, posteriormente vem se depositar (Durigan, 1989).

Segundo Yates, Akesson e Bayer (1978) gotas pequenas podem ser transportadas em condições viáveis de vento e luminosidade, particularmente em condições de inversão térmica,

atingindo assim, áreas agrícolas adjacentes, sendo possível verificar-se sintomas de injúrias causados por deriva de herbicidas à quilômetros de distância do local de aplicação.

Bode (1984) afirma que a deriva de herbicidas é complexa, envolvendo a interação de vários fatores tais como os bicos utilizados, características do líquido pulverizado, condições climáticas e deposição de gotas, entre outras. Isto faz com que seja difícil prever o grau de deriva que ocorre. Além disso, Russo (1990) afirma que a deriva pode ser um evento único ou múltiplo, quando as plantas são atingidas várias vezes pelos produtos, em parte devido às correntes circulatórias de ar.

No caso de aplicação com equipamento terrestre, Hatterman-Valenti, Owen e Christians (1995) afirmam que cerca de 1 a 8% do volume de líquido aplicado se deposita fora da faixa de aplicação. Por outro lado, de acordo com Schweizer (1978), à medida que se aumenta a distância em relação à faixa de aplicação, decrescem os danos ocasionados pela deriva, bem como sua concentração.

Avaliando a deriva de 2,4 D, Grover, Maybank e Yoshida (1972) observaram que 3 a 4 % do produto aplicado chegam a atingir áreas "não alvo" através do transporte de gotas pelo vento, enquanto 21 a 25% são desviados pela volatilização, uma vez que este produto é altamente volátil.

Segundo Bode (1984), resultados de 80 ensaios demonstram que em pulverizações de herbicidas com equipamentos terrestres, em condições de ventos com velocidade de $4,4 \text{ m s}^{-1}$, a deposição de produtos devido à deriva situou-se em torno de 9,2%, sendo que, com razoável cuidado na aplicação, a deriva pode ser reduzida a 5% da dose aplicada; utilizando alta tecnologia, foi possível obter deriva inferior a 2%. O mesmo autor afirma que, de uma forma generalizada, a deriva situa-se em torno de 3 a 5% do produto aplicado, com aproximadamente metade da deriva ocorrida se depositando nos primeiros 15 metros, decaindo rapidamente à medida que se aumenta a distância em relação à faixa de aplicação.

Lyon e Wilson (1986) citam ainda que o aumento do uso de controle pós-emergente de plantas daninhas tem aumentado o risco de ocorrência de deriva por arrastamento de gotas e por volatilização, o que pode ocasionar severos danos em culturas "não-alvo".

Para Dexter (1979), citado por Schroeder, Cole e Dexter (1983), a detecção da ocorrência de deriva na aplicação de herbicidas tem grande importância pois, enquanto as perdas econômicas ocasionadas por este fato não forem facilmente identificadas, alguns agricultores que cultivam plantas suscetíveis em áreas adjacentes à de aplicação podem ter substanciais reduções na produção, sem no entanto, identificar a verdadeira causa. Em casos de incidentes de deriva, Auch e Arnold (1978) afirmam que é difícil determinar o efeito sobre a produção porque além da possível dificuldade na identificação do "agente causal" (herbicida) existem diferenças de tolerância entre diferentes estádios de desenvolvimento da planta, bem como, entre diferentes espécies e/ou variedades. Existe também a possibilidade de que os sintomas imediatos sejam mínimos e somente manifestem-se à longo prazo, o que pode dificultar a correlação entre as injúrias e a deriva, como ocorre com o glyphosate (Lange e Schlesselman, 1975 citados por Stasiak et al. 1991).

Conforme já mencionado, em cultivo de espécies florestais o risco de deriva para plantas cultivadas nas adjacências torna-se ainda maior, uma vez que grande parte destas aplicações de herbicidas são realizadas por meio de aeronaves (Durigan, 1989) e estão sujeitas ao problema de deriva das gotas pulverizadas (Almeida, 1989; Durigan, 1989). Segundo Yates (1973), citado por Schweizer (1978), as pulverizações com equipamentos aéreos produzem faixas de aplicação com larguras pouco precisas e podem produzir maior deriva porque o volume de aplicação é menor e porque a altura de aplicação em relação ao alvo é muito maior.

Avaliando a deriva de glyphosate com equipamento terrestre, avião e helicóptero, Yates, Akesson e Bayer (1978), ao aplicarem 4,2 kg de i.a./ha, observaram, a 100 m do local de aplicação, menor taxa de deriva, para o equipamento terrestre (0,01 g de i.a./ha). Para o helicóptero a taxa foi 3 vezes superior (chegando a atingir 5 g/ha) e para o avião, situou-se entre 0,2 e 1,0 g/ha. É importante salientar que, segundo o autor, estas avaliações foram realizadas em

condições ideais de aplicação, o que indica que a taxa de deriva pode ser superior a estes valores, que devem ser considerados como mínimos.

2.2.1 Estudos de deriva simulada:

Segundo Hemphill e Montgomery (1981), os efeitos de doses letais de herbicidas sobre as folhas das plantas são conhecidos. Já os efeitos da exposição a doses não letais, o que pode ocorrer em função da deriva, são pouco conhecidos.

Para Bailey e Kapusta (1993), 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”, principalmente em culturas nas quais as aplicações são realizadas através de equipamento aéreo. De acordo com Schroeder, Cole e Dexter (1983), girassol, trevo de cheiro, algodão, fruteiras e ornamentais já tiveram seu comportamento avaliado sob deriva simulada através da aplicação de subdoses do herbicida 2,4 D. Talbert et al. (1994), por sua vez, trabalharam com deriva simulada de quinclorac e observaram severas injúrias em algodão, cucurbitáceas e feijão.

Quanto à determinação dos tratamentos a serem utilizados em estudos de deriva simulada, há uma grande variação nas subdoses adotadas pelos autores para os mais diversos herbicidas e culturas. As doses de deriva simulada de imazamethabenz, imazethapyr e imazapyr utilizadas sobre a cultura da batata no estudo realizado por Eberlein e Guttieri (1994), foram de 2%, 10% e 50% da dose normal. Para os autores, 50% da dose representou uma situação de deriva severa, enquanto 2% e 10% representaram taxas de deriva normalmente esperadas com a aplicação de herbicidas através de equipamentos terrestres.

Trabalhando com deriva simulada de 2,4 D e dicamba em feijão, Lyon e Wilson (1986) aplicaram 200 l de solução/ha contendo 0,1%, 1% e 10% da dose máxima recomendada de 2,4 D e 0,2%, 2% e 20% da dose máxima de dicamba recomendada para milho e trigo, por serem estas culturas as normalmente plantadas em áreas adjacentes ao plantio de feijão.

Para a cultura do tomateiro em condições de campo, Russo (1990) observou redução de produção total e de produção comercializável quando utilizou 3,4 kg/ha de Roundup (glyphosate), através de uma solução com concentração de 4,5% (v/v) aplicada a 64 m de distância em direção contrária a um vento de 1,9 a 3,0 km/h. Com o objetivo de mensurar em casa-de-vegetação o volume de solução que atingiu as plantas no campo, através de sua correlação com as alterações na coloração das folhas, detectadas através de colorímetro, o mesmo autor pulverizou, 0,075; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 ou 1,0 ml da solução contendo 4,5% de Roundup sobre as plantas e concluiu que menos de 0,1 ml de solução havia atingido cada planta no campo.

O grau de injúria e os sintomas observados são afetados por vários fatores, além do próprio modo de ação do herbicida, incluindo-se aí o clima, a espécie, o estágio de desenvolvimento da planta e a dose do herbicida (Al-khatib, Parker e Fuerst, 1992a). Para Jordan e Romanowski (1974), a dose na qual um herbicida é metabolizado (sem danos) por uma planta, vai depender basicamente do produto utilizado e da habilidade da planta em metabolizá-lo.

Quanto ao efeito do clima, McWhorter e Azlin (1978), trabalhando com 0,4 e 0,7 kg de glyphosate/ha em soja, sob diferentes condições climáticas simuladas, observaram que sob alta umidade relativa do ar e períodos frios atípicos (no verão), o produto ocasionou severos danos à soja, independentemente da dose utilizada.

2.2.2 Deriva simulada x estádios de crescimento:

Avaliando efeito de deriva simulada de 2,4 D em plantas de beterraba de diferentes estádios de crescimento, Schweizer (1978) aplicou de 2 a 8,5% da dose normalmente recomendada para a cultura do milho e verificou, por ocasião da colheita, maiores efeitos danosos do herbicida na maior dose aplicada em plantas mais velhas, com a tolerância decrescendo com a idade das plantas. O contrário foi observado por Jordan e Romanowski (1974), ao trabalhar com subdoses do mesmo produto na cultura do tomate.

Eberlein e Guttieri (1994) verificaram, na cultura da batata, algumas interações significativas entre o estágio de desenvolvimento das plantas no momento do tratamento e a injúria e produção. Da mesma forma, Holkevick (1950) e Byford e Price (1976), citados por Schroeder, Cole e Dexter (1983), relataram que a injúria e a redução de produção em beterraba se relacionaram com o estágio de desenvolvimento da planta no qual os produtos foram são aplicados.

Al-Khatib, Parker e Fuerst trabalhando com cerejeira (1992a) e videira (1992b), empregaram 1%, 3%, 10% e 33% da dose máxima de glyphosate normalmente utilizada nestas culturas e verificaram, que as duas doses menores não provocaram danos visíveis. Para as demais doses as injúrias surgiram lentamente, sendo que na videira as plantas mais novas foram mais sensíveis ao herbicida.

Já Wall (1994), avaliando a resposta da cultura da batata à deriva simulada de dicamba, clopyralid e tribenuron, aplicou 0%, 2%, 4%, 8%, e 16% das doses normalmente recomendadas de cada herbicida e verificou que as plantas apresentaram injúrias foliares que foram mais visíveis no início do ciclo, sendo superadas à medida que as plantas se desenvolveram. Resultados semelhantes foram observados por Richard Jr., Hurst e Wauchope et al. (1981) ao trabalhar com subdoses (25 a 50% da dose normal) de MSMA em arroz.

Ao aplicar vários herbicidas na cultura do algodão, em doses que variaram entre 0,5 e 150% da dose normalmente recomendada para outras culturas, Hurst (1982) verificou que o herbicida mais tóxico ao algodão, o propanil, a 2,2% da dose recomendada para o arroz, já reduziu significativamente o estande e a produção ao ser aplicado no estágio de folhas cotiledonares.

Trabalhando com subdoses (0, 3, 6, 12, 25 e 50%) de quinclorac em diversos estágios de desenvolvimento do algodão, Snipes, Street e Mueller et al. (1992) observaram maiores injúrias para as aplicações realizadas em estágios mais avançados, afirmando que, de uma forma geral, as doses de herbicidas de contato, como os difeniléteres, causam maiores danos ao algodoeiro jovem, enquanto no estágio reprodutivo, os herbicidas sistêmicos tem maior efeito sobre a produção.

Estudos realizados por Ali e Fletcher (1978) mostraram que subdoses de glyphosate inibiram o crescimento de plântulas de milho e reduziram drasticamente a altura de plantas, o peso fresco e o tamanho de folhas.

Com o objetivo de avaliar a resposta da cultura da soja a herbicidas de pós-emergência recomendados para a cultura do milho, nicosulfuron e primisulfuron, que são inibidores da síntese de aminoácidos como o glyphosate, Bailey e Kapusta (1993) adotaram doses correspondentes a 10, 20, 30, 40 e 50% da dose normalmente recomendada, aplicadas nos estágios V₃ e R₁ da soja em condições de campo. Verificaram que as plantas foram mais sensíveis no V₃, quando a necrose e a morte foram mais acentuadas, enquanto no estágio mais avançado apenas a clorose foi mais acentuada.

Weidenhamer, Triplett Jr. e Sobotoka (1989), ao trabalhar com deriva simulada de dicamba em soja, verificaram que a cultivar e o hábito de crescimento influenciaram na resposta da cultura ao produto, indo de encontro aos resultados observados por Wax et al. (1969), citados pelos mesmos autores, que já haviam afirmado que a resposta da soja à deriva de dicamba, em diferentes estágios de desenvolvimento, podem depender do hábito de crescimento determinado ou indeterminado.

Estudando o efeito de vários herbicidas, entre eles o glyphosate (560g/ha), aplicados em diversos estágios de desenvolvimento da soja, Ratnayake e Shaw (1992) 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) aplicadas aproximadamente 2,5 semanas antes da maturação da soja, Jeffery, English e Connel (1981), por sua vez, verificaram redução no peso médio de grãos, enquanto aplicações mais próximas da maturação foram menos danosas em função da senescência avançada.

Lyon e Wilson (1986) afirmam que, de uma forma geral, a injúria de 2,4 D e dicamba em soja aumenta proporcionalmente com o aumento da dose aplicada e com o avanço do estágio de desenvolvimento da planta. Os mesmos autores, trabalhando com deriva simulada dos referidos

produtos na cultura do feijoeiro, realizaram aplicações em pré-emergência, segunda folha trifoliolada, pré-floração e formação de vagens, verificando redução na produção apenas para as aplicações realizadas na pré-floração e formação de vagens. Sugerem ainda que os efeitos destes herbicidas se devem à alterações provocadas no processo de maturação do feijão.

Kasasian (1973) não observou efeitos sobre o crescimento e florescimento de feijão-fava (*Vicia faba*), quando aplicou 200 g de glyphosate/ha seis semanas após o plantio. Já Schulter e Aber (1980), trabalhando com a mesma cultura, observaram amarelecimento das folhas superiores após a aplicação de 60 g de glyphosate/ha, que, no entanto, não afetaram o florescimento e formação de vagens. Da mesma forma, Jacobson e Kellman (1980), apesar de registrarem sintomas visuais e redução do peso fresco de plantas, após duas aplicações de 150 g de glyphosate/ha, não verificaram redução no peso dos grãos.

Petzold (1962), citado por Mesa-Garcia, Haro e García-Torres (1984), relatou fitotoxicidade do produto em feijão-fava quando aplicou de 200 a 400 g de glyphosate/ha. Na mesma cultura, Zahran (1980), também citado pelo referidos autores, não observou injúrias após duas aplicações de 86 g de glyphosate/ha.

Quando aplicaram 600 g de glyphosate/ha na fase vegetativa (planta com 4 a 7 nós) do feijão fava, Mesa-Garcia, Haro e García-Torres (1984) verificaram 30% de morte de plantas, observando sintomas visuais sem ocorrência de morte para doses mais baixas (60 e 120 g/ha). De acordo com os autores, a cultura mostrou-se muito injuriada pelo herbicida nos estádios vegetativos iniciais, sendo muito menos suscetível á partir da formação de vagens. Os componentes do rendimento também foram afetados, com redução do número de vagens por planta, verificada à partir da dose 180 g/ha aplicada no estágio vegetativo. O número de sementes por vagem aumentou moderadamente à partir da dose 120 g/ha aplicada no estágio vegetativo, com tendência de redução à partir da dose 360 g/ha aplicada no florescimento e formação de vagens. Quanto ao rendimento de grãos, verificou-se que, em média, este foi reduzido em 2, 4, 9, 23 e 47% após aplicações de 60, 120, 240, 360 e 600 g de i.a./ha.

Com o objetivo de avaliar através de eletroforese os efeitos do glyphosate sobre a composição proteica de grãos de caupi (*Vigna unguiculata*), Cerdeira, Cole e Luthe (1985) aplicaram 1,12 kg de i.a./ha dos 5 até os 19 dias após o florescimento e coletaram o material aos 7 dias após a aplicação observando, principalmente para aplicações próximas ao florescimento, menor acumulação de proteínas, bem como redução no tamanho de vagens e peso fresco de grãos.

Ao realizar estudo em casa de vegetação, aplicando glyphosate (400mg/l de solução) na cultura do feijão aos 13 dias após emergência e avaliando sua fitotoxicidade aos 7 dias após a aplicação, Sterret e Hodgson (1983) verificaram em torno de 10% de fitotoxicidade, através de uma escala de notas na qual 100% representava morte total.

Segundo Van Andel, Van Der Zweep e Goter (1976) e Asthon e Crafts (1981), plantas mais jovens são metabolicamente mais ativas e, portanto, mais sensíveis aos herbicidas em geral; porém, no caso do feijoeiro isto é relativo, pois seu crescimento inicial é muito lento e só à partir do vigésimo dia, quando a planta acumulou apenas 5% da matéria seca total, é que a taxa de crescimento torna-se mais intensa, atingindo o máximo quando alcança a idade de 55 a 70 dias (Oliveira e Thung, 1988) e completando seu ciclo em torno de 90 dias após o plantio, o que pode ser ilustrado pela curva apresentada na Figura 1.

De acordo com Fernández, Gepts e Lopes (1986), as fases e etapas do ciclo cultural do feijoeiro podem ser resumidas como mostra a Tabela 1. Estes conceitos são muito úteis, pois permitem fazer referência ao desenvolvimento do feijoeiro sem mencionar idade da cultura, evitando portanto, que a influência do ambiente sobre o ciclo da cultura não seja considerada.

Segundo Andrade e Ramalho (1995), o feijoeiro possui um número de folhas muito acima de suas necessidades e citam vários trabalhos que mostram a retirada de até 60% das folhas, após o florescimento, sem afetar a produtividade de grãos. Isto parece indicar que, no caso de ocorrência de deriva de um herbicida de contato à partir deste estágio, dependendo do grau de injúria verificado, a redução na produção será mínima. Já no caso de um herbicida sistêmico, este efeito pode variar muito em função do modo de ação do produto aplicado.

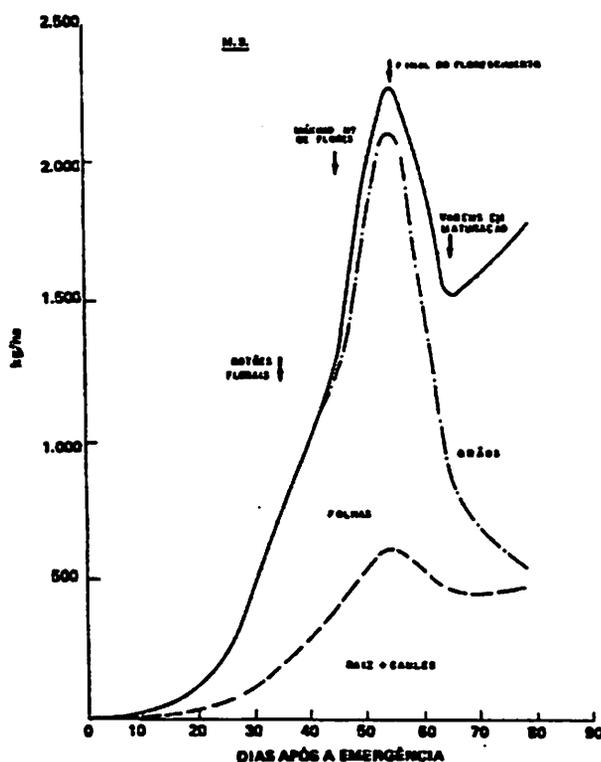


FIGURA 1. Acumulação de matéria seca pelo feijoeiro (Cobra Neto, Accorsi e Malavolta, 1971, adaptado por Rosolem, 1987).

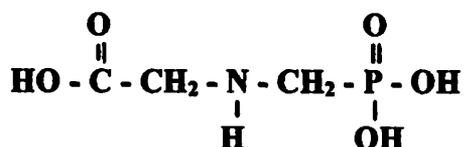
TABELA 1. Resumo das fases e etapas do ciclo cultural do feijoeiro (adaptado de Fernandez, Gepts e Lopes, 1986).

FASE	ETAPA	DESCRIÇÃO	INÍCIO DA ETAPA
Vegetativa	V ₀	Germinação	Condições favoráveis
	V ₁	Emergência	50% de plântulas emergidas
	V ₂	Folhas primárias	50% com folhas primárias totalmente abertas
	V ₃	Primeira folha trifoliolada	50% com um trifólio totalmente aberto
	V ₄	Terceira folha trifoliolada	50% com o terceiro trifólio aberto
Reprodutiva	R ₅	Pré-floração	50% com botões florais
	R ₆	Floração	50% com pelo menos uma flor aberta
	R ₇	Formação de vagens	50% com pelo menos uma vagem formada
	R ₈	Enchimento de vagens	50% com pelo menos uma vagem cheia
	R ₉	Maturação	50% das vagens mudaram de cor

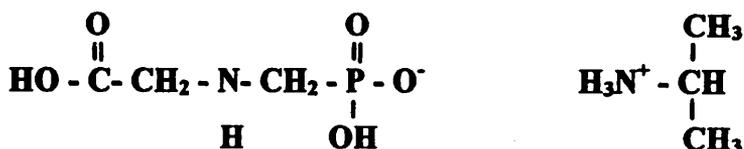
2.3 O herbicida glyphosate:

2.3.1 Características gerais:

O glyphosate, N-(fosfonometil)glicina, pertence ao grupo químico dos derivados da glicina (Rodrigues e Almeida, 1995). O sal glyphosate isopropilamina possui a fórmula molecular $C_6H_{17}N_2O_5P$, peso molecular de 228,19, solubilidade de 900,0 mg/l a 25^o C em pH 7,0 e de 786,0 mg/l a 25^o C em pH 4,06, apresentando ainda temperatura de inativação de 200^o C e pressão de vapor praticamente nula (Ahrens, 1994). As fórmulas estruturais do ácido glyphosate e do sal glyphosate isopropilamina são apresentadas à seguir:



(ácido glyphosate)



(sal glyphosate isopropilamina)

2.3.2 Indicações de uso:

O glyphosate é um herbicida pós-emergente de amplo espectro de ação, não seletivo às culturas e muito efetivo sobre gramíneas e plantas daninhas de folha larga anuais e perenes (Ahrens, 1994; Rodrigues e Almeida, 1995).

Nas culturas para as quais o produto é recomendado, a seletividade pode ser obtida através de aplicação em jato dirigido. O produto deve ser aplicado quando as plantas daninhas estiverem preferencialmente em início de desenvolvimento e em pleno vigor vegetativo, usando volume de 200 a 400 l/ha de calda (Rodrigues e Almeida, 1995). O uso de bicos apropriados e baixa pressão evita a formação de gotas pequenas que são mais sujeitas à deriva e à conseqüente ocorrência de injúrias na cultura de interesse (Ahrens, 1994).

As doses recomendadas variam bastante: para a cultura do eucalipto, por exemplo, são recomendadas 0,36 a 2,16 kg de ingrediente ativo/ha para o controle de espécies anuais e perenes, sendo que as doses maiores são utilizadas em plantas daninhas com estágio de desenvolvimento mais avançado, sendo necessário, após a aplicação, um período de 6 horas sem a ocorrência de chuva, para assegurar a absorção pelas plantas tratadas (Rodrigues e Almeida, 1995).

É importante salientar que o produto não é recomendado para a cultura do feijão, por não ser seletivo para esta espécie e devido à alta susceptibilidade desta cultura. Himme et al. (1986), aplicando 0,18 a 0,27 kg de glyphosate/ha em feijão, observaram severas injúrias para a cultura, sem no entanto obter controle satisfatório das plantas daninhas presentes. Da mesma forma, Mischke e Bare (1986), ao aplicarem 22,95g ou 11,47g de glyphosate/ha, observaram nota 8 de fitotoxicidade para a cultura do feijão, numa escala em que 10 indicava morte total.

Al-khatib et al. (1992), ao aplicarem glyphosate na concentração de 0,562g/ha, verificaram ser o feijão uma planta altamente sensível a este produto, sugerindo seu uso como planta indicadora de deriva deste herbicida no campo, o que, juntamente com amostragens do ar, permitiria diagnosticar quantitativa e qualitativamente a deriva.

2.3.3 Comportamento na planta:

A absorção do glyphosate se dá através das folhas ou qualquer outra parte fotossinteticamente ativa das plantas (Ahrens, 1994). O produto é moderadamente absorvido pela cutícula (Boerboom e Wyse, 1988) por difusão (Rodrigues e Almeida, 1995). O sal glyphosate isopropilamina é mais prontamente absorvido que o ácido glyphosate (MacIsaac et al., citados por Ahrens, 1994). O transporte através da plasmalema é mais lento que o da maioria dos herbicidas, especialmente herbicidas aniônicos (Jachetta, Appleby e Boersma, 1986), provavelmente devido à sua carga negativa em pH fisiológico (Ahrens, 1994). O transportador do fosfato pode contribuir para o movimento do glyphosate através da plasmalema (Denis e Delrot, 1993).

Sua translocação é sistêmica, com preferência pelo floema, tanto para as folhas e meristemas aéreos, como para os órgãos subterrâneos (Almeida e Rodrigues, 1995), acumulando-se nestes órgãos.

O produto é classificado como um inibidor da biosíntese de aminoácidos, inibindo ou reprimindo especificamente a ação da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato-sintase (EPSP sintase), que é responsável pela conversão do ácido chiquímico ou chiquimato à fenilalanina, tirosina e triptofano. Desta forma, em tecidos tratados com glyphosate, pode-se observar acréscimo no teor de chiquimato e conseqüente redução nos teores daqueles amino-ácidos aromáticos, o que pode reduzir a síntese de proteínas e conseqüentemente, provocar uma redução no crescimento da planta (Hess, 1994).

Shaner e Lyon (1980) citam vários estudos que relatam que o tempo requerido para se detectar as interações entre glyphosate e aminoácidos, sobre o crescimento das plantas, é de no mínimo 24 horas, entre eles o de Haderlie, Widholm e Slife (1977), os quais verificaram, em células isoladas de cenoura tratadas com glyphosate, diferenças nos teores de tirosina e fenilalanina somente 4 dias após a aplicação. Em contrapartida a estas citações, os autores verificaram, no caso de folhas cotiledonares do feijoeiro incubadas em solução de glyphosate com

diversas concentrações, reduções da ordem de 50% nos teores de tirosina e fenilalanina já com seis horas após o tratamento.

Após aplicar de 0 a 1,5 kg de glyphosate/ha em malva (*Malva parviflora*), Wells e Appleby (1992), mediram o teor de chiquimato acumulado em material coletado a 0, 24, 48 e 84 horas após a aplicação e verificaram não haver diferenças nesta acumulação quando se aplicou a dose de 0,25 kg/ha. Já à partir de 0,5 kg/ha foram verificadas diferenças significativas 24 horas após a aplicação e à partir daí, sem diferença estatística até 84 horas após a aplicação.

Em *Pinus*, Stasiak et al. (1991) observaram acréscimo na concentração de chiquimato nas folhas de plantas tratadas com 0,2 kg de glyphosate/ha, com aumento linear desde 24 horas após a aplicação até o oitavo dia após a aplicação.

Para Foley et al. (1983), a redução que observaram na incorporação de leucina marcada em proteínas de *Xanthium pensilvanicum* tratadas com glyphosate indica que a síntese de proteínas é um processo que pode ser inibido como consequência da redução da concentração de aminoácidos provocada pelo herbicida.

Ao trabalhar com células isoladas do mesófilo de plântulas de feijão, Villiers e Koch (1982) verificaram que o glyphosate inibiu em aproximadamente 74% a síntese de proteína e que esta inibição foi parcialmente revertida com a adição de aminoácidos aromáticos.

Em contrapartida, os efeitos fitotóxicos do glyphosate não foram reduzidos quando se adicionou fenilalanina, tirosina e triptofano em plantas intactas de soja, sugerindo que outras funções cruciais, além da consequente inibição da síntese de proteínas, podem estar envolvidas, funções estas que podem não ser requeridas por sistemas unicelulares (Duke e Hoagland, 1978 ; Lee, 1980).

Os resultados são conflitantes também no que se refere ao “pool” de aminoácidos livres e proteínas solúveis, sendo que Hoagland, Duke e Elmore (1978), Jaworski (1972) e Nilsson (1977) relatam um decréscimo nos níveis de aminoácidos aromáticos e elevação no total de aminoácidos livres, após o tratamento com glyphosate. Já Hoagland, Duke e Elmore (1979) e Nafziger et al. (1984) observaram que o produto provocou queda geral no nível de aminoácidos

livres, incluindo os aromáticos. Haderlie, Widholm e Slife (1977), por sua vez, verificaram uma elevação no “pool” de aminoácidos livres e também de fenilalanina. Quanto ao teor de proteínas solúveis, Hoagland, Duke e Elmore (1978), trabalhando com soja e Hoagland, Duke e Elmore (1979) trabalhando com milho, não observaram alterações após o tratamento com glyphosate.

Cooley e Foy (1992) detectaram, 48 horas após o tratamento com glyphosate, acréscimo no nível de aminoácidos livres e também no nível de proteínas solúveis. Segundo os autores isto pode indicar um decréscimo na síntese de proteínas ou um acréscimo na hidrólise das mesmas, uma vez que, em condições de estresse, a remobilização de proteínas aumenta, cuja meia vida para a espécie em estudo (*Lemma gibba*) é de 2 dias (ou seja, a remobilização se inicia após este período).

De acordo com Geiger e Bestman (1990), o glyphosate pode interferir também no metabolismo do carbono nas folhas, ocasionando perdas de carbono no ciclo de redução. Em suma, a morte das plantas deve-se a eventos decorrentes da inibição da EPSP-sintase, sendo que a real seqüência do processo de fitotoxicidade não foi totalmente esclarecido (Ahrens, 1994).

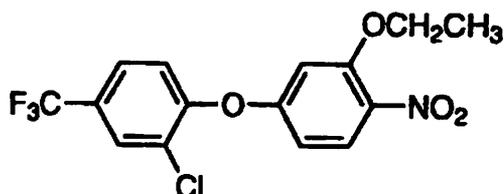
Segundo Rodrigues e Almeida (1995), o sintoma decorrente da ação do herbicida é o amarelhecimento progressivo das folhas, murchamento e posterior morte das plantas após 7 a 14 dias. De acordo com Ahrens (1994), o crescimento é inibido imediatamente após a aplicação, seguido de clorose que pode ser mais pronunciada em folhas em desenvolvimento e meristemas, sendo que a visualização destes sintomas se dá à partir de 2 a 4 dias após a aplicação, para espécies altamente suscetíveis, e à partir de 10 dias ou mais, para as menos suscetíveis.

Em feijão fava, Mesa-Garcia, Haro e García-Torres (1984) indicam como principais sintomas a clorose, enrolamento de folhas apicais e redução do crescimento. Da mesma forma, Atkinson (1985) afirma que a redução no tamanho de brotações e as deformações foliares são os sintomas mais comuns ocasionados por subdoses de glyphosate.

2.4 O herbicida oxyfluorfen:

2.4.1 Características gerais:

O oxyfluorfen, 2-cloro-1-(3-etoxi-4-nitrofenoxi)-4-(trifluorometil)benzeno, pertence ao grupo químico dos derivados do éter bifenílico, também chamado grupo dos difeniléteres, apresentando, segundo Rodrigues e Almeida (1995), a seguinte fórmula estrutural:



Possui a fórmula molecular $C_{15}H_{11}ClF_3NO_4$, peso molecular de 361,7, temperatura de inativação acima de $240^{\circ}C$, pressão de vapor de 2×10^{-6} mm Hg a $25^{\circ}C$ e solubilidade em água menor que 0,1 ppm a $25^{\circ}C$, sendo praticamente insolúvel nesse solvente (Ahrens, 1994).

2.4.2 Indicações de uso:

Trata-se de um herbicida de aplicação em pré-emergência e/ou pós-emergência inicial das invasoras. É efetivo sobre gramíneas e plantas daninhas de folhas largas anuais, que são controladas com baixas doses de ingrediente ativo, tanto em pré quanto em pós-emergência (Ahrens, 1994).

Possui registro no Brasil para as culturas do algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, citrus, eucalipto e pinho, podendo ser utilizado em pré ou pós-emergência, devendo neste caso ser aplicado com as plantas daninhas ainda em início de desenvolvimento, após o que sua eficácia diminui progressivamente (Rodrigues e Almeida, 1995).

Quanto à doses recomendadas para a cultura do eucalipto, Rodrigues e Almeida (1995) indicam a utilização de 0,72 a 1,44 kg de ingrediente ativo/ha, tanto em pré quanto em pós-emergência. As doses mais elevadas são recomendadas para solos pesados e/ou ricos em matéria orgânica ou nas aplicações em pós-emergência, para invasoras em estágio de desenvolvimento mais adiantado, devendo-se adicionar adjuvante à calda; é necessário um período mínimo de 6 horas sem a ocorrência de chuva, após aplicação, para assegurar a sua absorção pelas plantas tratadas.

É importante salientar que o produto, assim como o glyphosate, não é recomendado para a cultura do feijão. Dhanapal, Reddy e Bomme Gowda (1992), aplicando 0,2 kg/ha em pós-emergência em caupi, obteve controle satisfatório das plantas daninhas sem afetar a cultura, mas, no caso de *Phaseolus vulgaris*, a mesma dose em pré-emergência apresentou-se extremamente tóxica. Da mesma forma, Henderson e Webber (1993) verificaram que o produto utilizado três semanas após a semeadura, na dose necessária para controlar satisfatoriamente plantas daninhas, matou as plantas de feijão em poucos dias ou resultou em produção zero.

Em contrapartida, Ali e Kushwaha (1987) verificaram que 0,75 kg/ha de oxyfluorfen (Goal), em pré-emergência, foi eficiente para controlar as plantas daninhas, com o feijão produzindo acima de 2.000 kg/ha. Ainda em pré-emergência, a aplicação de 1,5 kg de oxyfluorfen/ha na mesma cultura causou reduções no teor de proteína dos grãos produzidos (Ali 1988).

2.4.3 Comportamento na planta:

O oxyfluorfen é mais absorvido pelas folhas que pelas raízes, sendo sua ação definida como de contato, por ser o mesmo muito pouco translocável, sem efeito sistêmico (Rodrigues e Almeida, 1995). Como sintomas decorrentes de sua ação verifica-se uma rápida clorose foliar, dessecação e necrose, inicialmente localizada nas proximidades do ponto de deposição das gotas, tornando-se generalizada em 24-48 horas após a aplicação (Ahrens, 1994).

O produto causa muito mais injúria à parte aérea do que às raízes, provocando o fechamento dos estômatos e deterioração das membranas celulares, ocasionando o colapso de algumas células e perfuração nas folhas (Rodrigues e Almeida, 1995). Segundo Ahrens (1994), a enzima afetada é a protoporfirinogênio oxidase (protóx), que cataliza a oxidação do protoporfirinogênio IX (PPGIX) a protoporfirina IX (PPIX) na biossíntese de clorofila. Com a inibição da protóx, verifica-se uma acumulação aparentemente transitória de PPGIX, pois o excedente desloca-se de seu centro de reação no cloroplasto, sendo então oxidado a PPIX através de uma reação catalizada por uma enzima da plasmalema que possui atividade de protóx, sem no entanto ser afetada pelos difeniléteres (Lee et al., 1993). O PPIX formado não serve de substrato à Mg quelatase, acumulando-se então no citoplasma, onde a absorção de luz o conduz ao estado tripleto, o qual interage com o oxigênio, convertendo-o ao estado singlete. Tanto o PPIX tripleto como o oxigênio singlete retiram um hidrogênio dos lipídeos insaturados, produzindo um radical lipídeo que inicia a cadeia de reações de peroxidação de lipídeos, o que reduz a flexibilidade da membrana celular e de organelas, que se rompem rapidamente (Duke et al., 1991).

De acordo com Rodrigues e Almeida (1995), o oxyfluorfen não é metabolizado pela plantas.

Segundo Pereira e Crabtree (1986), com a adição de oxyfluorfen à solução de glyphosate, este tem sua translocação aumentada em *Cyperus esculentus* L.; os autores citam Dewitt e Edson (1988) e Ryan (1980), os quais também demonstraram o aumento do efeito do glyphosate através da adição de difeniléteres à calda.

Wells e Appleby (1992) aplicaram 250 e 500 g de glyphosate/ha em malva, isoladamente e em mistura com 150, 300 e 600 g/ha de lactofen e verificaram, de forma indireta, através da medição do acúmulo de chiquimato, uma maior ação do glyphosate quando em mistura.

2.5 Técnicas para detecção dos efeitos da deriva de herbicidas:

A produção e qualidade dos produtos podem ser reduzidas sem apresentar sintomas visíveis em plantas expostas a subdoses de herbicidas, conforme encontraram Schroeder, Cole e Dexter (1983) avaliando os efeitos de deriva simulada de 2,4 D, dicamba e picloram sobre beterraba. Da mesma forma, Hemphill e Montgomery (1981), testando o efeito de subdoses de 2,4 D simulando deriva sobre as culturas do tomate, rabanete, pimenta, pepino, alface, alho, repolho, batata e feijão, afirmaram que a presença ou ausência de sintomas foliares, isoladamente, não constitui uma forte evidência de possíveis danos causados pela deriva sobre uma cultura "não alvo". Baixa relação entre sintomas observados e redução na produção foi também observada por Wall (1994), ao avaliar a resposta da cultura da batata à deriva simulada de dicamba, clopyralid e tribenuron.

Freqüentemente é impossível determinar com precisão o percentual de herbicida que sofre deriva atingindo uma cultura "não-alvo", o que dificulta a previsão de queda na produtividade em função dos danos causados por deriva. Desta forma, sintomas foliares em feijão podem ser utilizados para realizar uma estimativa incorreta da quantidade de herbicida que provocou os danos observados (Lyon e Wilson, 1986). Além disso, os sintomas visuais utilizados para verificar deriva se assemelham aos danos causados por doenças, deficiências nutricionais, danos de insetos e condições climáticas adversas (Al-khatib, Parker e Fuerst, 1992a) dificultando o diagnóstico.

Em função desta ambiguidade de sintomas, alegações de deriva de herbicidas devem basear-se em um relato de todos os sintomas, tendo como suporte a análise de resíduos (Al-khatib, Parker e Fuerst., 1992b), sendo difícil realizar comparações entre efeitos observados em casa de vegetação e campo (Russo, 1990).

Desta forma, a avaliação visual constitui um método muito pouco preciso de estimar os efeitos de deriva de herbicidas, fazendo-se necessário a utilização de métodos ou técnicas mais criteriosos, rápidos e eficientes.

No caso de glyphosate, a detecção de resíduos dentro de um sistema vivo é uma tarefa difícil, devido à distribuição sistêmica do herbicida. Como a ação do herbicida é muito ativa na síntese de amino-ácidos aromáticos, uma maneira possível de detectar a presença de glyphosate em plantas atingidas pela deriva é dosar a concentração de triptofano, fenilalanina e tirosina nas folhas, ou mesmo do total de aminoácidos livres, no prazo de 24-48 horas após a pulverização, nos diversos estádios de desenvolvimento da planta, através de técnicas rápidas como a colorimetria, utilizando-se o Kit BCA (Bicinchonic Acid Protein Assay Kit), no qual o reagente se liga ao “pool” de aminoácidos livres da solução, com preferência pela tirosina, apresentando diferentes colorações, ou seja, diferentes leituras no colorímetro.

Assim como a redução nos teores dos amino-ácidos aromáticos, a síntese de proteínas ou mesmo o nível de proteínas solúveis podem ser afetados pelo glyphosate (Hess, 1994), surgindo como outra alternativa a utilização de técnicas eletroforéticas que, segundo Dyer (1991), permitem estudar qualquer evento biológico que envolva proteínas.

Trata-se de uma técnica relativamente simples, rápida e de alto valor informativo, que se baseia no fato de macromoléculas possuírem cargas elétricas, sendo capazes de se movimentar através de um suporte, quando submetidas a um campo elétrico. O processo eletroforético pode ser desenvolvido nos mais diferentes suportes, sendo que, para o estudo de proteínas, os géis de poliacrilamida tem sido preferidos por apresentarem maior poder de resolução e permitirem ampla variação do diâmetro dos poros (Mandarino e Vidaurre, 1995).

As proteínas são extraídas do material em estudo, pela ação do “tampão de extração” em presença de SDS (dodecil sulfato de sódio) e 2 mercaptoetanol, para posteriormente ser aplicada em gel de acrilamida. O tampão rompe as ligações dissulfeto (S-S) das proteínas e os polipeptídeos adquirem a carga negativa do SDS, realizando assim uma separação através do gel (submetido a uma corrente elétrica), baseada somente na diferença de peso molecular das proteínas (Dyer, 1991), permitindo assim, uma avaliação qualitativa das proteínas presentes.

Para realização da corrida eletroforética são necessários uma fonte de força elétrica e o sistema de reservatórios (cuba eletroforética) de solução tampão de corrida. O tampão tem a

função de manter o pH nos reservatórios e no gel e, ainda conduzir a corrente através através do campo elétrico (Mandarino e Vidaurre, 1995).

Após a corrida, é necessário que o gel seja corado para que se possa visualizar as macro moléculas separadas no gel (Alfenas et al., 1991). Para tanto, o mesmo deve ser submerso em solução corante “Coomassie blue” por algumas horas, para posterior descoloração com ácido acético, permanecendo coradas somente as bandas protéicas (Mandarino e Vidaurre, 1995).

Desta forma, estes processos ou técnicas permitem avaliar de forma rápida e precisa possíveis alterações bioquímicas provocadas pelo glyphosate nas folhas do feijão e correlacioná-las com reduções detectadas na produção, em função da exposição ao produto.

3 MATERIAL E MÉTODOS:

O estudo foi constituído por dois ensaios de campo (seca e outono/inverno 1995), um ensaio de casa-de-vegetação e um ensaio de laboratório, todos conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizado no município de Sete Lagoas, MG.

3.1 Ensaios de campo

3.1.1 Caracterização do ambiente

Os dois ensaios foram conduzidos em um Latossolo Vermelho-escuro Álico (Tabela 2), fase cerrado de relevo suave ondulado, em área já cultivada por vários anos no campo experimental do CNPMS/EMBRAPA. O município, Sete Lagoas, MG, está localizado a 19° 28' de latitude sul e 44° 15' de longitude oeste, numa altitude média de 732 m. O clima da região, segundo classificação de Koeppen, é do tipo Aw, ou seja, clima de savana de outono/inverno seco.

As variações diárias de umidade relativa do ar, temperatura média e precipitação pluvial durante a condução dos ensaios encontram-se nas Figuras 2 e 3.

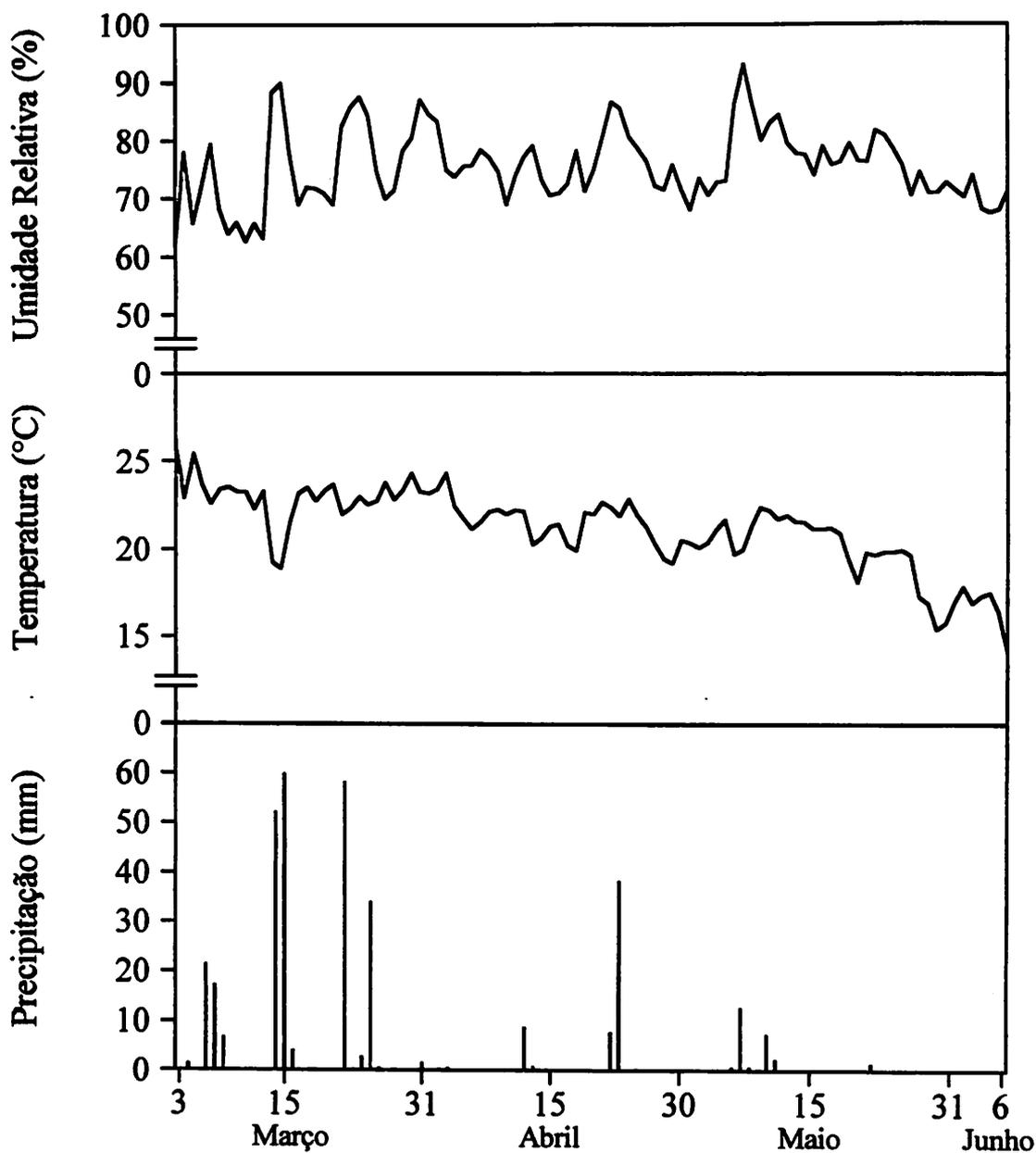


FIGURA 2. Variação diária da umidade relativa do ar (%), da temperatura média (°C) e da precipitação pluvial (mm) durante a condução do primeiro ensaio de campo (03/03 a 06/06/95). Sete Lagoas-MG, 1995. Dados coletados na estação climatológica principal do CNPMS/EMBRAPA.

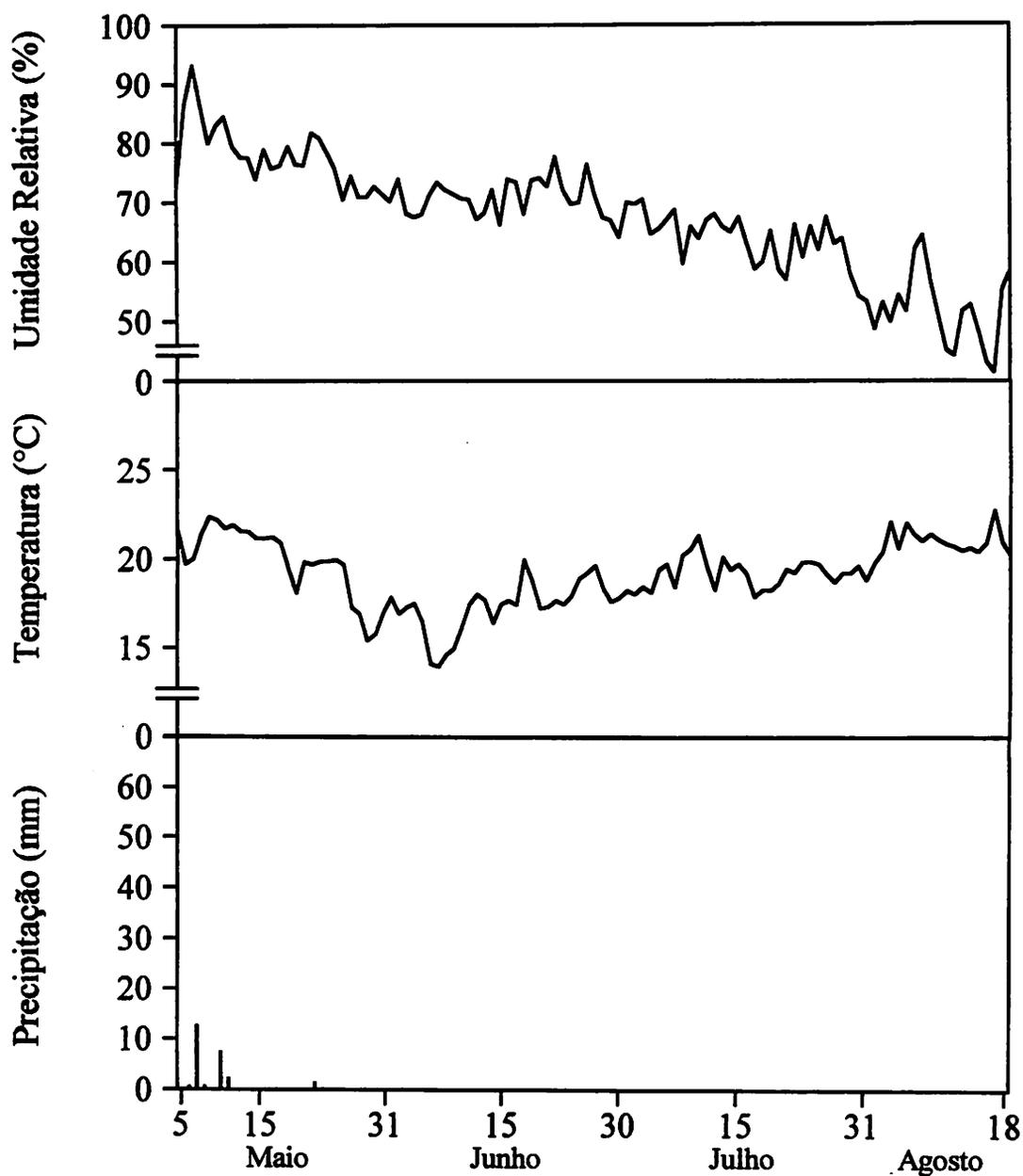


FIGURA 3. Variação diária da umidade relativa do ar (%), da temperatura média (°C) e da precipitação pluvial (mm) durante a condução do segundo ensaio de campo (05/05 a 18/08/95). Sete Lagoas-MG, 1995. Dados coletados na estação climatológica principal do CNPMS/EMBRAPA.

TABELA 2. Análise química de amostras dos solos (profundidade de 0 a 20 cm) da área experimental. Sete Lagoas, 1995 ⁽¹⁾

Análise química	Experimentos	
	Seca	Outono/inverno
pH em água	5,6	5,9
Fósforo (mg/dm ³)	15,0	13,0
Potássio (mg/dm ³)	64,0	41,0
Ca ⁺⁺ (mmol c/dm ³)	42,7	44,3
Mg ⁺⁺ (mmol c/dm ³)	7,2	8,7
Al ⁺⁺⁺ (mmol c/dm ³)	0,0	0,0
H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ (mmol c/dm ³)	5,6	4,4
Saturação de alumínio (%)	0,0	0,0
Matéria orgânica (g/kg)	35,0	32,3

⁽¹⁾ Análises realizadas nos Laboratórios de Fertilidade do Solo do CNPMS/EMBRAPA

3.1.2 Cultivar, espaçamento e densidade de semeadura

Nos dois ensaios utilizou-se a cultivar Carioca, com hábito de crescimento tipo III, ou seja, indeterminado, prostrado, com ramos laterais bem desenvolvidos e numerosos e ciclo de aproximadamente a 85-90 dias (EMBRAPA, 1995).

Adotou-se o espaçamento de 0,45 m entre fileiras e densidade de semeadura de 15 sementes por metro, através de plantadeira modelo Jumil EXACTA.

3.1.3 Delineamento experimental, tratamentos e detalhes das parcelas

3.1.3.1 Ensaio da seca:

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5 x 3, totalizando 45 tratamentos e envolvendo três herbicidas, cinco dosagens de cada, aplicados em três estádios de desenvolvimento da cultura do feijão. Foram utilizadas 4 repetições e parcelas constituídas por 6 linhas espaçadas de 0,45 m e com 6 m de comprimento, (16,20 m² de

área total). A área útil foi representada pelas duas linhas centrais, eliminando-se 1,0 m em cada extremidade ($3,60 \text{ m}^2$).

Os tratamentos, foram constituídos pela aplicação dos herbicidas glyphosate, oxyfluorfen e sua mistura, 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 e Almeida (1995): glyphosate - 2,16 kg de ingrediente ativo/ha e oxyfluorfen - 1,44 kg de ingrediente ativo/ha. A aplicação dos produtos foi realizada em três etapas do ciclo de desenvolvimento da cultura (Ferñandez Gepts e Lopes, 1986): V_3 (primeira folha trifoliolada totalmente aberta), R_5 (pré-florescimento) e R_8 (enchimento de vagens).

Foram empregados os produtos comerciais Glifosato Nortox (360 g de glyphosate/litro) e Goal BR (480 g de oxyfluorfen/litro), sem a adição de surfactantes.

3.1.3.2 Ensaio de outono/inverno

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 7 \times 3$, totalizando 42 tratamentos e envolvendo dois herbicidas e sete dosagens de cada, aplicadas em três etapas do ciclo cultural do feijoeiro. Foram utilizadas 4 repetições e parcelas constituídas por 6 linhas espaçadas de 0,45 m com 5 m de comprimento ($13,50 \text{ m}^2$ de área total). A área útil foi representada pelas duas linhas centrais, eliminando-se 1,0 m em cada extremidade ($2,70 \text{ m}^2$).

Os tratamentos foram constituídos pela aplicação dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, utilizando-se os mesmos produtos comerciais, em sete subdoses correspondentes a 0%, 1%, 2%, 4%, 8%, 12% e 16% da dose recomendada para a cultura do eucalipto (Rodrigues e Almeida, 1995), aplicadas nos estádios V_3 - primeira folha trifoliolada totalmente aberta, R_5 - pré-floração e R_7 - início da formação de vagens (Ferñandez, Gepts e Lopes, 1986).

3.1.4 Condução dos ensaios de campo

3.1.4.1 Ensaio da seca

A semeadura foi realizada em 03 de março de 1995, com as sementes tratadas com o inseticida Semevin 350 RA (Thiodicarb) na dosagem de 1,5 l/100 kg de sementes.

A adubação básica foi realizada com base na análise de solo (Tabela 2) e recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS (1989), aplicando-se 300 kg/ha de fertilizante formulado 08-28-16 + Zinco.

Aos 25 dias após a emergência (etapa V₄), foi realizada manualmente a cobertura nitrogenada, aplicando-se 40 kg de N/ha, tendo como fonte o sulfato de amônio.

Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura do feijoeiro, com o controle de plantas daninhas realizado através de capina mecânica, a fim de evitar alteração de resultados devido a possíveis interações com os tratamentos. Foram realizadas também irrigações complementares, através de aspersão convencional.

Para a aplicação dos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal, com tanque de 2 litros de capacidade, pressurizado a CO₂ com pressão constante de 39 lb/pol² e barra com 6 bicos tipo leque "Teejet" 110.02 com 'check-valve', espaçados de 50 cm.

As aplicações foram realizadas sempre ao final da tarde ou início da manhã por tratar-se de um horário de temperatura mais amena e com menor incidência de ventos. O volume de calda aplicado por hectare foi de 129,5 l na etapa V₃, 138,9 l no estágio R₅ e 125,0 l em R₈.

3.1.4.2 Ensaio de outono/inverno

A semeadura ocorreu dia 05 de maio de 1995, utilizando-se o mesmo tratamento de sementes e a mesma adubação de semeadura do primeiro ensaio.

Aos 25 dias após a emergência (etapa V₄), foi realizada a cobertura nitrogenada, aplicando-se 40 kg de N/ha (fonte uréia), via água de irrigação.

O ensaio foi conduzido sob irrigação por aspersão convencional e recebeu os mesmos tratos culturais dispensados ao primeiro experimento. Utilizou-se o mesmo equipamento e critérios descritos anteriormente para a aplicação dos herbicidas, variando apenas o volume de calda, que foi de 121,5 l/ha nos estádios V₃ e R₅ e 118,5 l/ha no estádio R₇.

3.1.5 Variáveis avaliadas:

3.1.5.1 Ensaio da seca:

Foram realizadas avaliações visuais que possibilitaram a descrição, com razoável precisão, dos sintomas de fitotoxicidade dos produtos aplicados sobre a cultura.

Avaliou-se o rendimento de grãos, componentes do rendimento (número de vagens por planta e número de sementes/vagem), índice de colheita e estande final.

O rendimento de grãos foi obtido pela pesagem dos grãos produzidos na área útil da parcela, após a trilha e secagem, fazendo-se a correção para 12% de umidade.

Para determinação do número de vagens/planta foram coletadas, ao acaso, 10 plantas da área útil, que tiveram cada uma, suas vagens contadas. A média destas 10 contagens constitui o número de vagens/planta de cada parcela. Na determinação do número de sementes/vagem, as vagens das 10 plantas anteriores foram debulhadas e tiveram suas sementes contadas.

Na correção da umidade dos grãos, foi utilizada a seguinte fórmula, citada por Borges (1973):

$$P = \frac{P_c (100 - U_o)}{(100 - U_i)}$$

em que:

P : peso corrigido

P_c : peso de campo determinado

U_o : umidade determinada

U_i: umidade de correção.

O índice de colheita foi obtido através da seguinte expressão:

$$IC = \frac{PG}{PG + PP}$$

em que:

IC : índice de colheita

PG : peso de grãos corrigido para 12% de umidade

PP : peso de matéria seca das da parte vegetativa das plantas da parcela

3.1.5.2 Ensaio de outono/inverno:

Neste ensaio foram avaliados os mesmos parâmetros do ensaio anterior, acrescentando-se o peso médio de 100 grãos, que foi determinado pela média de 3 pesagens de 100 grãos realizadas, para cada parcela, em balança de precisão, com a correção da umidade para 12%.

3.2 Ensaio em casa de vegetação:

Este ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação da área experimental do CNPMS, sem controle de temperatura.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, esquema fatorial 3 x 2 x 6, envolvendo três cultivares, dois herbicidas e seis doses, com 5 repetições, num total de 180 parcelas ou vasos. A semeadura foi realizada no dia 04 de abril de 1995, colocando-se seis sementes por vaso, à profundidade de 3 cm, deixando-se 3 plantas/vaso após o desbaste.

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 9,0 l. O solo, um Latossolo amarelo húmico distrófico, foi coletado de 0 a 50 cm de profundidade, peneirado e misturado com os adubos nas seguintes proporções: 100 ppm de nitrogênio (sulfato de amônio), 100 ppm de fósforo (superfosfato simples) e 100 ppm de potássio (cloreto de potássio) em relação peso/peso (adaptado de Malavolta e Muraoka, 1985).

A emergência ocorreu no dia 10 de abril de 1995 e a cobertura nitrogenada realizada no dia 05 de maio de 1995 (25 dias após a emergência), aplicando-se 50 ppm de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio.

As cultivares utilizadas (EMBRAPA, 1995) foram a Carioca (hábito de crescimento tipo III, ou seja indeterminado, prostrado, com ramos laterais bem desenvolvidos e numerosos e ciclo de aproximadamente a 85-90 dias), a Carioca-MG (hábito de crescimento tipo II, ou seja, crescimento indeterminado, porte ereto e guias curtas, com ciclo de aproximadamente 90 dias) e a Ouro Negro (grãos pretos, hábito de crescimento tipo III, e ciclo de aproximadamente a 85-90 dias).

Foram empregados os produtos comerciais Glifosato Nortox (360 g de glyphosate/litro) e Goal BR (480 g de oxyfluorfen/litro), sem a adição de surfactantes, nas doses subdoses correspondentes à 0%, 2%, 4%, 8%, 12% e 16% da dose indicada para a cultura do eucalipto (Rodrigues e Almeida, 1995).

Os herbicidas foram aplicados no dia 10 de maio de 1995, correspondendo às etapas V₄₋₁₀ (décima folha trifoliolada totalmente aberta) no caso das cultivares 'Carioca' e 'Ouro Negro' e V₄₋₈ (oitava folha trifoliolada totalmente aberta) para a cultivar 'Carioca MG', utilizando-se um pulverizador costal com tanque de 2 litros de capacidade, pressurizado a CO₂, bico tipo leque 110.02, pressão constante de 27 lb/pol² e vazão correspondente a 161,8 l de calda/ha.

Foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade dos produtos sobre a cultura aos 15 e 30 dias após a aplicação, adotando-se a escala de notas E.W.R.C. (European Weed Research Council), sugerida por Deuber (1992) (Tabela 3).

TABELA 3. Escala EWRC de notas para avaliação visual de fitotoxicidade de herbicidas sobre as culturas, utilizada no ensaio de casa de vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996.

Valor numérico	Fitotoxicidade
1	Nula
2	Traços
3	Insignificante
4	Moderada
5	Mediana
6	Forte
7	Muito forte
8	Extremamente forte
9	Total

Fonte: Deuber, 1992

3.3 Ensaio de laboratório

Para obtenção das amostras expostas ao herbicida, para uso nos testes laboratoriais, implantou-se novo ensaio em casa de vegetação, sem controle de temperatura, na área experimental do CNPMS.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2 com três repetições, envolvendo quatro subdoses de glyphosate (0%, 4%, 8% e 16% da

dose normalmente recomendada para cultura do eucalipto) aplicadas em dois estádios de desenvolvimento da cultura do feijão (V₃ e R₅).

A semeadura, utilizando-se a cultivar Carioca, foi realizada no dia 06 de outubro de 1995, adotando-se os mesmos procedimentos de semeadura e adubação do ensaio anterior.

Cada parcela foi constituída por um vaso, com três plantas, sendo que cada planta representou uma amostra coletada em três diferentes intervalos de tempo (6, 24 e 48 horas após a aplicação). As amostras foram coletadas em nitrogênio líquido e posteriormente mantidas em freezer a -80° C para posterior utilização.

As aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador costal com tanque com capacidade para 2 litros, pressurizado a CO₂, bico tipo leque "Teejet" 110.015, pressão constante de 39 lb/pol² e vazão correspondente a 140,0 l de calda/ha.

3.3.1 Extração de proteínas e avaliação da constituição proteica de folhas do feijoeiro expostas ao glyphosate através de técnica eletroforética:

Após a realização de alguns estudos exploratórios, optou-se pelas seguintes técnicas de extração de proteínas:

3.3.1.1 Extração de proteína total:

Amostras da testemunha e do material exposto à dose máxima de glyphosate (16%) aplicado no R₅ e coletados 48 horas após a aplicação, foram macerados em nitrogênio líquido. Imediatamente após a maceração, pesou-se 100 mg de cada amostra em microtubos nos quais adicionou-se 500 µl de "sample buffer" que é o tampão de extração, composto por 4,6 g de SDS,

20 ml de glicerol, 200 mg de azul de bromofenol, 5% de 2-mercaptoetanol e 200 ml de TRIS-HCl 62,5 mM.

Após agitação por 15 minutos à temperatura ambiente, o material foi centrifugado a 14.000 rpm por 2 minutos e o sobrenadante coletado. Este sobrenadante foi fervido por 5 minutos para posterior aplicação nas canaletas do gel de eletroforese, nos volumes de 5, 10, 15 e 20 μ l para cada amostra em estudo, num total de oito canaletas, para realização da corrida eletroforética.

3.3.1.2 Extração de proteína solúvel em água:

Amostras da testemunha e do material exposto à dose máxima de glyphosate (16%), coletados 48 horas após a aplicação, para os dois estádios em estudo (V_3 e R_3), foram macerados em nitrogênio líquido. Após a maceração, foram pesados também 100 mg de amostra, colocadas em microtubos onde adicionou-se 300 μ l de água destilada. Estes foram mantidos no gelo por 30 minutos, sendo agitados por vortex a cada 5 minutos. Logo em seguida foram centrifugados a 14.000 rpm por 10 minutos, para posterior coleta do sobrenadante. Para cada amostra, foram colocados 10 e 15 μ l do sobrenadante em microtubos, que tiveram seu volume completado para 25 μ l, ou seja adicionou-se 15 e 10 μ l de “sample buffer” respectivamente, aplicando-se os 25 μ l em cada canaleta do gel, num total de 8 canaletas, para realização da corrida eletroforética.

3.3.1.3 Extração de proteína solúvel em água com uso de acetona:

Com o objetivo de eliminar compostos fenólicos contidos nas folhas do feijoeiro que podem prejudicar a resolução das bandas proteicas no gel de eletroforese, procedeu-se a extração das proteínas solúveis em água, com uso de acetona.

Para tanto, após a maceração em nitrogênio líquido das amostras anteriores, foram pesados 100 mg de amostra, colocadas em microtubos, nos quais adicionou-se 500 µl de acetona a -20° C, centrifugando-se logo em seguida a 14.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi coletado e eliminado, deixando-se o material precipitado (“peletz”) secar. Após a secagem do “peletz” adicionou-se aos microtubos 300 µl de água destilada, seguindo-se à partir deste ponto o mesmo procedimento descrito anteriormente para extração de proteínas solúveis em água.

3.3.2 Características do gel utilizado e da corrida eletroforética:

O material a ser analisado foi aplicado às canaletas de gel de acrilamida e SDS (SDS-PAGE) a 12,5% segundo Laemmli (1970) citado por Mandarino e Vidaurre (1995), contendo 6,6 ml de H₂O, 8,3 ml de acrilamida, 5,0 ml de TRIS 1,5 M, 100 µl de persulfato de amônio 10% e 16 µl de TEMED. O sobregel foi constituído por 3,9 ml de H₂O, 1,4 ml de acrilamida, 1,7 ml de Tris 0,5 M, 20 µl de persulfato de amônio e 15 µl de TEMED.

A corrida de eletroforese foi conduzida em suporte e cuba de minigel com 10 canaletas à 80 volts. O tampão de corrida foi constituído por 30,3 g de Tris, 144,13g de glicina, 10 g de SDS e 100 ml de H₂O, sendo diluído em 10 vezes no momento da utilização.

No momento em que o azul de bromofenol, que é o “corante de front” atingiu a extremidade inferior do gel a corrida foi interrompida e estes foram submersos por 4 horas, sob agitação, em solução corante composta por 500 mg de Comassie Blue R250, 250 ml de etanol e 200 ml de H₂O. Logo em seguida os géis foram transferidos para a solução descolorante, composta por 100 ml de ácido acético, 50 ml de álcool comercial e 1.000 ml de H₂O, permanecendo sob agitação por 4 horas.

3.3.3 Técnica colorimétrica:

Utilizando-se todas as amostras coletadas na casa de vegetação, realizou-se a coleta de 10 µl do sobrenadante extraído em acetona de forma semelhante ao descrito anteriormente na extração de proteínas solúveis em água.

O sobrenadante coletado foi colocado em tubos de ensaio, nos quais adicionou-se 200 µl do Kit BCA (Bicinchonic Acid Protein Assay Kit), reagente que se liga aos aminoácidos livres totais da solução com preferência pela tirosina, e 720 µl de H₂O, deixando-se incubar em banho-maria a 37° C por 30 minutos.

Após a incubação foi realizada leitura no colorímetro a 560 nm à fim de se verificar diferenças na coloração das soluções que sirvam como “índice químico” de alteração na concentração de aminoácidos livres totais, nos materiais expostos ao glyphosate.

Os valores de leitura foram convertidos para valor relativo de leitura em relação à testemunha.

3.4 Procedimentos estatísticos:

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, sem transformação. As interações significativas foram desdobradas, sendo efetuado o teste de médias para herbicidas, para cultivares no ensaio de casa de vegetação e para estágio de desenvolvimento nos ensaios de campo e laboratório. Foi realizada ainda uma análise de regressão, procurando-se selecionar um modelo matemático que melhor expressasse a relação entre as doses de herbicida aplicadas e as variáveis envolvidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sintomas de fitotoxicidade observados no campo:

Os sintomas de fitotoxicidade observados no campo são resumidos na Tabela 4. Pode-se notar que, de uma forma geral, as aplicações de todos os produtos utilizados, mostraram-se mais prejudiciais, quando realizadas na etapa V₃ de desenvolvimento do feijoeiro. Para pulverizações realizadas em etapas da fase reprodutiva, os sintomas mostraram-se menos intensos, com diferença mínima entre as diversas etapas de aplicação.

Alguns aspectos dos ensaios de campo são mostrados nas Figuras 4 e 5.

4.2 Ensaio da época da seca:

O resumo das análises de variância apresentado na Tabela 1A do Apêndice mostra que, para todas as variáveis em estudo foi verificada, segundo o teste F, interação tripla significativa.

Na Tabela 5, que apresenta um resumo da análise de variância do desdobramento de épocas dentro da interação Herbicida x Dose, pode-se notar que em relação ao rendimento de grãos, não foi verificado efeito significativo de época apenas no caso do glyphosate na dose 0%,

TABELA 4. Descrição dos sintomas de fitotoxicidade observados em plantas de feijão (cultivar Carioca) após a aplicação de glyphosate, oxyfluorfen e mistura de ambos. UFLA, Lavras-MG, 1996.

Estádio	Herbicida	Sintoma de Fitotoxicidade
V ₃	Glyphosate	Paralização 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% (Figura 4B). 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, amarelecimento total das folhas, ocorrendo morte de plantas, principalmente em doses acima de 8% (Figura 4E, Figuras 5B e 5C).
V ₃	Oxyfluorfen	Pontos necróticos observados 24 horas após a aplicação, que evoluíram provocando secamento e morte total das plantas em poucos dias (\cong 72 horas) após a aplicação nas doses mais altas (Figuras 4C e 4F).
V ₃	Mistura	Sintomas muito semelhantes aos observados para o oxyfluorfen, porém mais acentuados, ocorrendo morte total das plantas mesmo em doses mais baixas (4%).
R ₅	Glyphosate	Paralização 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 (Figura 5D). 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.

"Continua"

“TABELA 4, Cont.”

R₅	Oxyfluorfen	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, ocorrendo desfolha total e morte de algumas plantas em doses mais altas.
R₅	Mistura	Inicialmente muito semelhantes aos sintomas observados para o oxyfluorfen, com desfolha mais 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%.
R₇ e R₈	Glyphosate, oxyfluorfen e mistura	Muito semelhante aos sintomas observados para aplicações realizadas no R₅, com as plantas mostrando-se relativamente mais tolerantes, sem a ocorrência de morte de plantas (Figuras 5E e 5F).



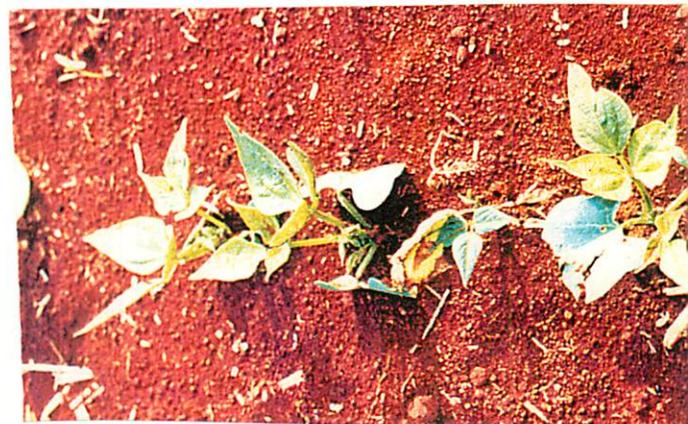
(A)



(D)



(B)



(E)



(C)

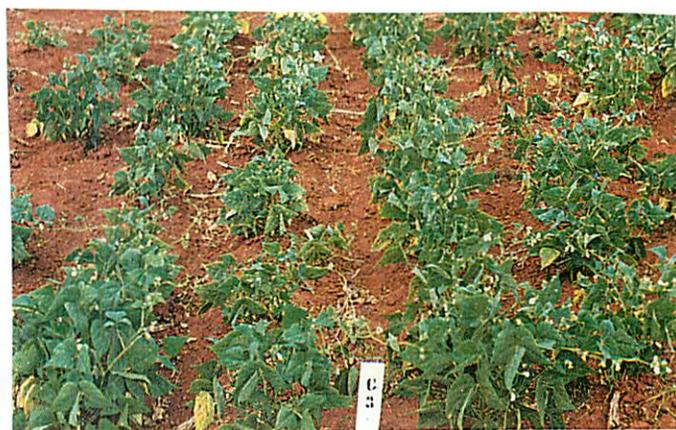


(F)

FIGURA 4. Sintomas de fitotoxicidade na Testemunha (A), Glyphosate (B), Oxyfluorfen (C) aos dois dias após a aplicação no estágio V₃ e Testemunha (D), Glyphosate (E), Oxyfluorfen (F) aos sete dias após a aplicação no mesmo estágio. UFLA, Lavras - MG, 1996.



(A)



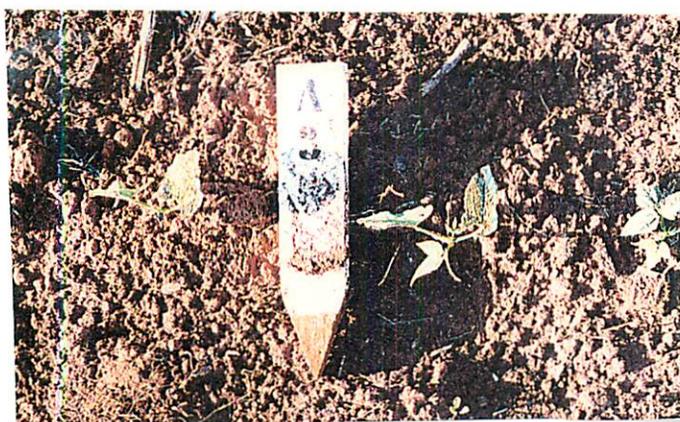
(D)



(B)



(E)



(C)



(F)

FIGURA 5. Sintomas de fitotoxicidade na Testemunha (A), Glyphosate 1% (B), Glyphosate 16% (C) aos quinze dias após a aplicação no estágio V_3 ; Glyphosate 8% (D) aos quinze dias após a aplicação no estágio R_5 ; Oxyfluorfen 4% (E) e Mistura 8% (F) aos dois dias após a aplicação no estágio R_8 . UFLA, Lavras - MG, 1996.

TABELA 5. Resumo da análise de variância (desdobramento de Épocas dentro da interação Dose x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estado final no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

F. V.	G. L.	Rendimento (t/ha)	Vagem/planta (n°)	Semente/vag. (n°)	I. C.	Estado final (7 m. l.)
Bloco	3	0,0494	4,2370	1,1580	0,0210	11,9378
Herbicida (H)	2	2,8093**	215,7780**	33,1162**	0,5213**	2796,6616**
Dose (D)	4	7,1509**	391,8544	57,4517	1,1839	6249,0360**
Herbicida x Dose (HxD)	8	0,2897**	20,5992**	5,6419**	0,0683**	333,3542**
Época dentro de (H x D)	(30)	1,1576**	65,3127**	7,7602**	0,1352**	4489,5414**
Época d/ Glyphosate x 0%	2	0,0302	11,6444**	0,0001	0,0001	38,5833
Época d/ Glyphosate x 4%	2	0,2853**	4,7350	1,0775	0,0013	735,0833**
Época d/ Glyphosate x 8%	2	1,7533**	12,8108**	4,6229**	0,0426*	4592,5833**
Época d/ Glyphosate x 16%	2	1,8023**	150,2539**	12,1354**	0,2332**	6555,2500**
Época d/ Glyphosate x 32%	2	1,9120**	192,0800**	27,0000**	0,4880**	6818,0833**
Época d/ Oxyfluorfen x 0%	2	0,2224**	0,5652	0,0803	0,0001	109,2870
Época d/ Oxyfluorfen x 4%	2	1,6432**	37,3541**	0,4314	0,0246	5864,2500**
Época d/ Oxyfluorfen x 8%	2	1,4987**	35,9278**	1,1068	0,0268	5888,0833**
Época d/ Oxyfluorfen x 16%	2	1,9868**	82,3413**	11,4596**	0,1183**	6031,0833**
Época d/ Oxyfluorfen x 32%	2	2,0157**	126,9382**	10,4168**	0,1622**	5864,0833**
Época d/ Mistura x 0%	2	0,3724**	20,9904**	0,1649	0,0002	304,0000**
Época d/ Mistura x 4%	2	1,1552**	35,5109**	3,4830*	0,0630**	5574,3333**
Época d/ Mistura x 8%	2	1,7078**	102,1375**	23,5833**	0,3881**	6001,7500**
Época d/ Mistura x 16%	2	0,8965**	132,9336**	14,0617**	0,3400**	5861,3333**
Época d/ Mistura x 32%	2	0,0816**	33,4668**	6,7800**	0,1387**	7105,3333**
Resíduo	132	0,01264	2,2319	0,7789	0,0126	44,6919
Média geral		0,778	7,74	3,38	0,45	52,00
C. V. (%)		14,45	19,30	26,09	24,71	12,85

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F
 **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

enquanto o número de vagens/planta não se mostrou afetado pela época nos casos de glyphosate aplicado na dose 4% e do oxyfluorfen na dose 0%. Tanto o número de sementes/vagens quanto o índice de colheita não foram afetados pelo glyphosate nas doses 0 e 4%, pelo oxyfluorfen nas doses 0, 4 e 8% e pela mistura na dose 0%. O estande final não apresentou significância de épocas apenas na dose 0% de glyphosate e de oxyfluorfen.

Os valores de Coeficiente de Variação (C.V.) obtidos indicam uma maior precisão na estimativa da variável estande final (C.V.=12,85%) e menor precisão para número de sementes/vagem, cujo valor foi superior a 26% (Tabela 5). Este último valor, apesar de ser considerado alto para experimentos de campo, são coerentes com os valores obtidos para estas características do feijão no estado de Minas Gerais (Abreu et al., 1994).

O desdobramento da interação Dose dentro da interação Época x Herbicida, que tem o resumo da sua análise de variância apresentado na Tabela 6, demonstra que o rendimento de grãos foi influenciado significativamente pela dose em todas as situações, exceto no caso do oxyfluorfen aplicado no estágio R₈. O número de vagens/planta, número de sementes/vagem e índice de colheita somente não foram afetados pela dose no caso de glyphosate ou oxyfluorfen aplicados em R₈. Quanto ao estande final, não foi observado efeito significativo nos casos de glyphosate e oxyfluorfen aplicados no R₅, e dos três herbicidas aplicados no R₈.

4.2.1 Rendimento de grãos

As médias obtidas para o rendimento de grãos, em função dos diferentes estágios de desenvolvimento do feijoeiro e doses em que foram aplicados os herbicidas, podem ser observadas na Figura 6, onde percebe-se que as produtividades obtidas com as testemunhas neste ensaio podem ser consideradas muito boas (em torno de 1,5 t/ha). Nota-se que, de uma forma geral, o R₈

TABELA 6. Resumo da análise de variância (desdobramento de Doses dentro da interação (Época x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estado final no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

F. V.	G. L.	Rendimento (t/ha)	Vagem/planta (n°)	Semente/vag. (n°)	I. C.	Estado final (7 m. L)
Bloco	3	0,0409	4,2370	1,1580	0,0210	11,9378
Época (E)	2	11,4333**	522,4189**	48,2493**	0,9877**	48778,8473**
Herbicida (H)	2	2,8093**	215,7780**	33,1162**	0,5213**	2796,6616**
Época x Herbicida (E x H)	4	0,1454**	2,0331	6,3094**	0,0792**	764,5967**
Dose dentro de (E x H)	(36)	1,1722**	73,2950**	10,7125**	0,1957**	1714,8094**
Dose d/ de Glyphosate em V ₃	4	2,5539**	142,7563**	23,6087**	0,4011**	4959,7000**
Dose d/ de Oxyfluorfen em V ₃	4	1,7914**	67,2306**	7,4670**	0,1411**	4576,8000**
Dose d/ da Mistura em V ₃	4	0,9424**	116,7684**	16,7694**	0,3528**	2971,2000**
Dose d/ de Glyphosate em R _s	4	1,8177**	150,1560**	14,3800**	0,3076**	77,7500
Dose d/ de Oxyfluorfen em R _s	4	0,4664**	38,2624**	9,1698**	0,1108**	24,5500
Dose d/ da Mistura em R _s	4	2,0476**	122,0384**	19,6031**	0,3651**	2792,8000**
Dose d/ de Glyphosate em R _s	4	0,1763**	1,5618	0,1748	0,0032	8,4250
Dose d/ de Oxyfluorfen em R _s	4	0,0169	0,7700	0,2964	0,0060	7,1092
Dose d/ da Mistura em R _s	4	0,7372**	20,1114**	4,9440**	0,0732**	14,9500
Resíduo	132	0,01264	2,2319	0,7789	0,0126	44,6919
Média geral		0,7782	7,7393	3,383	0,4542	52,0090
C. V. (%)		14,45	19,30	26,09	24,71	12,85

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F
 **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

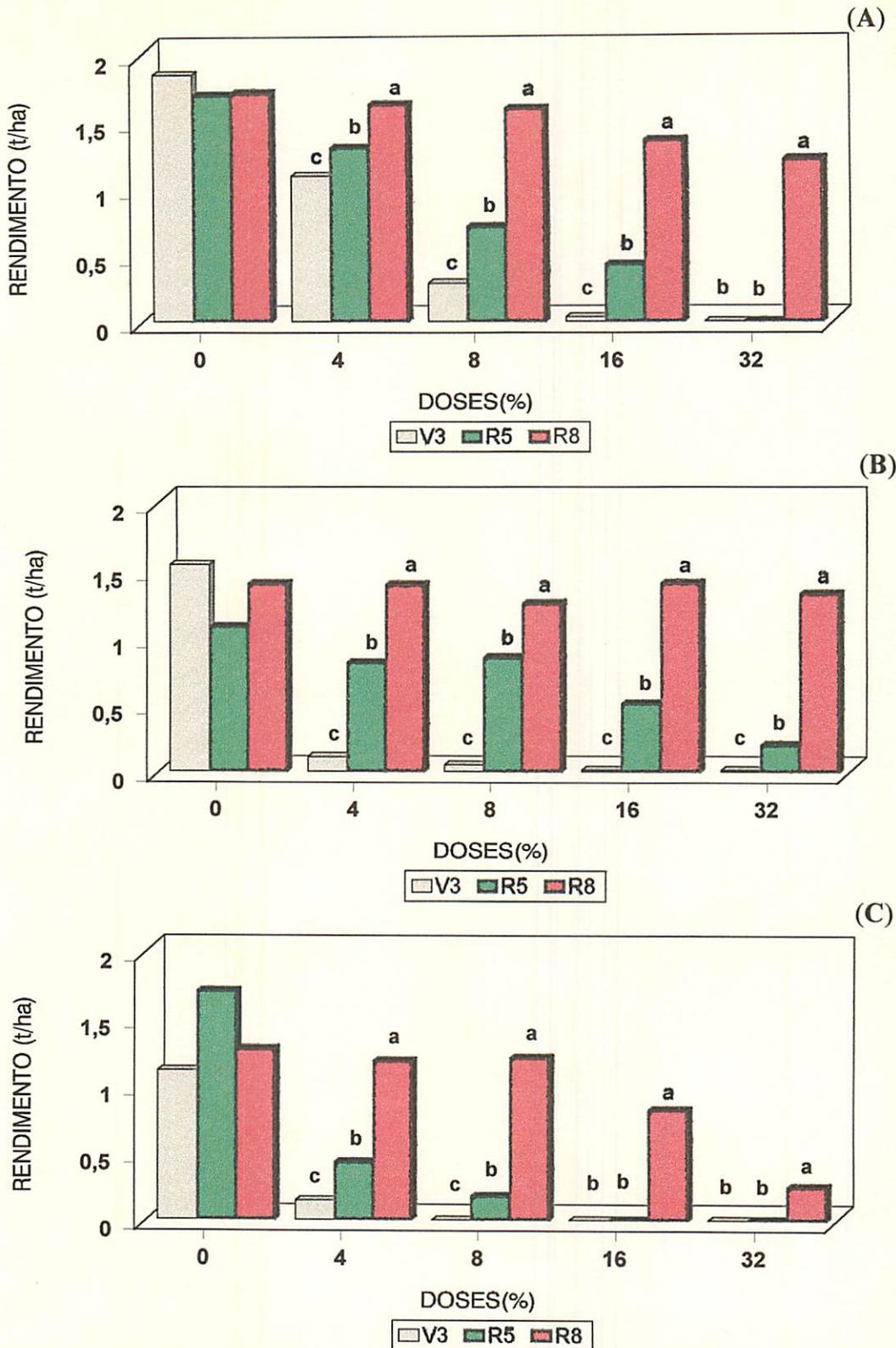


FIGURA 6. Valores médios do rendimento de grãos da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

representou o estágio menos suscetível aos efeitos dos herbicidas em para todas as doses aplicadas e, em contrapartida, aplicações realizadas no V₃ foram as que mais afetaram o rendimento. Este fato sugere que a ocorrência de deriva no estágio V₃ de qualquer um dos herbicidas em estudo, representa um maior risco de queda de rendimento para a cultura do feijão, quando comparado com os demais estádios estudados.

Quanto ao efeito de doses de glyphosate nos diferentes estádios, pode-se visualizar na Figura 7A que aplicações realizadas na etapa R₈ mostraram-se menos prejudiciais ao rendimento, com redução linear à medida que se aumentou a dose, corroborando com as afirmações de Mesa-Garcia, Haro e García-Torres (1984), que trabalharam com feijão fava e verificaram que a cultura mostrou-se mais afetada pelo glyphosate nos estádios vegetativos iniciais e menos suscetível à partir da formação de vagens. Em R₅ seguiu modelo quadrático, enquanto que em V₃ seguiu uma relação raiz quadrada (Figura 7A), sendo estes dois estádios os mais prejudicados, com o rendimento decrescendo acentuadamente já na dose 4% e chegando a atingir valores próximos de zero nas doses 16% e 20% aplicadas, respectivamente, em V₃ e R₅.

Em relação ao oxyfluorfen (Figura 7B), não foi verificado efeito de doses na etapa R₈, o que se assemelha aos resultados obtidos por Dhanapal, Reddy e Bomme Gowda (1992), os quais, após a aplicação de 0,2 kg/ha do produto (que corresponde à dose 8% deste estudo) em estádios mais avançados de caupi, não observou danos significativos sobre a cultura, ainda que a mesma seja considerada uma planta mais rústica que *Phaseolus vulgaris* e, provavelmente, mais tolerante às injúrias causadas por herbicidas.

Outro aspecto a ser questionado levantado se deve ao fato do oxyfluorfen ser um herbicida de contato, ou seja, com ação localizada, afetando apenas algumas folhas das plantas.

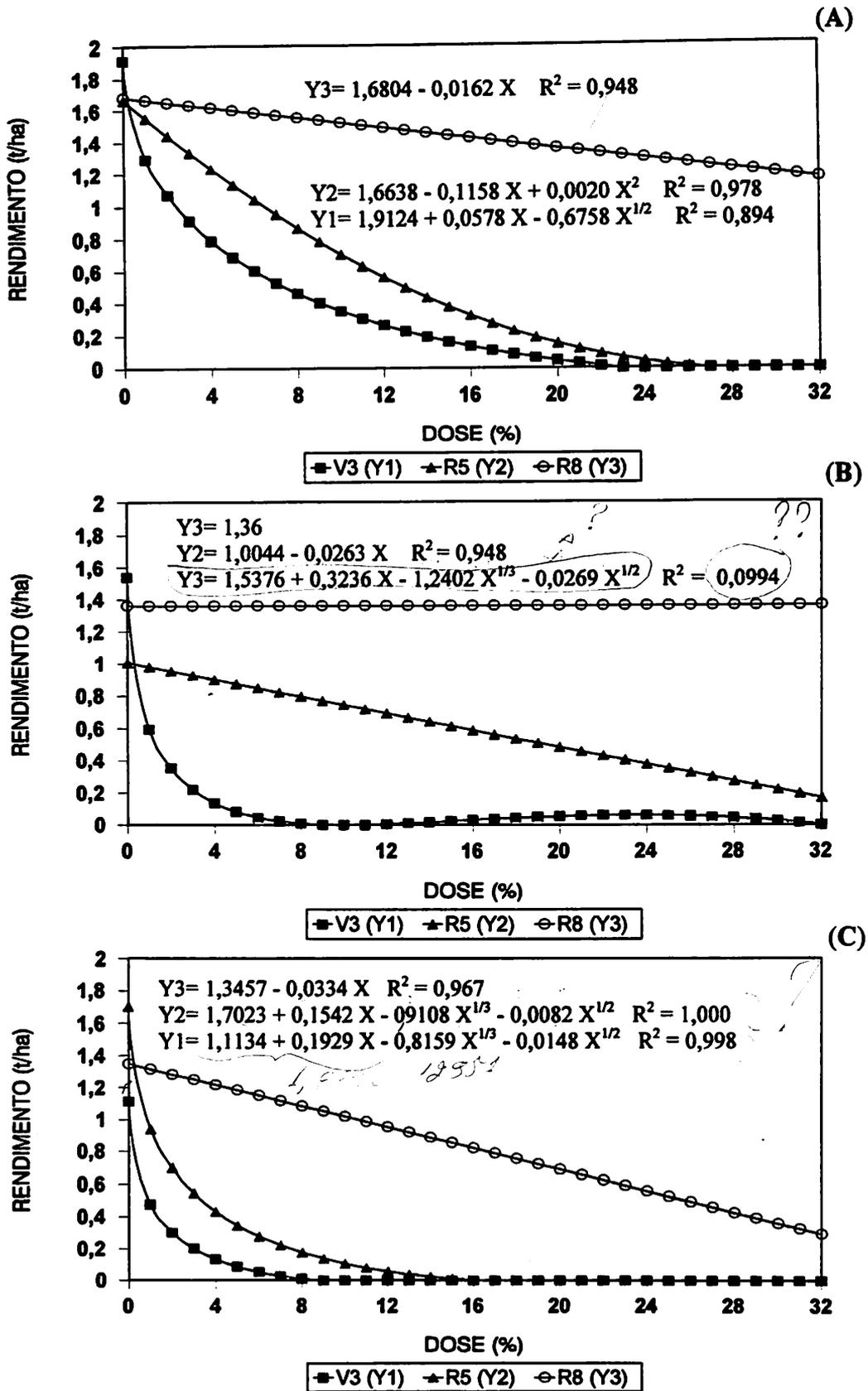


FIGURA 7. Equações de regressão entre rendimento de grãos da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

Desta forma, a injúria ocorrida não foi suficiente para reduzir o rendimento, pois o feijoeiro, segundo Andrade e Ramalho (1995), possui um número de folhas muito acima de suas necessidades, podendo-se inferir, então, que as folhas remanescentes foram capazes de suprir as vagens com fotoassimilados, para que estas atingissem produtividade semelhante à testemunha, no caso de aplicações realizadas no R₃.

As aplicações crescentes de oxyfluorfen realizadas em R₅, por outro lado, causaram redução do rendimento seguindo uma relação linear, chegando a atingir valores próximos de 0,2 t/ha na dose máxima (Figura 7B). No caso de aplicações realizadas no V₃, a tendência de redução seguiu o modelo raiz cúbica, verificando-se uma queda acentuada do rendimento já com a dose 4%, atingindo valores próximos de zero. Pode-se observar também que as reduções verificadas para aplicação de oxyfluorfen neste estágio foram bem mais acentuadas que aquelas registradas para glyphosate. Isto reforça a afirmação de que exista uma maior suscetibilidade do feijoeiro ao oxyfluorfen neste estágio, concordando com os resultados obtidos por Henderson e Webber (1993) que, ao realizarem aplicações deste herbicida três semanas após o plantio do feijão constataram produção nula.

Na Figura 7C pode-se perceber que os efeitos da mistura de glyphosate e oxyfluorfen foram mais drásticos, quando comparados com os efeitos dos herbicidas aplicados isoladamente, verificando-se decréscimo linear de rendimento no estágio R₃, chegando a atingir valores próximos de 0,4 t/ha para a dose 32%, bem abaixo dos observados para o glyphosate (1,5 t/ha) e para o oxyfluorfen (1,36 t/ha) na referida dose. Aplicações em R₅ e V₃ reduziram o rendimento segundo o modelo raiz cúbica; no V₃ houve muita semelhança ao efeito do oxyfluorfen enquanto em R₅ o efeito foi mais acentuado que o dos herbicidas isolados, atingindo rendimento zero já para a dose 12%, bem abaixo, portanto, do que ocorreu com o oxyfluorfen (32%) e o glyphosate (24%).

Este efeito mais drástico provavelmente se deve ao efeito sinérgico do oxyfluorfen ou de difeniléteres potencializando o efeito do glyphosate, como foi mostrado por Pereira e Crabtree (1986), Dewitt e Edson (1988) citados pelos mesmos autores e por Wells e Appleby (1992) que, 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 com o efeito de cada herbicida isoladamente.

De uma forma geral, no que se refere ao rendimento de grãos, a ocorrência de deriva dos herbicidas, representa um menor risco no estágio R_8 de desenvolvimento, enquanto que no V_3 o risco de queda no rendimento é bastante acentuado, mesmo em doses baixas como 2%. Quanto aos herbicidas, nota-se que a ocorrência de deriva da mistura glyphosate/oxyfluorfen representa maior risco em função da potencialização dos efeitos de cada um dos produtos.

4.2.2 Número de vagens por planta:

Os valores médios do número de vagens/planta observados no ensaio da seca podem ser visualizados na Figura 8, onde verifica-se que de forma semelhante à verificada no caso do rendimento de grãos, que aplicações de glyphosate realizadas no R_8 foram as que menos afetaram este componente do rendimento (Figura 8A). Para aplicações realizadas no R_5 e V_3 notam-se reduções do número de vagens/planta com comportamento bastante semelhante, principalmente à partir da dose 16% (Figura 8A).

No caso do oxyfluorfen (Figura 8B) percebe-se que, em todas as doses, as aplicações realizadas no R_8 registraram número de vagens superiores aos demais tratamentos, enquanto para aplicações realizadas no V_3 levaram a números inferiores aos dos demais estádios.

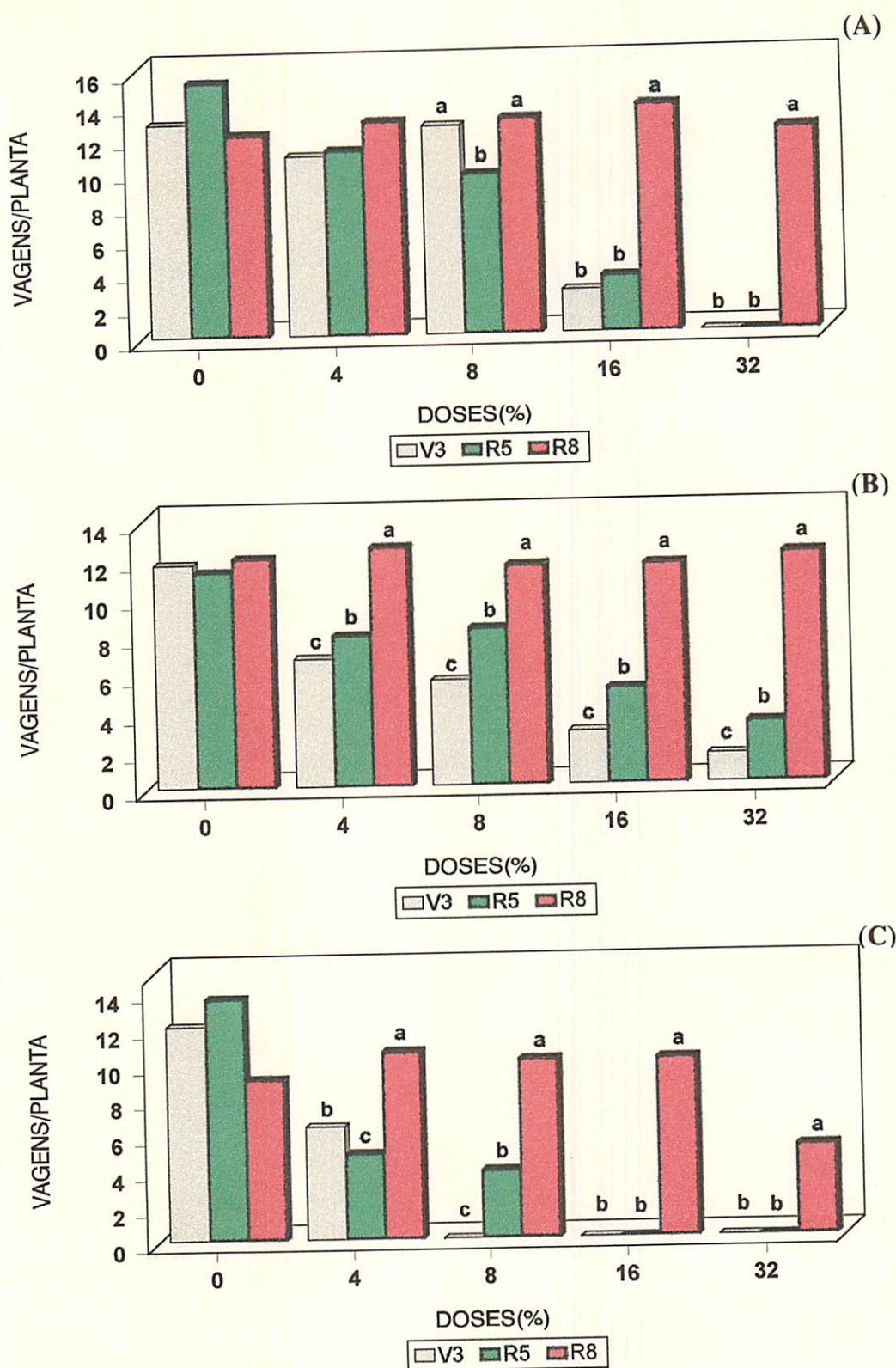


FIGURA 8. Valores médios do número de vagens/planta da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

Quando utilizou-se a mistura (Figura 8C) observou-se que aplicações realizadas no R₈ apresentaram média do número de vagens/planta superior às dos demais estádios em função de reduções mais acentuadas observadas no V₃ e R₅, confirmando assim, a maior fitotoxicidade da mistura, principalmente em estádios anteriores à formação de vagens.

Estes fatos indicam que a ocorrência de deriva da mistura (glyphosate+oxyfluorfen) é mais prejudicial ao número de vagens/planta, que a dos produtos isolados, para os quais a deriva simulada mostrou-se mais prejudicial em estádios vegetativos iniciais.

Quanto ao efeito de doses (Figura 9), aplicações de glyphosate no R₈ não afetaram o número de vagens/planta (Figura 9A) que apresentou média em torno de 12 vagens/planta, enquanto aplicações realizadas no R₅ e V₃ apresentaram decréscimo linear desta variável com o aumento da dose, atingindo valores próximos de zero para a dose 28%, o que concorda com Mesa-Garcia, Haro e Garcia-Torres (1985), 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).

Estas reduções observadas nas aplicações em V₃ e R₅ devem ter contribuído para a redução observada no rendimento de grãos nestes estádios (Figura 7A). No entanto, quando se compara as curvas de rendimento de grãos e número de vagens/planta em doses mais baixas verifica-se que esta última variável foi menos afetada. Os coeficientes de correlação entre rendimento e número de vagens/planta (Tabela 17A do Apêndice) na ordem de 0,69 para o V₃ e 0,95 para o R₅ indicam que para deriva em estádio iniciais este não será o principal componente afetado. No estádio R₈, o fato de não se verificar reduções no número de vagens/planta talvez possa ser explicado em função do número total de vagens da planta já estar definido nesta época.

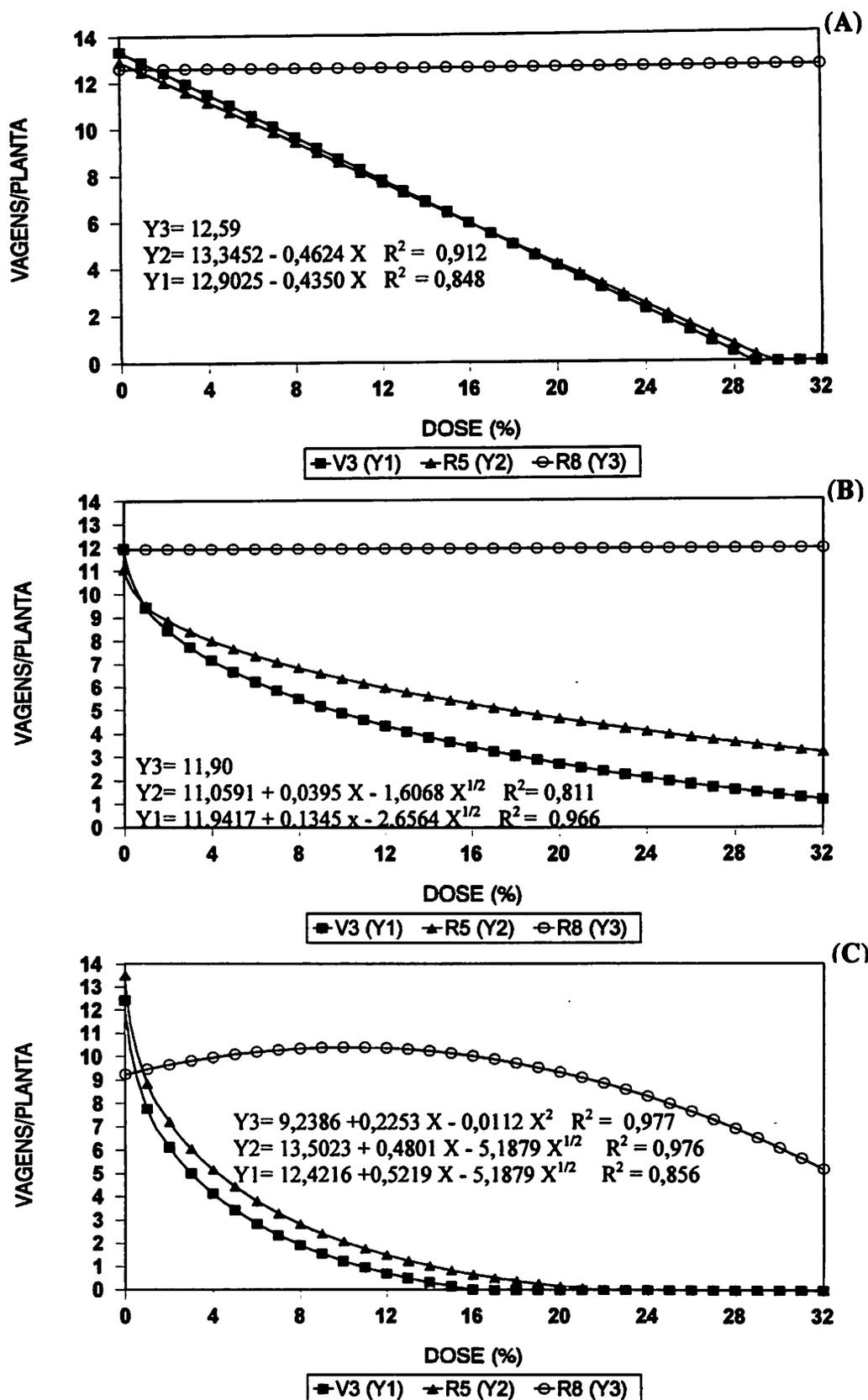


FIGURA 9. Equações de regressão entre nº de vagens/planta da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

O oxyfluorfen (Figura 9B) também não afetou esta variável quando aplicado no R₃, de forma semelhante ao comportamento observado para o rendimento de grãos. Nas aplicações realizadas no R₅ e V₃ verificou-se redução do número de vagens/planta à medida que se aumentou a dose do herbicida, seguindo o modelo raiz quadrática, mas sem atingir produção nula na dose máxima aplicada (32%). Comparando-se as curvas do rendimento de grãos e de número de vagens/planta para o oxyfluorfen aplicado na etapa R₃, pode-se inferir que, apesar dos modelos diferentes, a redução observada para este componente do rendimento contribuiu substancialmente para o decréscimo da produtividade, o que pode ser comprovado através do coeficiente de correlação de 0,96 observado entre estas duas variáveis avaliadas (Tabela 17A do Apêndice). No caso do estágio V₃, nota-se uma queda inicial muito acentuada para o rendimento e uma queda mais suave para o número de vagens/planta, o que sugere que outra variável também tenha afetado o rendimento, além deste componente, Hipótese que é reforçada pelo baixo coeficiente de correlação (0,69) entre estas duas variáveis para aplicações realizadas neste estágio.

A aplicação de doses crescentes da mistura (Figura 9C) provocou redução no número de vagens/planta seguindo o modelo raiz quadrática nos estádios V₃ e R₅, alcançando valores próximos de zero com a dose 16%, comportamento este comparável ao da curva de rendimento de grãos. Na etapa R₃, observou-se redução do número de vagens à partir de 8%, o que diferiu dos demais herbicidas, que não apresentaram reduções significativas, neste estágio. Este fato pode ser explicado pelo efeito drástico da mistura que pode ter levado à formação de muitas vagens sem grãos, que teriam sido eliminadas na contagem por ocasião da colheita.

É importante salientar que ao se defrontar as curvas do rendimento e do número de vagens/planta, em função da aplicação da mistura dos dois herbicidas, também se verifica que o decréscimo observado neste componente teve forte influência na redução da produtividade, nos

estádios V₃ e R₅, apresentado nestes estádios, coeficientes de correlação entre rendimento e número de vagens/planta de 0,92 e 0,98 respectivamente (Tabela 17 A do Apêndice).

Comparando a ação de cada herbicida em função das doses, pode-se inferir que a mistura apresentou efeitos marcantes em relação aos seus componentes, provocando maiores reduções do número de vagens/planta em todas as doses. Já o glyphosate, agiu de forma menos acentuada que a mistura e que o oxyfluorfen, quando aplicado em doses mais baixas no V₃ e R₅, e de forma mais acentuada que o oxyfluorfen, quando aplicado em doses mais altas.

4.2.3 Número de sementes por vagem:

A Figura 10A mostra os valores médios do número de sementes/vagem em função de doses de glyphosate e estádios de desenvolvimento do feijão. Verifica-se que houve diferenças entre estádios somente à partir da dose 8%, quando aplicações realizadas no estádio R₅ apresentaram menor número de sementes/vagem. Nas doses 16 e 32% houve grande redução no número de sementes/vagem, tanto em V₃ como em R₅, com comportamento semelhante ao do número de vagens/planta e também do rendimento de grãos; aplicações realizadas no R₈ apresentaram menores reduções em relação aos demais estádios, com os valores do número de sementes/vagem mostrando-se próximos de cinco.

Aplicando-se oxyfluorfen (Figura 10B), verificou-se que os valores médios do número de sementes/vagem apresentaram diferenças entre estádios somente à partir da dose 16%

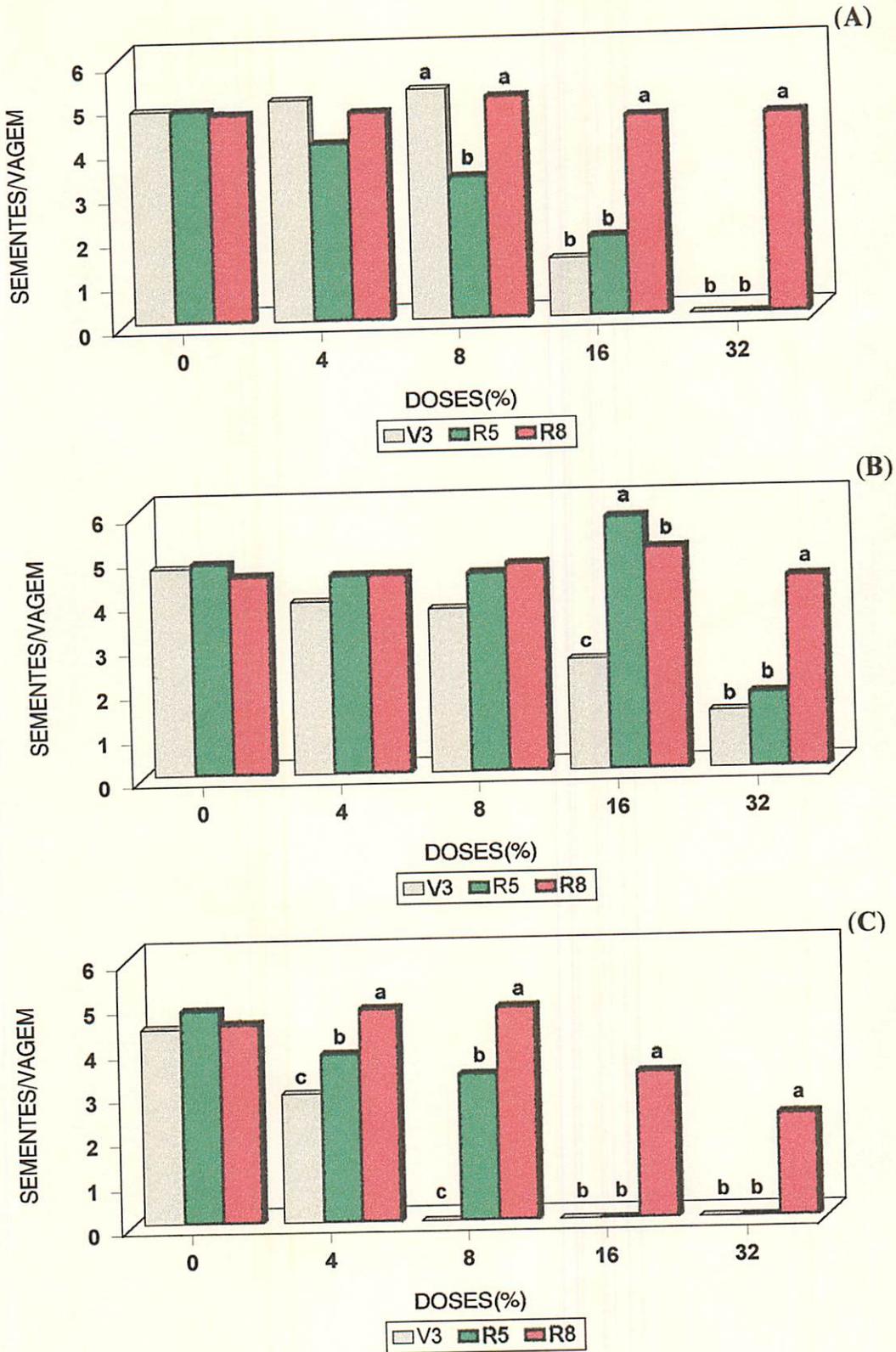


FIGURA 10. Valores médios do número de sementes/vagem da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

quando a etapa V_3 apresentou-se mais afetada pelo herbicida, indicando que plantas mais jovens são mais suscetíveis a este produto; quando se aumentou a dose para 32% o número de sementes/vagem foi severamente reduzido, tanto nas aplicações em V_3 quanto em R_5 .

Nas aplicações da mistura (Figura 10C), observou-se efeito mais acentuado, que o dos herbicidas isolados, em todas as doses aplicadas, com diferenças de resposta entre estádios já à partir da dose 4%. Nota-se que as aplicações realizadas no estádio V_3 provocaram reduções já com a dose 4% e tornaram praticamente nulo o número de sementes por vagem nas doses 16 e 32%. Aplicações realizadas no R_8 mostraram-se menos prejudiciais, provavelmente porque neste estádio o número de sementes/vagem já se encontrava definido, de forma semelhante ao que foi discutido para o número de vagens/planta.

O efeito das doses de glyphosate sobre o número de sementes/vagem é mostrado na Figura 11A, onde observa-se que não houve redução deste parâmetro quando as aplicações foram realizadas no estádio 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.

Para o oxyfluorfen (Figura 11B) também não foi detectado decréscimo para aplicações realizadas no R_8 , mas observou-se redução deste parâmetro com o aumento da dose principalmente nas aplicações realizadas na etapa V_3 , quando a redução foi linear. No caso do R_5 , observa-se uma porção ascendente da curva até a dose 12%, o que provavelmente foi consequência de erro experimental, uma vez que esta variável apresentou alto coeficiente de variação, C.V. 26,087% (Tabela 6), além de não se conhecer explicação biológica para tal efeito. As aplicações realizadas no V_3 reduziram o número de sementes/vagem sem no entanto, atingir o

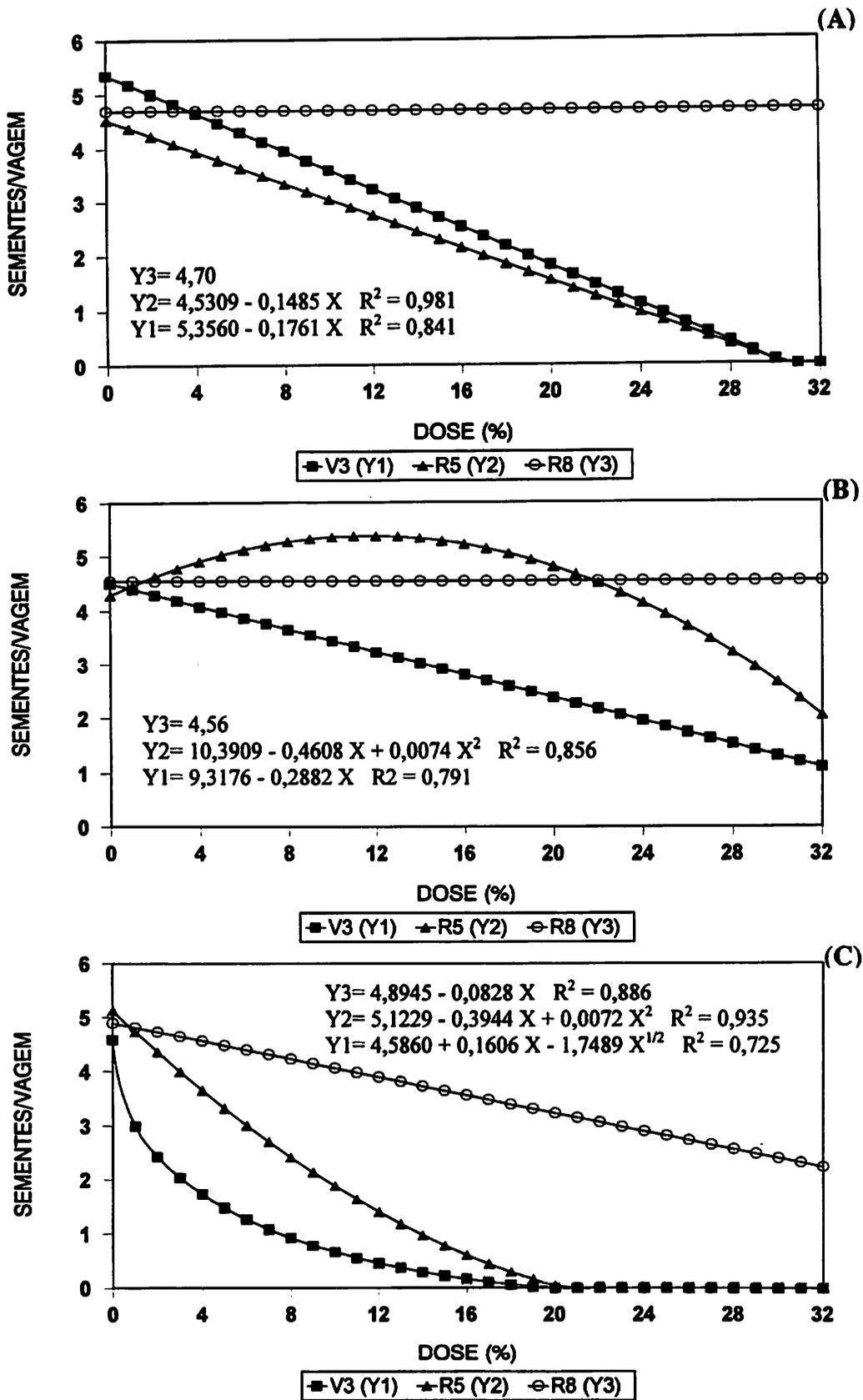


FIGURA 11. Equações de regressão entre nº de vagens/planta da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

zero na dose máxima aplicada (Figura 11B), sugerindo que este provavelmente, não foi o principal componente à provocar queda no rendimento neste estágio (Figura 7B), o que pode ser comprovado pela não significância do coeficiente de correlação entre rendimento de grãos e esta variável (Tabela 17A do Apêndice).

Como no caso das demais variáveis avaliadas, 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 quando comparado com o número de vagens/planta (coeficiente de correlação de 0,76 contra 0,98 no R_5 e 0,86 contra 0,92 em V_3 apresentados na Tabela 17A do Apêndice).

Comparando-se o efeito de cada herbicida sobre o número de sementes/vagem, nota-se que, como para as demais variáveis, a mistura apresentou-se mais fitotóxica nos três estágios avaliados, caracterizando um maior risco para a lavoura adjacente ao local de aplicação, quando da ocorrência de deriva desta mistura, principalmente se a cultura se encontrar em estágio inicial de desenvolvimento. O glyphosate e o oxyfluorfen, isoladamente, não foram nocivos ao número de sementes/vagem em aplicações realizadas no R_8 , indicando menores riscos da deriva destes herbicidas sobre lavouras de feijão à partir da fase de enchimento de vagens. Além disso, observa-se que na etapa V_3 o glyphosate foi mais prejudicial para o número de sementes/vagem que o oxyfluorfen, o que se deve ao fato do primeiro herbicida ser sistêmico, tendo ação mais prolongada que o oxyfluorfen.

4.2.4 Estande final:

A Figura 12A apresenta os valores médios do estande final em função de doses de glyphosate aplicadas em diferentes estádios 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 V₃ e R₅ apresentaram redução semelhante no estande final em relação ao das aplicações em R₈. À partir da dose 8% percebe-se que quanto mais precoce foi a aplicação (em V₃ ou R₅), maior foi o prejuízo para o estande, chegando à provocar morte total das plantas em V₃ na dose 32%. As aplicações realizadas na etapa R₈ não afetaram o estande, que permaneceu com valores próximos de 80 plantas/8 m lineares.

O oxyfluorfen (Figura 12B) apresentou comportamento semelhante ao do glyphosate, diferenciando-se apenas quanto ao fato de apresentarem diferença significativa entre V₃ (4,8 plantas) e R₅ (60,5 plantas) já na dose 4%.

No caso da mistura (Figura 12C) que apresentou-se mais fitotóxica, nota-se que o mesmo comportamento dos herbicidas foi mantido, observando-se diferenças entre estádios de aplicação à partir da dose 4% e com as aplicações realizadas no V₃ apresentando estande final inferior aos demais. Na dose 32% o efeito da mistura sobre o estande passou a ser tão acentuado, que as aplicações realizadas no V₃ e no R₅ se igualaram com morte total das plantas.

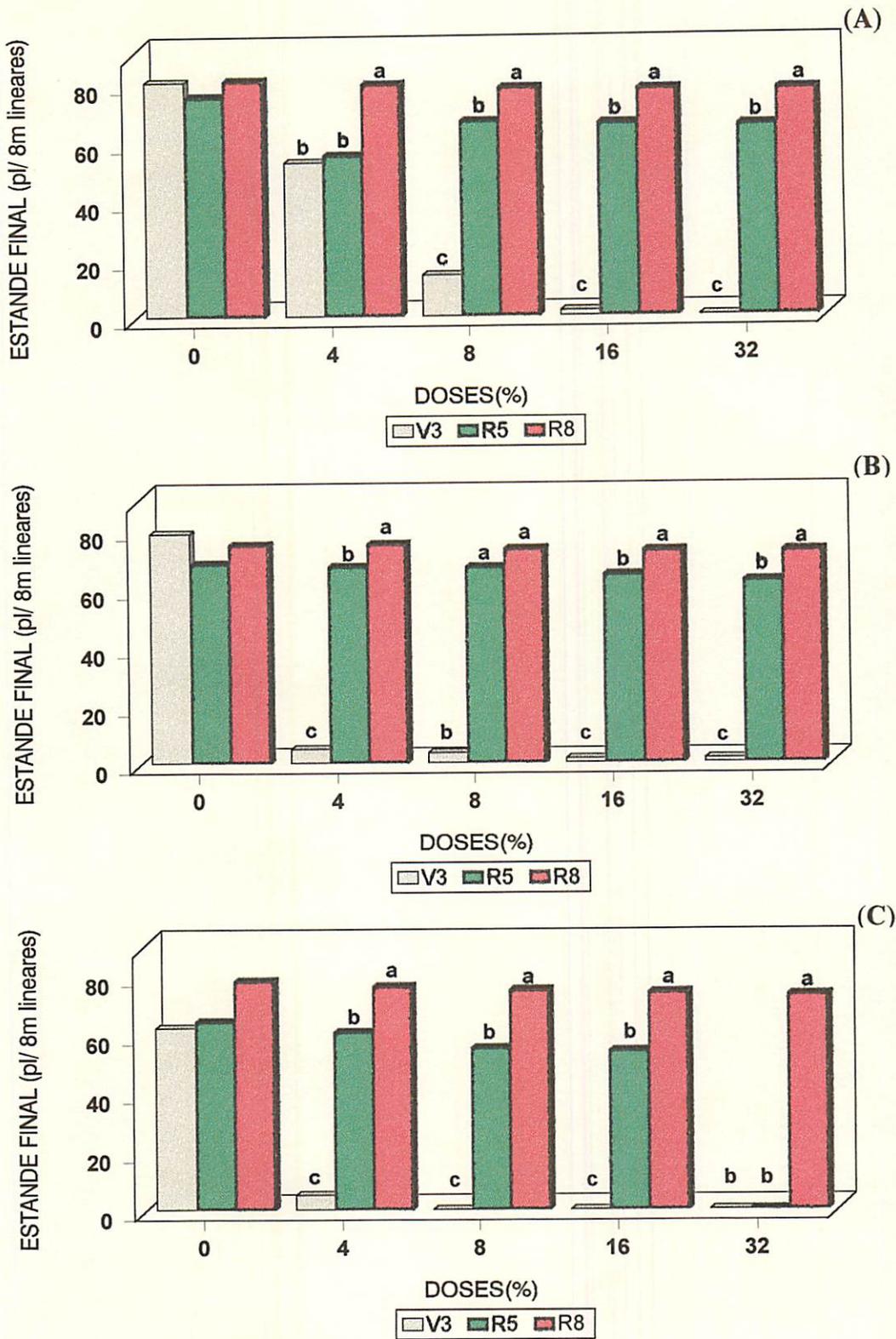


FIGURA 12. Valores médios de estande final da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

As equações de regressão do estande em função das doses aplicadas reforçam as afirmações anteriores. Para o glyphosate (Figura 13A) não foi detectada redução no estande final para aplicações realizadas em R₅ e R₈. Entretanto quando as aplicações realizadas no V₃ percebe-se forte redução em função das doses crescentes segundo modelo raiz quadrática, 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, uma vez que as plantas se apresentaram mais sensíveis ao produto.

O oxyfluorfen (Figura 13B) apresentou comportamento semelhante nas aplicações realizadas em R₅ e R₈, sem redução do estande. Nas aplicações realizadas na etapa V₃ verificou-se decréscimo acentuado no estande final (modelo raiz cúbica), com redução marcante já nas doses mais baixas, atingindo valores próximos de 5 plantas na dose 4% e morte total na dose 8%, mostrando-se mais fitotóxico que o glyphosate neste estágio, o que concorda com a afirmação de Snipes, Street e Mueller (1992), de que produtos com ação de contato provocam mais injúrias em plantas jovens quando comparados aos produtos sistêmicos.

A mistura (Figura 13 C), como sempre, foi mais fitotóxica para o feijão e só não reduziu o estande nas aplicações realizadas no estágio R₈, ou seja, bem próximo do final do ciclo. Nas aplicações realizadas em R₅, que não haviam reduzido o estande no caso do glyphosate ou oxyfluorfen isolados, verificou-se redução quadrática com o aumento da dose e morte total das plantas na dose 32%. No caso de aplicações realizadas no V₃, o decréscimo seguiu o modelo raiz cúbica, com redução acentuada já nas doses iniciais, de forma bem semelhante à verificada no caso do oxyfluorfen, provocando morte total já na dose 8%.

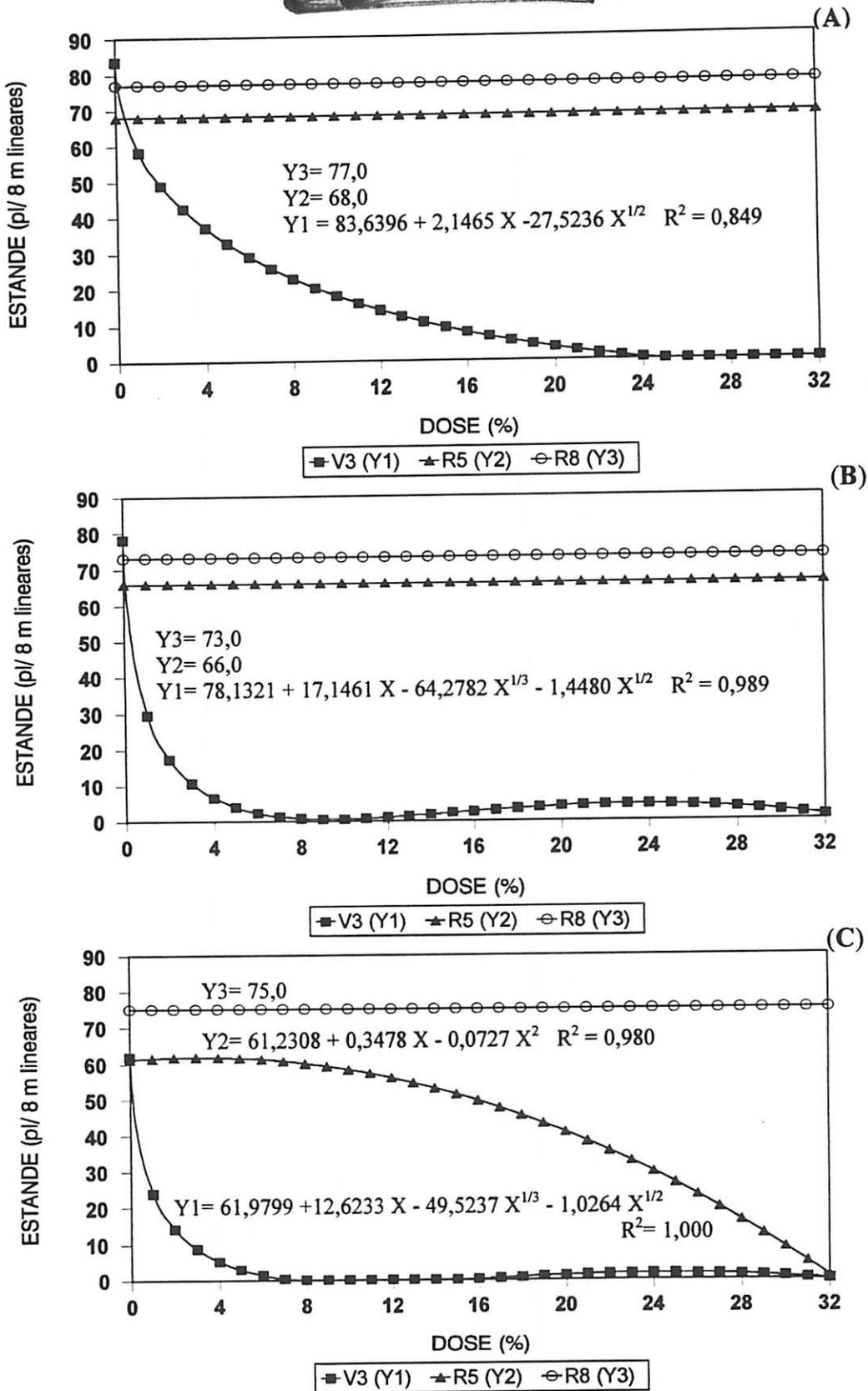


FIGURA 13. Equações de regressão entre estande final da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

Comparando-se as curvas do rendimento de grãos (Figura 7) com as curvas do estande final (Figura 13), pode-se constatar que aplicações realizadas em V₃ tiveram comportamento bem parecido, com um coeficiente de correlação de 0,99 para os três herbicidas (Tabela 17A do Apêndice), indicando uma 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.

4.2.5 Índice de colheita:

O índice de colheita adotado neste estudo, tanto no ensaio da seca quanto no ensaio de outono/inverno, não representa uma medição tão precisa quanto aquela realizada em estudos mais voltados para a fisiologia vegetal, uma vez que não foi realizada coleta de folhas senescentes durante todo o ciclo da cultura, nem coleta criteriosa do sistema radicular. Desta forma, o índice de colheita aqui mensurado e avaliado serve apenas como um indicador comparativo do direcionamento de fotoassimilados para produção de grãos.

Os valores médios registrados para esta variável em função de doses de glyphosate aplicadas em diferentes estádios de desenvolvimento (Figura 14A) demonstraram diferenças significativas entre estádios de aplicação à partir da dose 8%, quando as aplicações realizadas na etapa R₅ apresentaram um menor índice de colheita, mesmo quando comparadas com aplicações realizadas em V₃. É provável que o menor desenvolvimento das plantas causado pela aplicação em V₃, tenha resultado em uma menor produção de matéria seca da parte vegetativa, o que, apesar do baixo rendimento de grãos verificado, induziu a um índice de colheita superior nesta etapa de desenvolvimento.

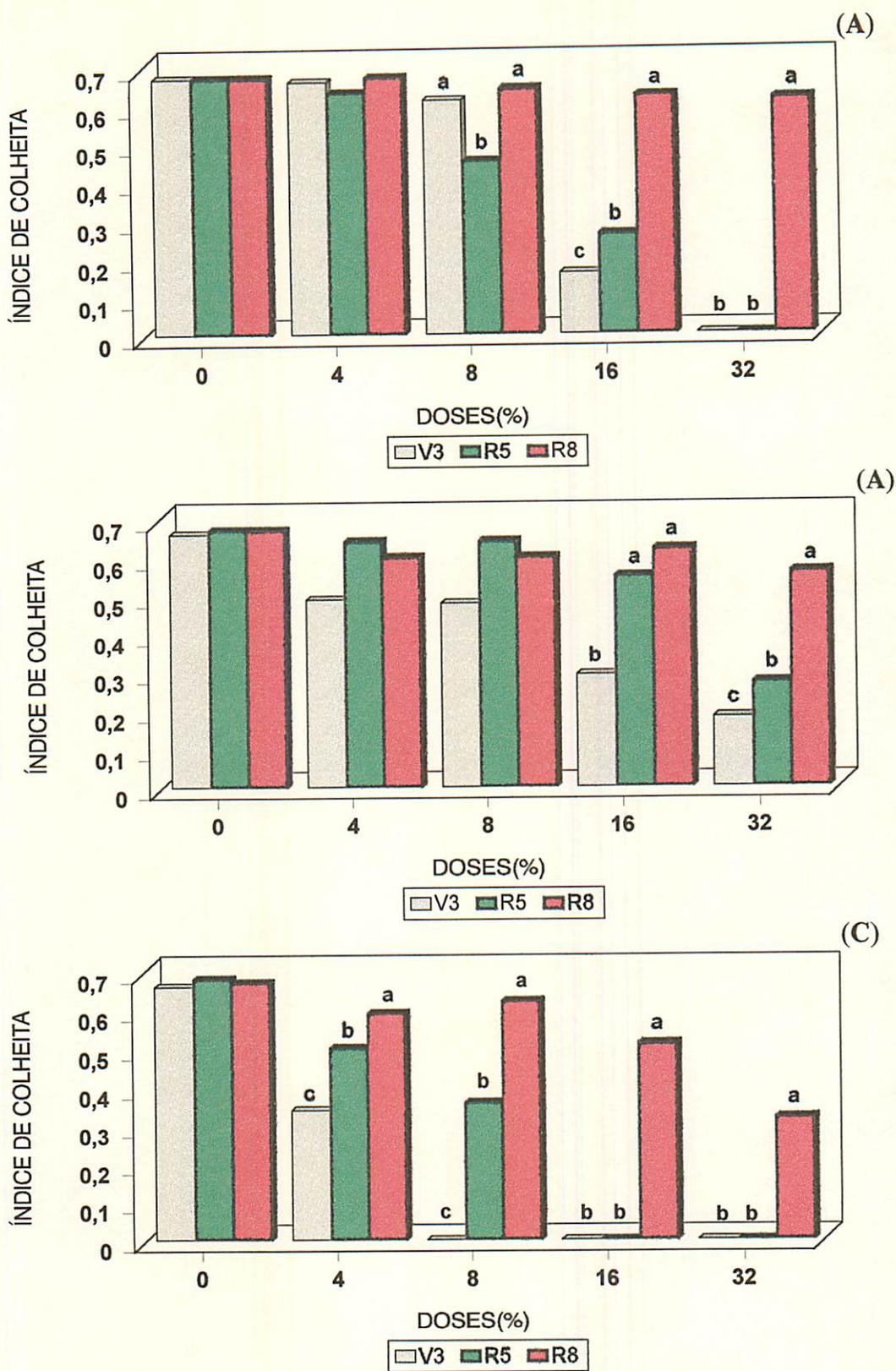


FIGURA 14. Valores médios do índice de colheita da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

No caso de aplicações da dose 8% realizadas no R₅, verificou-se um baixo rendimento de grãos (cerca de 0,5 t/ha) e uma população de plantas normal, o que aliado ao fato das aplicações terem sido realizadas num estágio em que as plantas já haviam atingido desenvolvimento vegetativo quase total, levou a uma maior produção de matéria seca da parte vegetativa pela parcela, caracterizando um índice de colheita inferior àquele obtido no caso de aplicações realizadas no V₃ (Figura 14A).

Quando o glyphosate foi aplicado em R₃ os valores do índice de colheita foram superiores aos dos demais estádios (Figura 14A), o que se deve ao fato de que aplicações neste estágio apresentarem sempre rendimento de grãos superior. Além do mais, as injúrias causadas pelo herbicida na parte aérea das plantas, no caso de doses mais elevadas, foram semelhantes à de um dessecante, o que certamente induziu à uma elevação do índice de colheita.

Com relação à dose 16% aplicada em V₃, o menor índice de colheita, pode ter sido o resultado do rendimento reduzido (0,033 t/ha), já que a mesma dose aplicada em R₅ permitiu rendimento superior (0,422 t/ha). Na dose 32% aplicada em R₈ o índice de colheita alcançou 0,65 enquanto nas etapas V₃ e R₅ o glyphosate provocou 100% de redução do rendimento de grãos, não permitindo o cálculo do índice de colheita.

No caso do oxyfluorfen (Figura 14B) diferenças significativas entre estádios foram detectadas com a aplicação das maiores doses (16 e 32%), sendo o IC em V₃ sempre superado e o do R₈ superior aos demais. Na dose 16% aplicada em V₃ o rendimento de grãos foi reduzido para 0,013 t/ha (Figura 6B) e o estande para 1,3 plantas/ 8 m lineares porém, como o herbicida é de ação localizada, aquelas plantas que não morreram, se desenvolveram livres de competição, com maior crescimento vegetativo em detrimento do rendimento de grãos, obtendo-se assim um baixo índice de colheita. Na etapa R₅ o rendimento (0,505 t/ha) foi menos afetado pelo oxyfluorfen que

V₃, e apesar do estande não ter sido reduzido, o efeito de contato do herbicida prejudicou a parte aérea da cultura promovendo uma menor produção de matéria seca da parte vegetativa, induzindo a um índice de colheita superior. No caso da dose 32% verificou-se a mesma tendência da dose 16% para os diferentes estádios.

As aplicações da mistura glyphosate + oxyfluorfen (Figura 14C) levaram a diferenças significativas entre estádios já à partir da dose 4%, com o V₃ apresentando índice de colheita baixo (0,34), inferior em relação aos demais estádios, em função do baixo rendimento verificado (0,145 t/ha). Em R₅ o rendimento ficou em torno de 0,430 t/ha e a parte aérea das plantas foi injuriada pelo produto, o que possibilitou a obtenção de um índice de colheita superior ao obtido para o V₃. No caso de aplicação em R₈ o rendimento foi bem mais elevado (1,185 t/ha) e as plantas tiveram sua parte vegetativa danificada pelo herbicida, conduzindo a índices de colheita mais altos.

A aplicação da dose 8% em V₃ registrou produção nula e portanto índice de colheita também nulo, o que veio a ocorrer também nas doses de 16% e 32%. Em R₅ à partir da dose 16% o rendimento de grãos também passou a ser nulo, e, de forma semelhante ao V₃ os índices ficaram bem distantes daquele registrado para o R₈ (0,54).

Quanto ao efeito de doses (Figura 15) nota-se que no caso do glyphosate (Figura 15A), as aplicações realizadas em V₃ e R₅ apresentaram decréscimo linear do índice de colheita com o aumento da dose, atingindo o valor zero em doses próximas de 30%. As aplicações realizadas em R₈ não afetaram o índice de colheita.

Aplicando-se oxyfluorfen (Figura 15B) detectou-se comportamento semelhante ao observado para o glyphosate, salientando-se apenas que, nas aplicações realizadas em V₃ o valor mínimo de índice de colheita não atingiu zero.

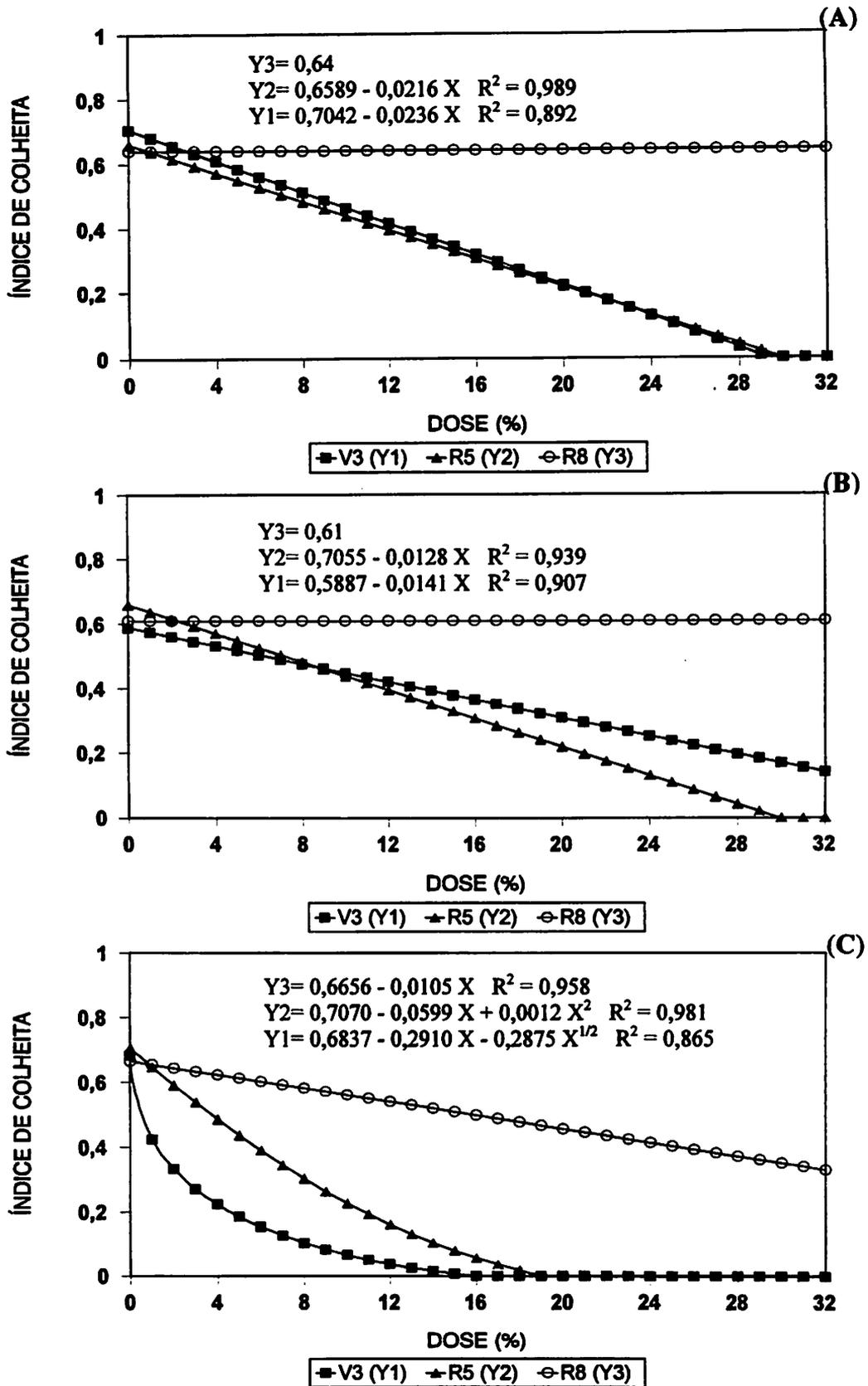


FIGURA 15. Equações de regressão entre índice de colheita da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A), oxyfluorfen (B) e sua mistura (C) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio da época da seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

O efeito da mistura (Figura 15C) como para todos os outros parâmetros, foi mais acentuado, apresentando redução do índice de colheita com o aumento das doses nas aplicações realizadas em V₃ (modelo raiz quadrática) R₅ (quadrático) e R₈ (linear).

Comparando-se o formato e a declividade das curvas apresentadas pode ser reforçada a constatação de que, para os herbicidas em estudo, a ocorrência de deriva no enchimento de grãos será efetivamente menos prejudicial à cultura do feijão, em relação à uma possível deriva ocorrida no estágio de primeira folha trifoliolada (V₃) ou na pré-floração (R₅).

4.3 Ensaio de outono/inverno:

Como no ensaio anterior, a interação tripla foi significativa para todas as variáveis avaliadas (Tabela 2A do Apêndice).

A análise de variância do desdobramento de Épocas dentro da interação Dose x Herbicida (Tabela 7) demonstra que em relação ao rendimento de grãos somente não houve efeito significativo de épocas no caso do glyphosate nas doses 0 e 16%. Para o número de vagens/planta não foram verificadas diferenças entre os estádios apenas nas aplicações de glyphosate nas doses 0, 1, 2 e 4% e de oxyfluorfen nas doses 0 e 4%. Quanto ao número de sementes/vagem registraram-se diferenças significativas entre estádios apenas no caso das doses 4 e 8% de glyphosate e 8, 12 e 16% de oxyfluorfen. Já o peso médio de 100 sementes, variou significativamente entre estádios de aplicação somente no caso das doses 8, 12 e 16% dos dois herbicidas em estudo. Diferenças do índice de colheita não foram observadas entre estádios quando aplicou-se glyphosate nas doses 0, 1, 2 e 16% e oxyfluorfen nas doses 0, 1, 2 e 4%. O

TABELA 7. Resumo da análise de variância (desdobramento de Época dentro da interação Dose x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estado final no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

F. V.	G. L.	QUADRADOS MEDIOS				C. V. (%)	*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F	**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F
		Rendimento (t/ha)	Vagem/planta (n°)	Semente/vag. (n°)	Peso 100 sem. (g)			
Bloco	3	0,0037	0,8610	0,2219	2,5461	0,0017	44,2604	
Herbicida (H)	1	0,0062	0,4536	9,1047**	267,2462**	0,4673**	728,7500**	
Dose (D)	6	3,3869**	134,9870**	52,5828**	609,4158**	0,9041**	2075,0918**	
Herbicida X Dose (H x D)	6	0,1953**	5,8196**	8,2651**	73,0929**	0,0787**	146,5830**	
Épocas dentro de (H x D)	(28)	0,1253**	11,2995**	3,8752**	103,7047**	0,0632**	1029,2815**	
Época d/ Glyphosate x 0%	2	0,0048	0,6105	0,0979	0,1850	0,0003	54,2403	
Época d/ Glyphosate x 1%	2	0,1516**	1,4157	0,8652	7,1381	0,0039	87,2131	
Época d/ Glyphosate x 2%	2	0,1623**	1,9268	0,2835	2,4952	0,0013	67,9772	
Época d/ Glyphosate x 4%	2	0,0818**	1,9277	3,3038*	13,5085	0,0441*	375,4392**	
Época d/ Glyphosate x 8%	2	0,0768**	22,6096**	3,2249*	122,1677**	0,0497*	1731,0999**	
Época d/ Glyphosate x 12%	2	0,0441**	32,5666**	1,8602	199,8312**	0,0344*	1727,9539**	
Época d/ Glyphosate x 16%	2	0,0075	22,0594**	2,0337	117,2500**	0,0120	1573,3802**	
Época d/ Oxyfluorten x 0%	2	0,0581**	2,3502	0,5143	4,5881	0,0012	121,4841	
Época d/ Oxyfluorten x 1%	2	0,2382**	5,1858**	2,1106	1,7690	0,0133	1154,2688**	
Época d/ Oxyfluorten x 2%	2	0,2649**	6,8965**	0,2540	15,9219	0,0014	1395,1062**	
Época d/ Oxyfluorten x 4%	2	0,1859**	0,6436	0,1157	10,2486	0,0037	1183,2106**	
Época d/ Oxyfluorten x 8%	2	0,1690**	27,6690**	5,7036**	236,9328**	0,1965**	1591,3710**	
Época d/ Oxyfluorten x 12%	2	0,1725**	17,5494**	17,2292**	378,4375**	0,2803**	1702,6376**	
Época d/ Oxyfluorten x 16%	2	0,1316**	14,7808**	16,6564**	341,3923**	0,2426**	1643,5590**	
Resíduo	123	0,0065	1,2698	0,7337	10,6489	0,0104	30,1673	
Média geral		0,4819	4,59	3,21	13,77	0,42	32,80	

24,50 23,70 26,70 24,58 16,75

16,72

estande final não apresentou diferenças significativas entre estádios somente nas doses 0, 1 e 2% de glyphosate.

Os coeficientes de variação observados mostraram-se parcialmente mais elevados que os do ensaio anterior, porém mantiveram-se dentro de níveis aceitáveis (Abreu et al. 1994) exceto em relação ao número de sementes/vagem (C.V.= 26,70%).

Observando-se o resumo da análise de variância do desdobramento de Doses dentro da interação Época x Herbicida (Tabela 8), nota-se efeito significativo de doses sobre o rendimento de grãos e número de vagens/planta, em todos os produtos e estádios de aplicação. Nota-se também que apenas não foram registradas diferenças significativas entre doses para o número de sementes/vagem quando aplicou-se oxyfluorfen no R₇; para o peso médio de cem grãos quando aplicou-se oxyfluorfen em R₅ e R₇ e para o índice de colheita quando aplicou-se oxyfluorfen em R₅. Quanto ao estande final, não ocorreram diferenças entre as doses utilizadas quando os herbicidas foram aplicados no R₇.

4.3.1 Rendimento de grãos

Inicialmente é importante salientar que os valores médios do rendimento de grãos registrados neste ensaio (Figura 16), mesmo para a testemunha, foram inferiores aos do ensaio da época da seca (Figura 6), apesar da constituição química dos solos ser muito semelhante (Tabela 2), da adubação (semeadura e cobertura) ter sido a mesma, e de não ter se verificado nenhum problema fitossanitário nos dois ensaios. Tais fatos sugerem, que esta menor produtividade pode ser atribuída, provavelmente, à escassez de chuvas ocorridas no decorrer do segundo ensaio (Figura 3), uma vez que foram realizadas apenas irrigações complementares.

TABELA 8. Resumo da análise de variância (desdobramento de Doses dentro da interação Época x Herbicida) dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estado final no segundo experimento. Outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

QUADRADOS MÉDIOS					
F. V.	G. L.	Rendimento Vagem/planta	Semente/vag. Peso 100 sem.	I. C.	Estado final
	(f)	(n°)	(n°)	(g)	(4 m lin.)
Bloco	3	0,0037	0,2219	2,5461	0,0017
Época (E)	2	0,5185**	6,060**	305,3850**	0,1201**
Herbicida (H)	1	0,0062	9,1047**	267,2462**	0,4673**
Época x Herbicida (E x H)	2	0,2422**	8,9881**	159,9676**	0,2145**
Dose dentro de (E x H)	(36)	0,6523**	12,3194**	168,5578**	0,1943**
Dose d/ de Glyphosate em V ₃	6	0,7562**	20,7248**	253,6483**	0,2890**
Dose d/ de Oxyfluorfen em V ₃	6	0,8198**	40,1691**	351,0952**	0,3587**
Dose d/ de Glyphosate em R ₃	6	1,0953**	21,3019**	365,2456**	0,2905**
Dose d/ de Oxyfluorfen em R ₃	6	0,4830**	14,3955**	2,7103	0,0112
Dose d/ de Glyphosate em R ₇	6	0,5003**	5,9703**	35,9031**	0,1883**
Dose d/ de Oxyfluorfen em R ₇	6	0,2590**	9,6679**	2,7440	0,0285*
Resíduo	123	0,0065	1,2698	10,6489	0,0104
Média geral		0,4819	4,59	13,77	0,42
C. V. (%)		16,75	24,58	26,70	24,50
				23,70	16,75

**Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F
*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Aliada a esta deficiência hídrica as altas temperaturas durante o dia possivelmente provocaram evapotranspiração excessiva, afetando assim o rendimento da cultura. Além disso, pode-se visualizar ainda na Figura 3 a ocorrência de dois picos de baixa temperatura, sendo um em torno de 20 dias após a semeadura (em torno de 15° C) e o outro por volta dos 30 dias após a semeadura (em torno de 12° C), que não foram verificados no primeiro ensaio. Desta forma, os fatores observados, provavelmente agindo em conjunto, podem ter tornado a cultura mais debilitada quando comparada à do ensaio da época da seca, contribuindo assim para menor produtividade.

Os valores médios de rendimento observados nas aplicações de glyphosate (Figura 16A), apresentam diferenças significativas entre estádios até à dose de 12%, sem detecção de diferenças na dose 16%, quando houve redução bastante acentuada no rendimento, inclusive quando o produto foi aplicado em R₇. Nota-se, entretanto, que de uma forma geral a etapa V₃ foi a mais afetada pela aplicação de glyphosate, principalmente quando comparado aos demais estádios em doses mais baixas como 1 e 2%.

No caso do oxyfluorfen (Figura 16B) nota-se diferenças de rendimento entre estádios de aplicação em todas as situações, com o R₇ mostrando-se mais tolerante e o V₃ como o mais sensível, já à partir da dose 1%.

Apesar de ter se obtido neste ensaio rendimentos médios bastante inferiores (0,4819 t/ha) àqueles registrados no ensaio da seca (0,7782 t/ha de média geral), os resultados obtidos vem confirmar aqueles verificados no ensaio anterior, mostrando que a deriva dos herbicidas estudados sobre lavouras de feijão é prejudicial em termos de rendimento, principalmente em estádios iniciais de desenvolvimento, sendo que este efeito pode ser agravado, caso estas lavouras se encontrem debilitadas por alguma condição de estresse.

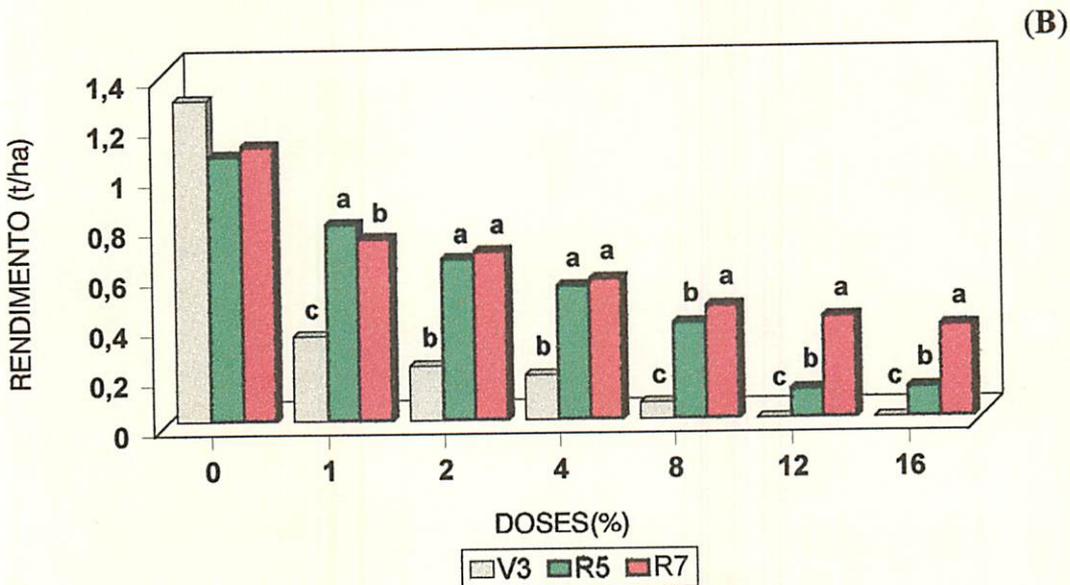
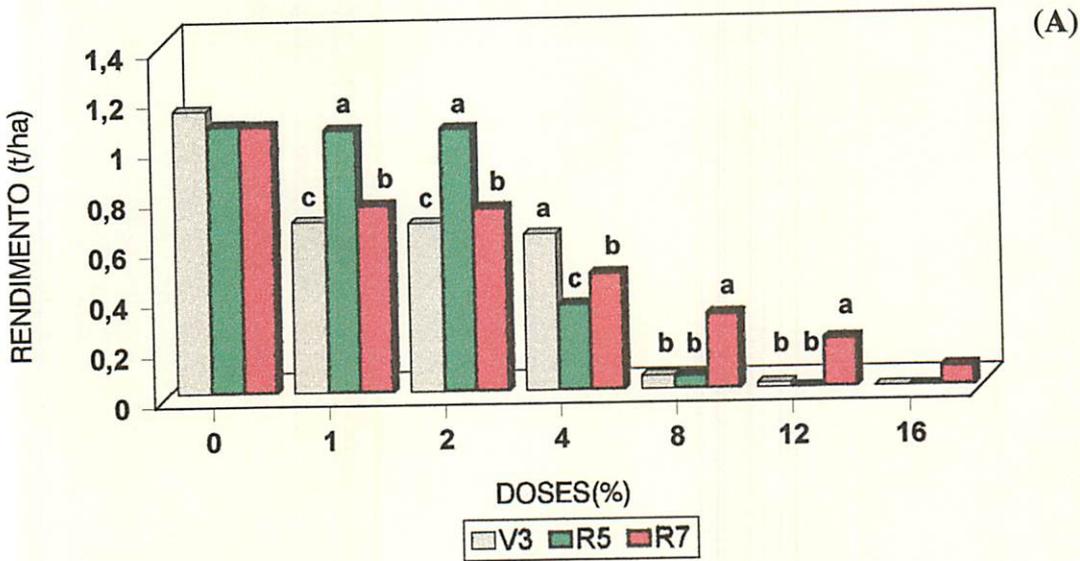


FIGURA 16. Valores médios do rendimento de grãos da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

A Figura 17A apresenta as reduções de rendimento de grãos em função das doses crescentes de glyphosate aplicadas, podendo-se verificar que em R₇ e R₅ este decréscimo foi quadrático, enquanto na fase V₃ seguiu o modelo raiz quadrática. Constatou-se, portanto, em todos os estádios, reduções maiores que aquelas observadas no ensaio anterior, atingindo rendimentos irrisórios nas doses 8 e 12%, indicando que plantas de feijão debilitadas são mais sensíveis aos herbicidas.

No caso do oxyfluorfen Figura 17B visualiza-se também um decréscimo de rendimento em função das doses crescentes aplicadas (modelo raiz cúbica em R₇ e V₃ e modelo quadrático em R₅). Comparando-se as curvas de redução obtidas para os dois herbicidas na etapa V₃, percebe-se redução muito mais acentuada no caso do oxyfluorfen, que levou à obtenção de produção desprezível já com a dose 4%, confirmando a ocorrência de alta sensibilidade de plantas mais jovens de feijão à este produto, conforme foi discutido no ensaio anterior.

Em ambos herbicidas percebe-se que a dose 1% já foi suficiente para afetar o rendimento de grãos, indicando que a sua deriva, mesmo em baixos percentuais é prejudicial à lavoura de feijão reduzindo a produtividade de grãos.

Da mesma forma que para o glyphosate, ao se comparar as reduções provocadas pelo oxyfluorfen neste ensaio (Figura 17B) com aquelas registradas no ensaio anterior (Figura 7B), verificam-se reduções mais acentuadas neste último, o que pode ser explicado em função das piores condições fisiológicas das plantas. Por outro lado, comparando-se os percentuais de redução de rendimento de grãos provocados pela dose 16%, por exemplo, em R₇ neste ensaio (93% no caso do glyphosate e 67% no caso do oxyfluorfen), com aqueles registrados em R₈ no ensaio anterior (21% de redução no caso do glyphosate e sem redução no do oxyfluorfen), supõe-

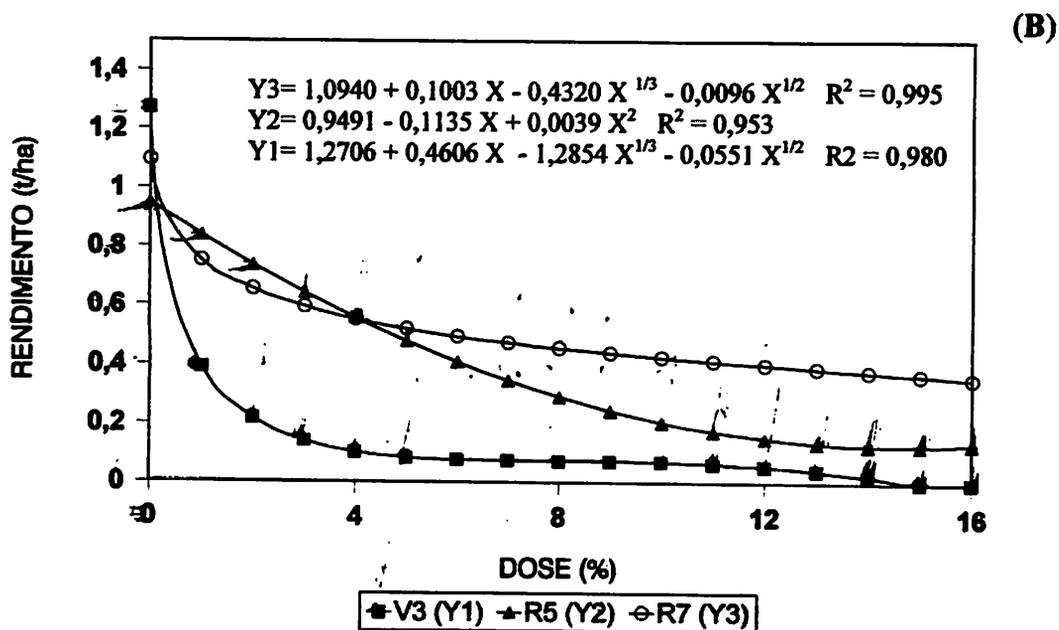
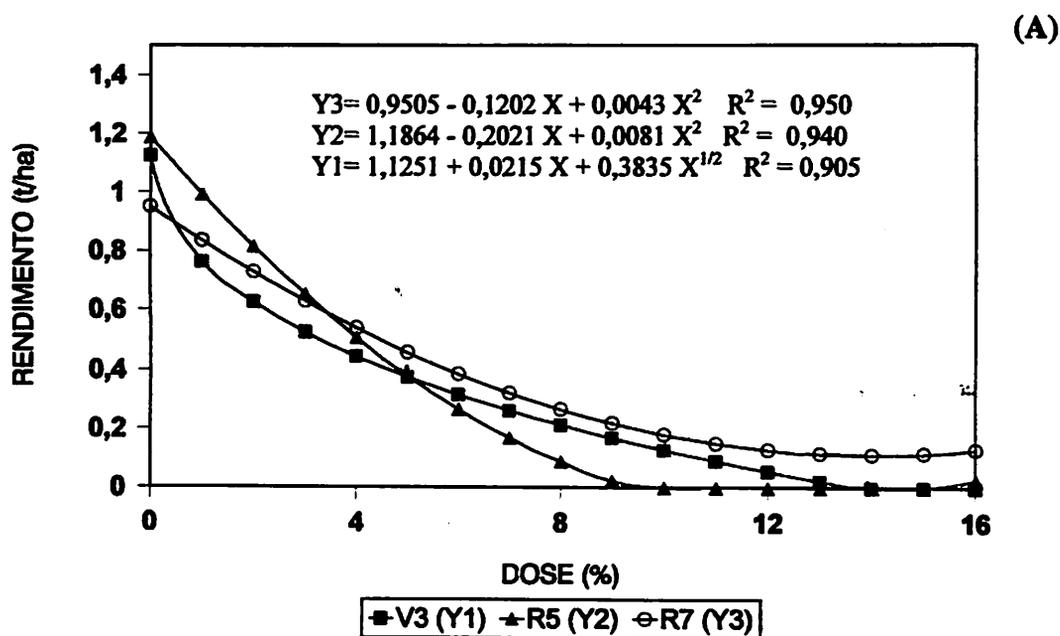


FIGURA 17. Equações de regressão entre rendimento da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

se que, no caso de deriva dos herbicidas em estudo sobre lavouras de feijão no estágio R₇ serão mais prejudicadas que em lavouras no R₃.

4.3.2 Número de vagens por planta:

De forma comparável ao que foi observado para o rendimento de grãos, os valores de número de vagens/planta registrados neste ensaio foram bem inferiores aos observados no ensaio da seca, reforçando a hipótese do feijão encontrar-se em condições fisiológicas menos favoráveis.

Os valores médios do número de vagens/planta observados nas aplicações de glyphosate, são apresentados na Figura 18A, onde visualizam-se diferenças entre estádios somente para as doses 8 a 16%, mas sempre mostrando que aplicações realizadas no R₇ causaram menores reduções do número de vagens/planta e superaram aquelas realizadas em R₅ e V₃, que apresentaram comportamento bastante semelhante, com maiores reduções. Este fato novamente caracteriza uma maior tolerância das plantas de feijão ao glyphosate à medida que avança o ciclo cultural da espécie.

O fato de se observar diferenças no número de vagens/planta entre estádios somente à partir da dose 8% (230,4 g de glyphosate/ha) vai de encontro aos resultados apresentados por Schulter e Aber (1980) que, ao aplicarem dose menor (60g de glyphosate/ha) em feijão fava no estágio vegetativo, não detectaram efeitos sobre o florescimento ou formação de vagens

Quando foi aplicado o oxyfluorfen (Figura 18B), detectaram-se diferenças entre estádios quanto ao número de vagens/planta já à partir da dose 1%, com excessão dose 4% . Aplicações realizadas no R₇ sofreram menores decréscimos, podendo-se observar que doses mais

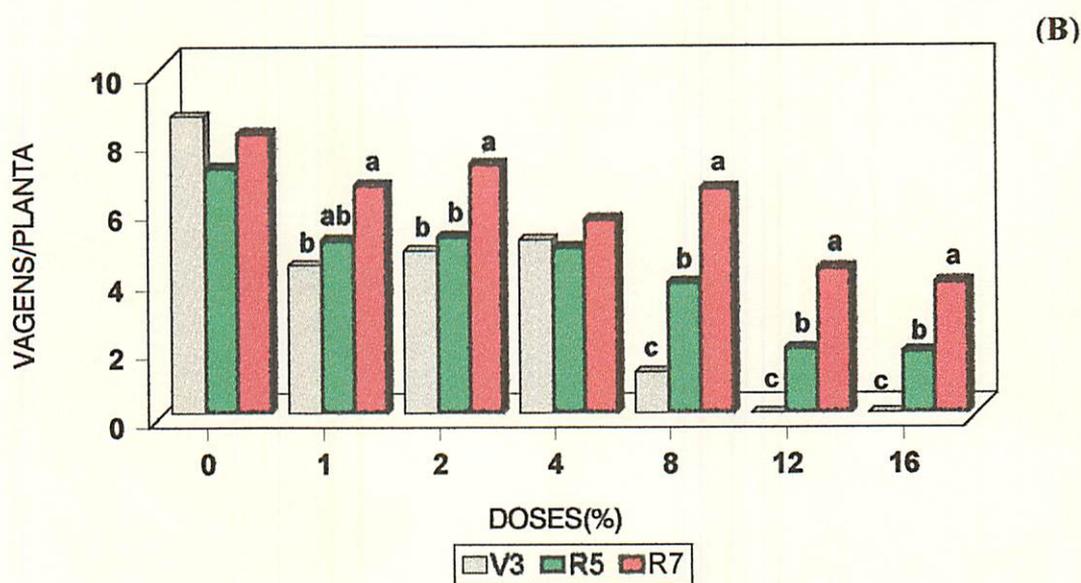
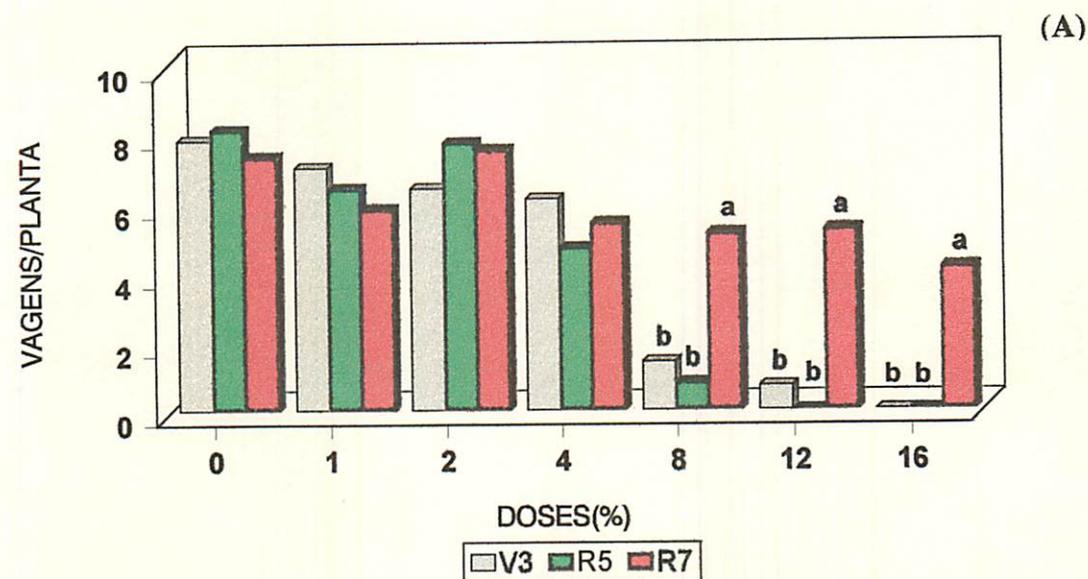


FIGURA 18. Valores médios de número de vagens/planta da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

baixas (1 e 2%) aplicadas em V_3 e R_5 apresentaram comportamento semelhante, apresentando maiores reduções naquela variável, enquanto em doses mais altas (8, 12 e 16%) o V_3 comportou-se como o estágio mais afetado, apresentando número de vagens/planta inferior aos demais.

Observando-se o comportamento das curvas de regressão para esta variável (Figura 19), nota-se que, ao aplicar glyphosate, em todos os estádios ocorreu decréscimo no número de vagens/planta com o aumento da dose, (modelo linear para aplicações realizadas no R_7 e quadrático em R_5 e V_3). O número de vagens por planta tornou-se nulo quando se aplicaram doses de 12% a 14% em V_3 e R_5 , enquanto em R_7 alcançou um valor mínimo (próximo de 5 vagens/planta) na dose máxima (16%).

Nota-se uma semelhança de comportamento em relação à curva de redução do rendimento de grãos para o R_5 e V_3 (Figuras 17 e 19), apresentando um coeficiente de correlação de 0,94 e 0,96 respectivamente (Tabela 18A do Apêndice), indicando que a redução observada neste componente do rendimento contribuiu substancialmente para o decréscimo observado na produtividade. No caso de aplicações realizadas na etapa R_7 , apesar do baixo R^2 observado, percebe-se que a redução do rendimento foi mais acentuada que a redução do número de vagens/planta, sugerindo assim existir outro fator que, naquela situação esteja contribuindo mais efetivamente para a redução do rendimento, o que pode ser comprovado pelo baixo coeficiente de correlação observado entre as curvas (0,63).

Os efeitos das doses crescentes de oxyfluorfen sobre o número de vagens por plantas podem ser visualizados na Figura 19B, onde se verificam reduções que seguiram os modelos quadrático em V_3 , raiz quadrática em R_5 e linear em R_7 . As aplicações realizadas em V_3 atingiram valor zero na dose 12%, enquanto em o R_5 e R_7 alcançaram o valores próximos de 5 vagens/planta na presença da dose máxima (16%).

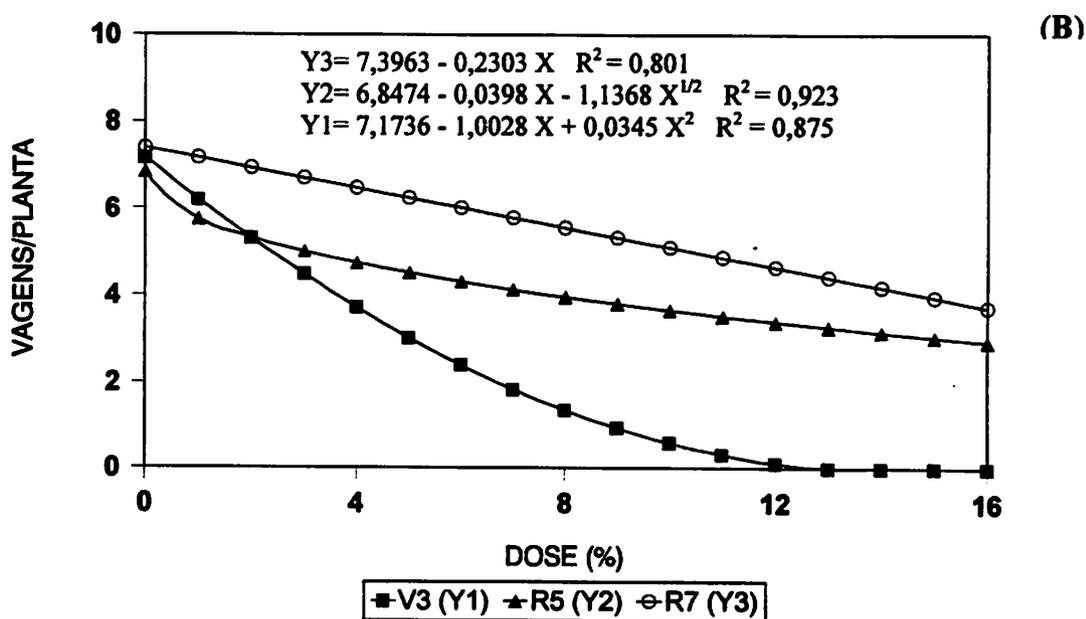
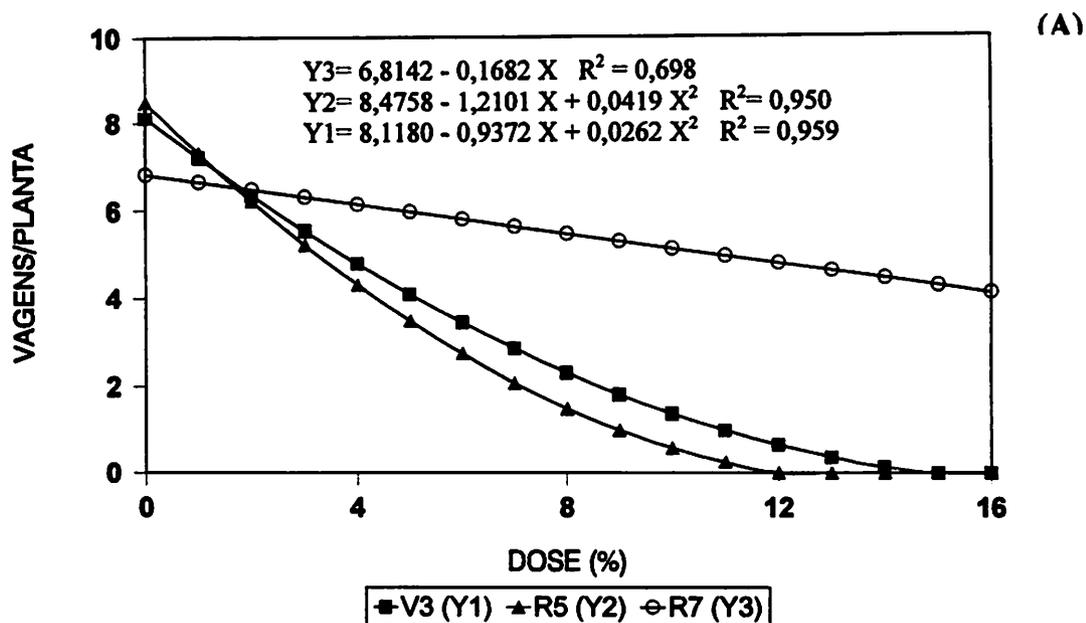


FIGURA 19. Equações de regressão entre número de vagens/planta da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

Comparando-se as curvas de regressão deste componente (Figura 19B), com as do rendimento (Figura 17B), pode-se inferir que em R₅ o comportamento foi semelhante (coeficiente de correlação de 0,96), indicando que a redução deste componente foi um dos principais fatores responsáveis pelo decréscimo da produtividade observada neste estágio. Em V₃ e R₇ nota-se um comportamento bastante diferenciado, com coeficiente de correlação de 0,85 e 0,86 respectivamente (Tabela 18A do Apêndice), indicando que a redução observada no número de vagens por planta não tenha sido a principal responsável pela redução do rendimento, a não ser em doses acima de 12% aplicadas no V₃, quando ambas as variáveis tornaram-se praticamente nulas.

O decréscimo do número de vagens/planta observado na etapa R₇, sob o efeito da dose 16% de glyphosate e de oxyfluorfen neste ensaio (Figura 19), comparado com o decréscimo observado para os mesmos herbicidas e dose, em aplicações realizadas no R₈ no ensaio da seca (Figura 9), mostra que em R₈ não houve redução, provavelmente porque o número de vagens/planta já se encontrava definido, enquanto que em R₇ verificou-se redução substancial (41% de média), por se tratar de estágio mais sensível quando tem início a formação de vagens.

Comparando o efeito dos herbicidas nas diversas doses e estágios, percebe-se que o glyphosate provocou redução mais acentuada do número de vagens/planta quanto aplicado em R₅, apresentando comportamento semelhante entre herbicidas quando aplicados nas etapas V₃ e R₇.

4.3.3 Número de sementes por vagem:

Os valores médios registrados para o número de sementes/vagem sob a ação de glyphosate aplicado em diferentes estágios de desenvolvimento são apresentados na Figura 20A,

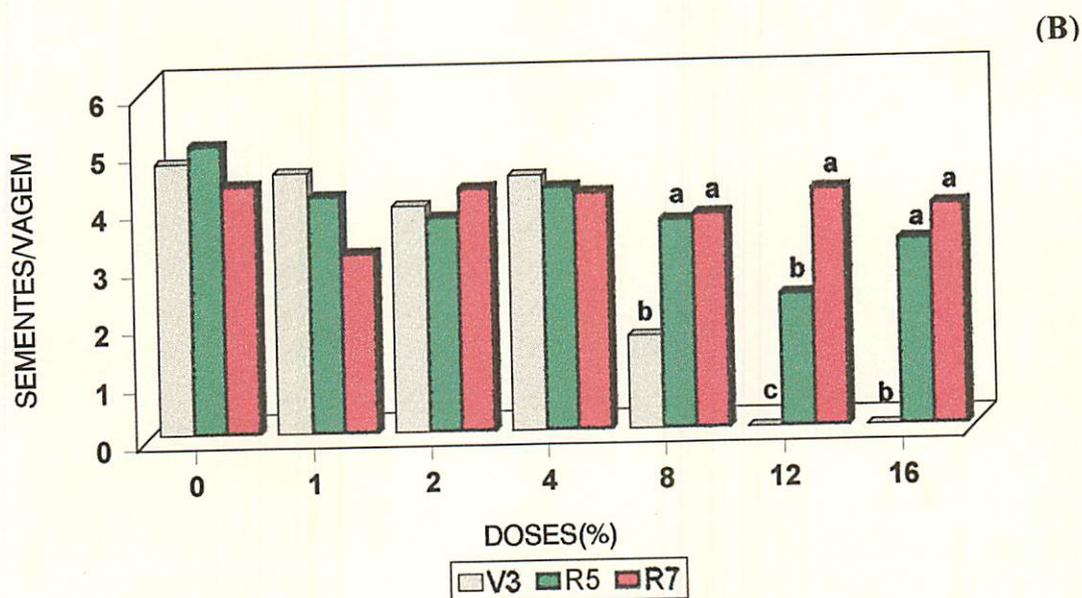
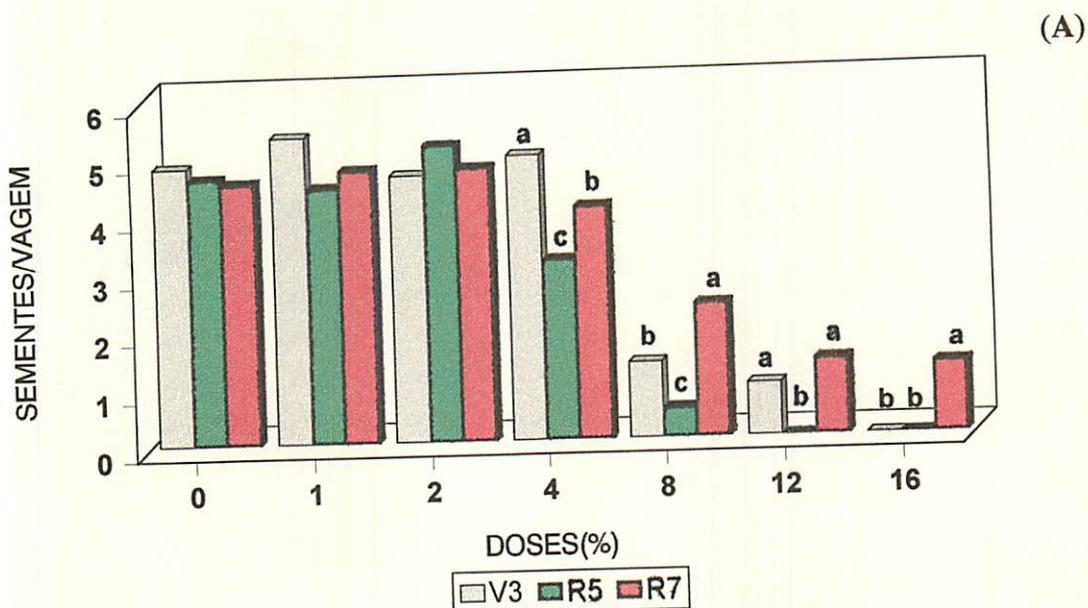


FIGURA 20. Valores médios de número de sementes/vagem da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A), oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

onde notam-se diferenças significativas entre estádios de aplicação à partir da dose 4%, quando o estádio R₅ passou a ser sempre o mais prejudicado quanto a esta variável.

Estes resultados são comparáveis aos do ensaio anterior e aos obtidos por Mesa-Garcia, Haro e Garcia-Torres (1984) que ao aplicar 120 g de glyphosate/ha (correspondente à dose 4% deste ensaio) na fase vegetativa do feijão fava registrou apenas ligeiro aumento no número de sementes/vagem, mas ao aplicar 360 g/ha (correspondente à dose 12% deste ensaio) no florescimento e formação de vagens, registrou reduções naquele componente do rendimento.

Pode-se especular que, ao se aplicar doses mais baixas de glyphosate no V₃, exista a possibilidade de uma ligeira recuperação das plantas que não morreram, de modo a não afetar o número de sementes/vagem, uma vez que normalmente este representa o último componente do rendimento a ser afetado em condição de estresse. Para 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 torna-se mais drástico e se iguala, não sendo possível detectar diferenças entre V₃ e R₅ para esta variável.

Observando-se a Figura 20B notam-se diferenças significativas entre estádios somente à partir da dose 8% de oxyfluorfen, quando em V₃ foi produzido o menor número de sementes/vagem. As aplicações em R₇ sempre superaram os demais estádios de aplicação, quanto a esta variável, de forma semelhante ao ensaio da seca.

Quanto ao efeito das doses aplicadas em diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro, pode-se visualizar na Figura 21A que a redução do número de sementes por vagem em função das doses crescentes de glyphosate seguiu o modelo linear para em V₃ e R₇, e o modelo quadrático em R₅.

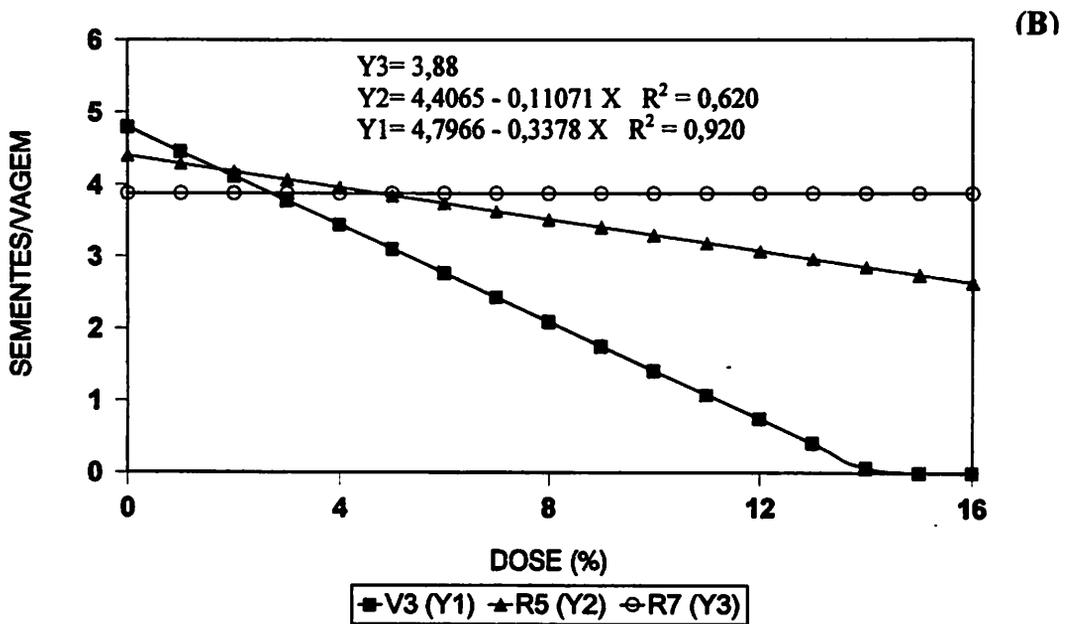
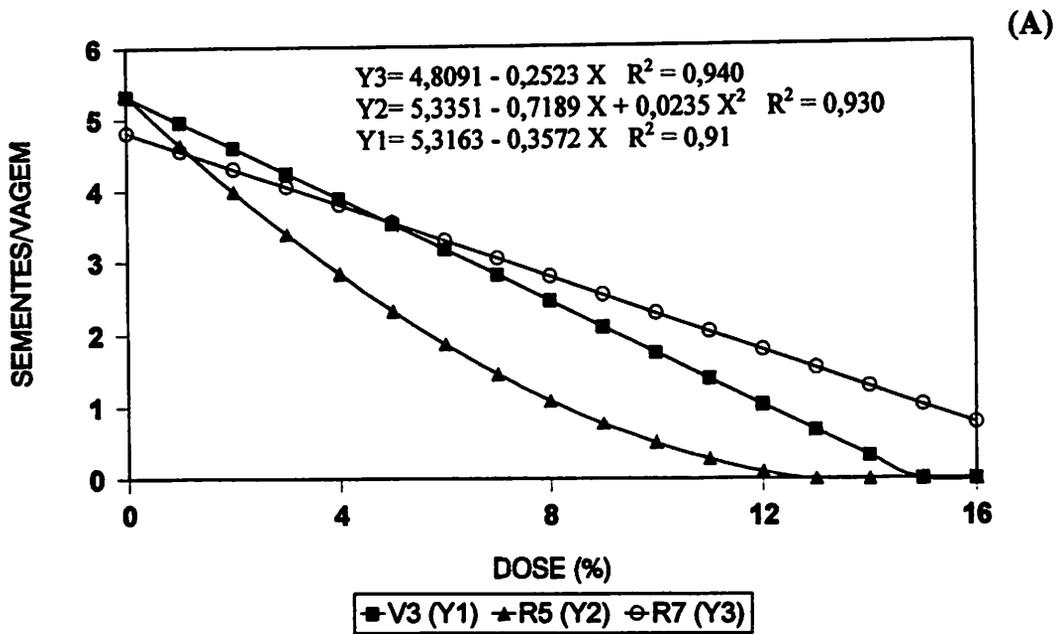


FIGURA 21. Equações de regressão entre sementes/vagem da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

O número de sementes por vagem resultante das aplicações realizadas no R₇ alcançaram valor mínimo próximo de uma semente/vagem com o emprego da dose máxima (16%), atingindo valor zero em doses próximas de 15% em V₃ e 12% em R₅, mostrando um efeito mais acentuado do produto sobre o número de sementes/vagem neste estágio de aplicação, o que vem de encontro às afirmações anteriores.

Entretanto, é importante salientar que o comportamento da variável nas aplicações de glyphosate em V₃ e R₇ foram muito semelhantes, mostrando que a deriva deste produto antes da formação de vagens pode reduzir acentuadamente o número de sementes/vagem.

Comparando-se o comportamento das curvas de regressão para redução do rendimento de grãos e do número de sementes/vagem, constata-se que, no caso de aplicações de glyphosate realizadas em R₅, o comportamento de ambas foi muito semelhante (coeficiente de correlação de 0,96), o que sugere que a redução deste componente foi uma das principais causas do decréscimo de produção neste estágio, juntamente com o número de vagens/planta. Já em V₃ e R₇ o comportamento das curvas de redução de rendimento foi diferenciado com coeficientes de correlação de 0,84 para o V₃ (Tabela 18A do Apêndice), indicando que neste estágio a redução deste componente não foi a principal responsável pela redução do rendimento. Para o R₇, apesar do baixo coeficiente de correlação observado (0,90), este superou aqueles observados para as demais componentes indicando ser este o principal responsável pela redução observada no rendimento de grãos para aplicações realizadas neste estágio.

Aplicando-se oxyfluorfen em R₇ (Figura 21B), não detectou-se decréscimo do número de sementes, o que já foi explicado anteriormente em função do número excessivo de folhas do feijoeiro que embora prejudicado pela ação de contato do produto, é capaz de suprir a planta com fotoassimilados, mantendo desta forma, o mesmo número de sementes por vagem.

Aplicações de doses crescentes em V_3 e R_5 apresentaram redução linear do número de sementes/vagem com decréscimo mais acentuado em V_3 , atingindo zero (sem produção), para dose próxima de 14%; aplicações realizadas em R_5 não foram tão drásticas (produzindo três sementes/vagem com a dose 16%) reforçando a teoria de que o efeito de subdoses de um produto de contato é amenizado à medida que se avança no estágio de desenvolvimento da cultura, apesar do baixo R^2 observado (0,620) para o R_5 .

As curvas de regressão do rendimento de grãos e do número de sementes/vagem, quando comparadas, indicam que a redução deste componente foi uma das principais responsáveis pelo decréscimo de produção quando aplicou-se oxyfluorfen em R_5 (coeficiente de correlação de 0,86) pois o comportamento de ambas foi muito semelhante, apesar do baixo R^2 observado. Já em V_3 e R_7 , o comportamento foi diferenciado, não mostrando a mesma relação, com coeficiente de correlação de 0,60 para o V_3 e não significativo para o R_7 (Tabela 18A do Apêndice).

Em relação ao ensaio anterior, apesar de serem observadas tendências semelhantes, nota-se que, de maneira geral, as reduções foram mais acentuadas no ensaio de outono/inverno, o que pode ser atribuído, mais uma vez, ao fato de neste ensaio as plantas apresentarem-se mais debilitadas e, portanto, mais sensíveis aos efeitos dos produtos.

Comparando-se as curvas obtidas com o oxyfluorfen aplicado em R_7 neste ensaio com aquelas obtidas em R_8 no ensaio da seca, observa-se que nos dois casos não houve redução do número de sementes por vagem, mostrando que a deriva, deste produto à partir da formação de vagens, não afetará este componente mesmo em doses mais elevadas.

Quando se aplicou o glyphosate em R_7 verificou-se redução linear, do número de sementes por vagem em função das doses crescentes, atingindo valor próximo de zero para a dose 16%; quando aplicado em R_8 , não causou redução neste componente mesmo com dose superior

(32%) indicando que a deriva de glyphosate no início da formação de vagens pode provocar reduções no número de sementes/vagem, mas na fase de enchimento de grãos não provocará redução no número de sementes/vagem, mesmo sendo uma deriva acentuada, uma vez que o número de grãos já estará definido.

Quanto ao efeito dos herbicidas, nota-se que em V₃ os efeitos foram muito semelhantes, enquanto que em R₅ e R₇ o glyphosate provocou maiores reduções que o oxyfluorfen, sugerindo que a deriva de glyphosate na fase reprodutiva da planta será mais prejudicial para esta variável, que a deriva de oxyfluorfen.

4.3.4 Peso médio de cem grãos:

A Figura 22A apresenta os valores médios de peso de cem grãos em função de doses de glyphosate e estádios de desenvolvimento da cultura do feijão, onde percebem-se diferenças significativas entre estádios de aplicação à partir da dose 8%. As aplicações realizadas em R₅ mostraram-se mais prejudiciais, ainda que na dose 16% tenha mostrado valores iguais aos verificados para aplicações realizadas no V₃. O peso médio de cem grãos foi afetado em menor grau quando as aplicações de glyphosate foram realizadas em R₇.

Tais observações sugerem que a deriva de glyphosate ocorrida sobre plantas de feijão em V₃, em doses mais baixas (até 12%), apesar de provocar uma acentuada queda no peso médio de cem grãos, possibilita uma recuperação parcial das plantas que não morreram, as quais podem metabolizar o produto até a fase reprodutiva e apresentar valores superiores aos verificados para aplicações realizadas em R₅. Neste último estágio (pré-floração) a taxa metabólica do feijoeiro é muito alta fazendo com que o glyphosate, que é sistêmico, prejudique o vingamento

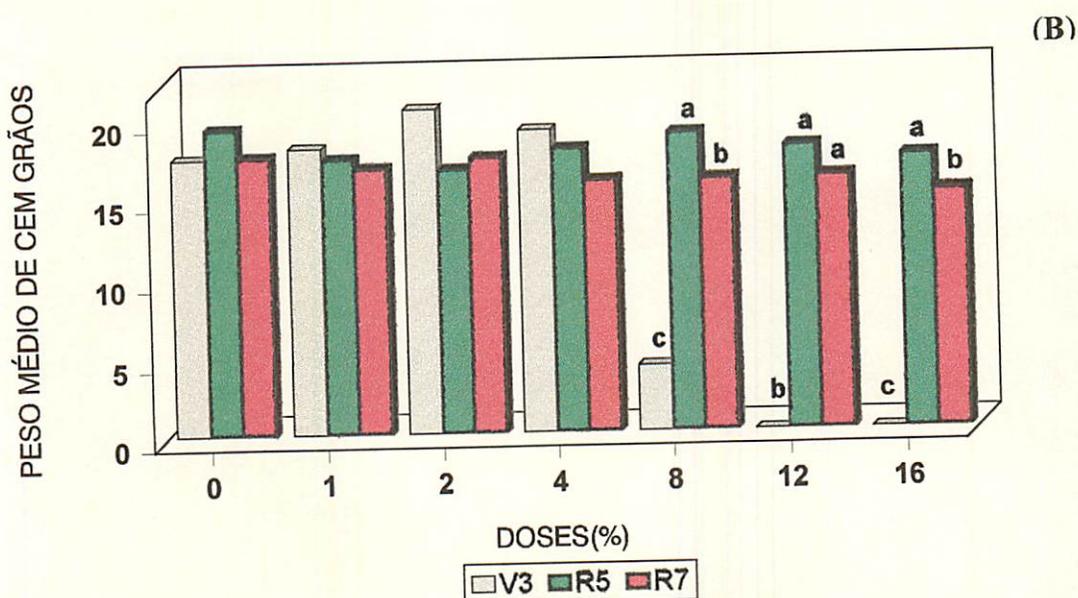
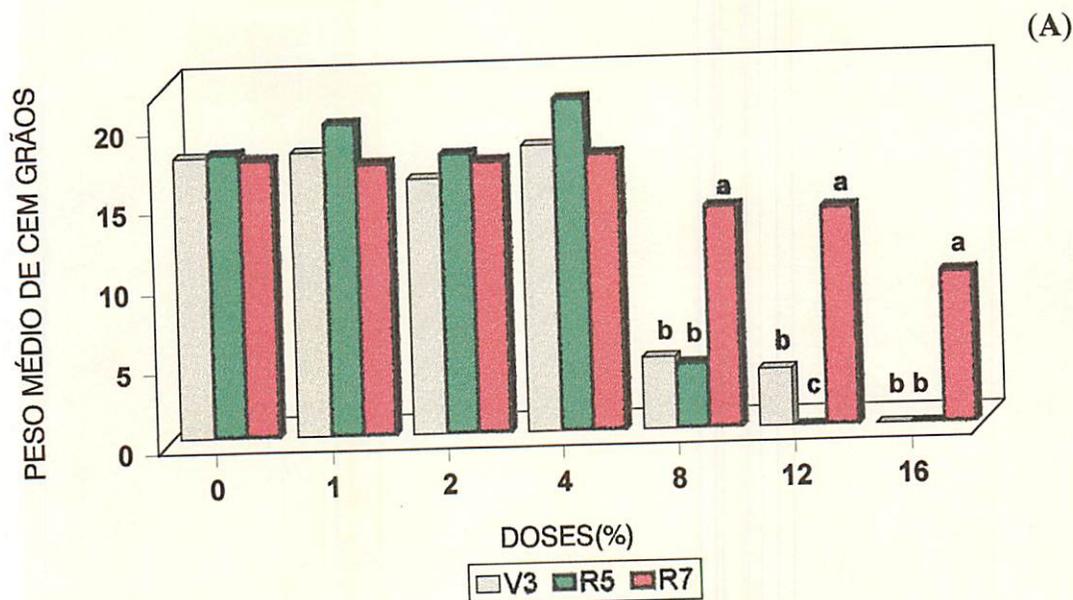


FIGURA 22. Valores médios do peso médio de cem grãos da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

de flores e vagens, como já foi visto anteriormente, prejudicando também o enchimento de grãos, formando grãos de peso menor.

No caso de ocorrência de deriva em R₇, as reduções de peso médio dos cem grãos serão menores, o que pode ser justificado pelo fato de nesta fase as vagens já estarem se formando, com as plantas apresentando-se menos sensíveis que no florescimento, conseguindo metabolizar parcialmente o glyphosate.

De forma semelhante, no caso do oxyfluorfen (Figura 22B), percebem-se diferenças significativas entre estádios de aplicação somente à partir da dose 8% quando as aplicações realizadas em V₃ passaram a produzir os menores valores de peso médio de cem grãos, o que vem corroborar com a afirmação feita por Snipes, Street e Mueller (1992) de que herbicidas de contato como os difeniléteres são mais prejudiciais para plantas jovens.

O efeito das doses crescentes dos herbicidas aplicadas nos diferentes estádios (Figura 23) confirma as observações anteriores, sendo que para o glyphosate verificou-se redução linear do peso médio de cem 100 grãos, em todos os estádios de aplicação, embora em R₇ a menor declividade da reta indique uma menor suscetibilidade ao produto neste estádio.

Estes resultados discordam daqueles verificados por Ratnayake e Shaw (1992), os quais não verificaram reduções no peso médio de 100 grãos ao aplicarem 560 g de glyphosate/ha em soja, no início do desenvolvimento e no final do enchimento de grãos. Apesar destes autores terem aplicado dose muito superior à dose máxima utilizada neste ensaio (460,8 g/ha), a discordância pode ser justificada pelo fato da soja ser uma planta mais tolerante que a de feijão e também pelo fato das aplicações terem sido realizadas em estádios bem diferentes.

(A)

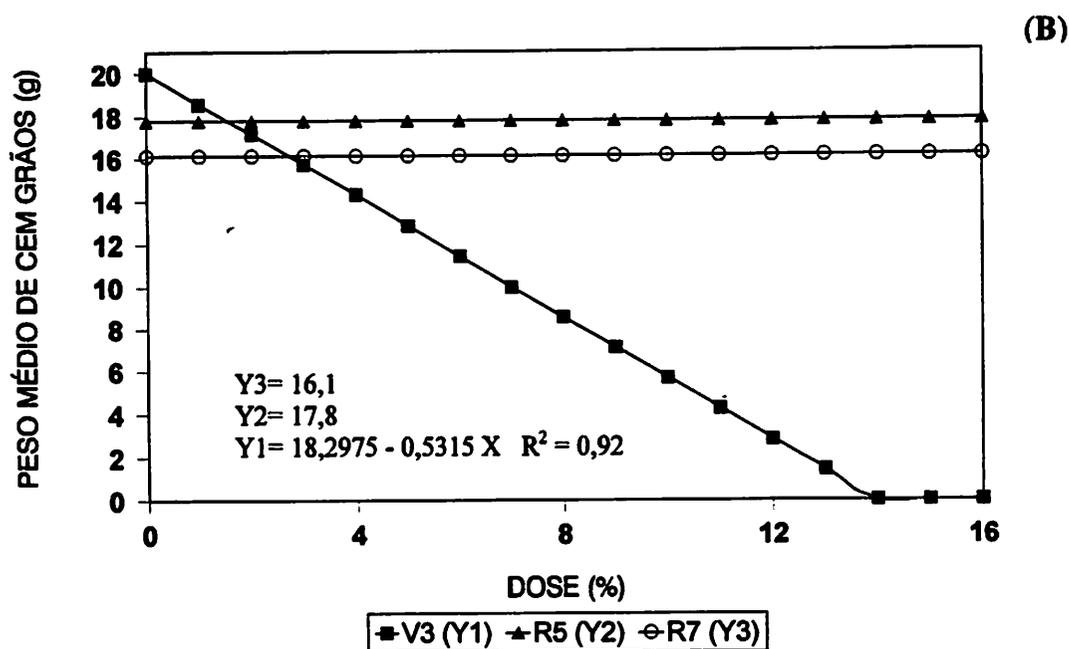
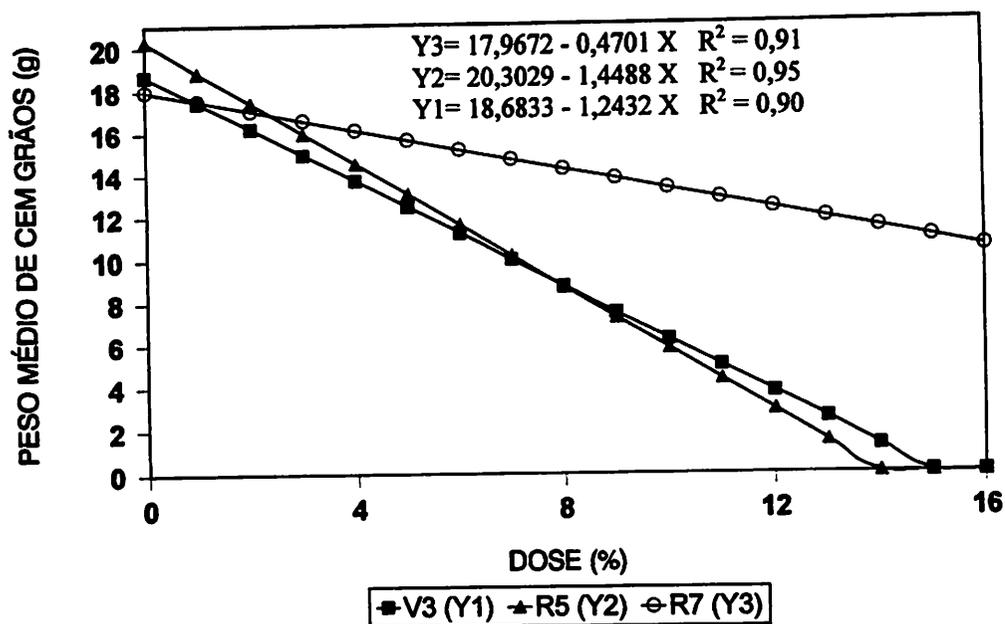


FIGURA 23. Equações de regressão entre peso médio de cem grãos da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

Quando aplicou-se oxyfluorfen no R₅ ou no R₇ não verificou-se efeito de doses crescentes reduzindo o peso de cem grãos, mas em V₃ acentuada redução linear, até atingir peso zero em dose próxima de 14%.

Comparando-se o efeito dos herbicidas, pode-se inferir que a ocorrência de deriva sobre lavouras de feijão no estágio V₃, tanto para o glyphosate como para o oxyfluorfen, provocará reduções no peso médio de cem grãos. Nas etapas R₅ e R₇, o glyphosate provocará respectivamente decréscimos acentuados ou moderados enquanto a deriva de oxyfluorfen, nestes dois estádios, não afetará o peso médio de cem grãos.

O comportamento das curvas de regressão do rendimento de grãos e peso médio de cem grãos foi bastante distinto com coeficientes de correlação para todos os herbicidas e estádios aplicados (Tabela 18A do Apêndice), com o rendimento de grãos apresentando decréscimos mais acentuados, indicando que o peso dos grãos não foi componente principal a determinar a redução no rendimento.

4.3.5 Estande final:

A Figura 24A apresenta os valores médios do estande final registrados para o glyphosate aplicado em diferentes doses e estádios da cultura do feijão. Verificam-se diferenças significativas de estande entre os estádios a partir da dose 4%, quando as aplicações em V₃ passaram a reduzir significativamente a população de plantas, chegando a apresentar morte total das plantas na dose 16%.

As aplicações realizadas em R₇ praticamente não reduziram o estande final (Figura 24A), confirmando a observação realizada no ensaio da época da seca no qual aplicações de

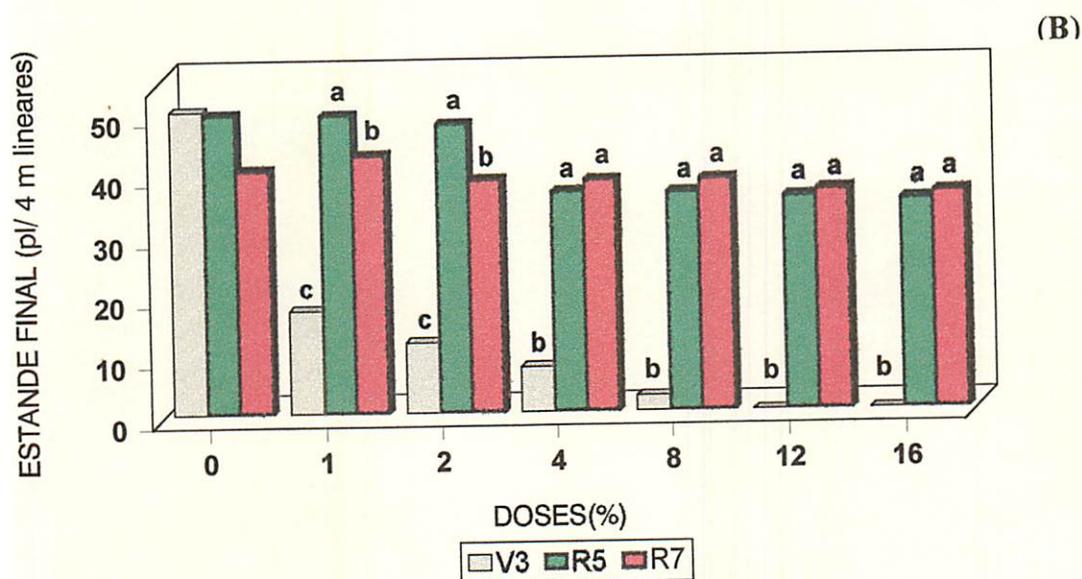
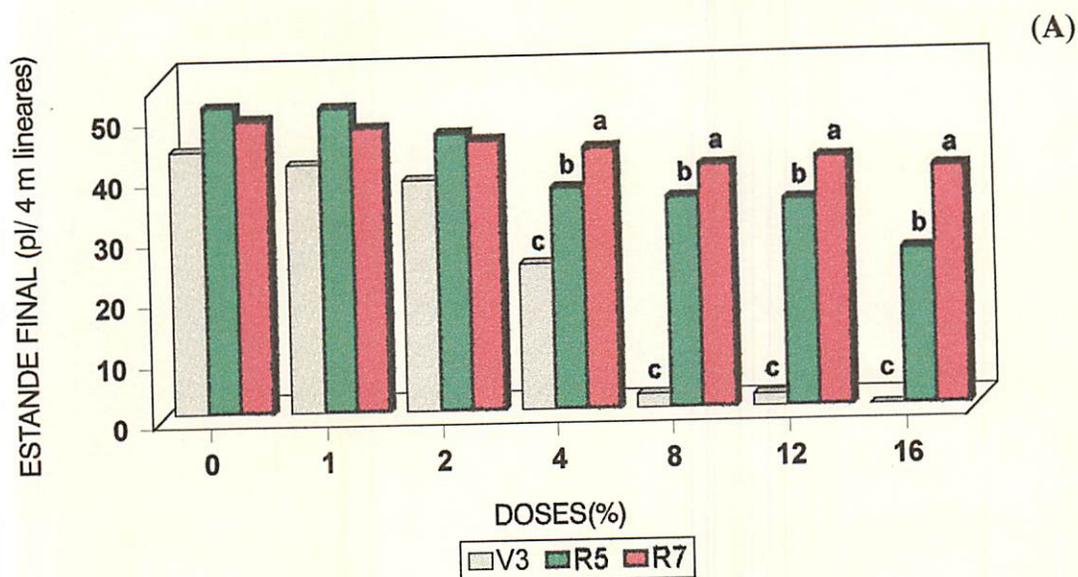


FIGURA 24. Valores médios de estande final da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

glyphosate em estádios mais avançados de desenvolvimento da cultura do feijão foram menos efetivos em termos de redução do estande.

No caso do oxyfluorfen (Figura 24B) foram detectadas diferenças entre estádios em todas as doses aplicadas. É importante salientar que o efeito deste produto é tão acentuado em V_3 , que já na presença da dose 1% o estande final é drasticamente reduzido, chegando à apresentar morte total na dose 12%.

Pode-se inferir que as aplicações realizadas em R_5 e R_7 apresentaram praticamente o mesmo estande da testemunha em relação a todas as doses aplicadas, confirmando que o oxyfluorfen, aplicado em subdoses, parece ser mais fitotóxico para plantas mais jovens que para plantas em estágio de desenvolvimento mais avançado.

Quanto ao efeito das doses dos herbicidas aplicadas em diferentes estádios, pode-se visualizar na Figura 25A, que as doses crescentes de glyphosate aplicadas em R_7 , não afetaram o estande final, o mesmo não ocorrendo com aplicações realizadas em R_5 , onde detectou-se redução linear e em V_3 , onde o decréscimo foi quadrático. A redução detectada nas aplicações realizadas em R_5 mostrou-se menos acentuada (estande de 18 plantas na dose 16%) que aquela verificada em V_3 , quando houve morte total das plantas já na dose 12%.

O comportamento do oxyfluorfen foi semelhante ao do glyphosate, com aplicações realizadas em R_7 sem efeito sobre o estande e verificando-se reduções quadrática em R_5 e seguindo modelo raiz cúbica nas aplicações realizadas em V_3 . Neste estágio o decréscimo observado foi bem mais acentuado, alcançando com valores próximos de zero já com a dose 8%.

Comparando o efeito dos produtos verifica-se que, à exceção de aplicações realizadas no R_7 , que não afetaram o estande final, o oxyfluorfen foi mais fitotóxico no V_3 que o

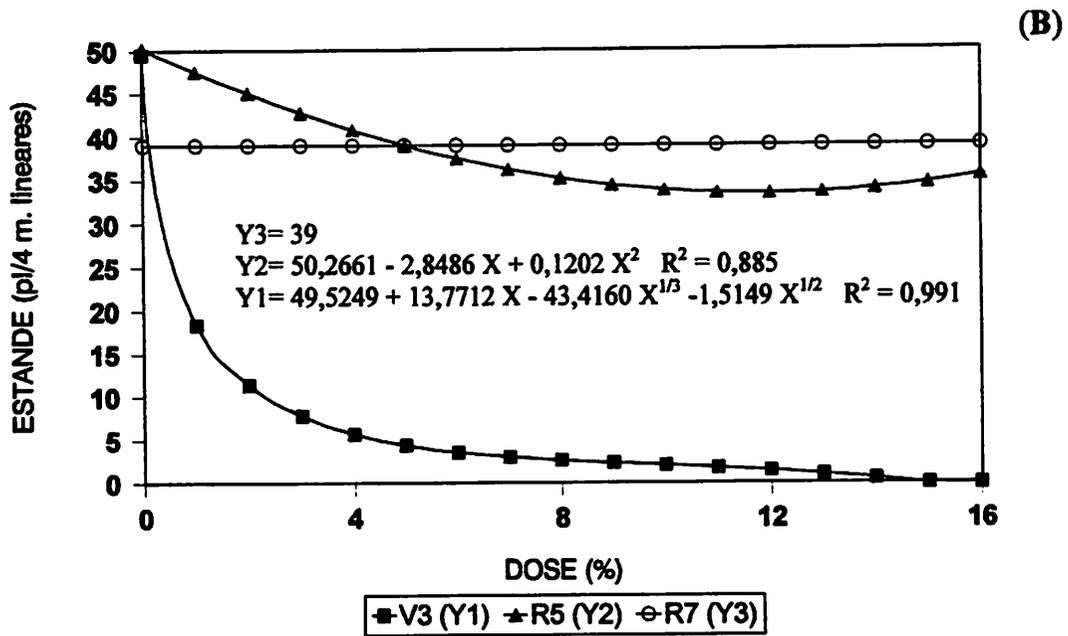
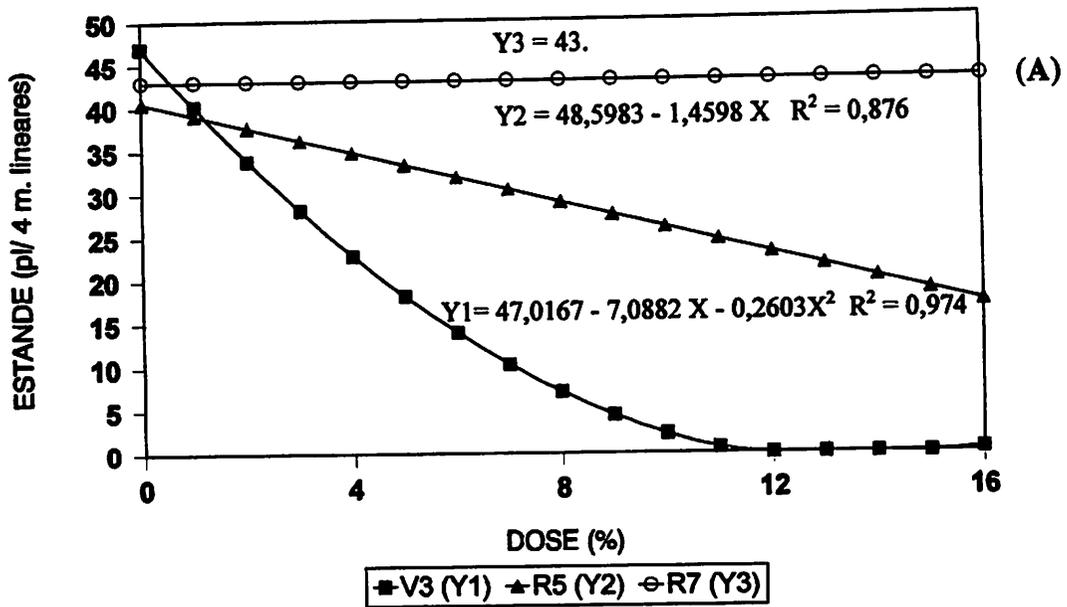


FIGURA 25. Equações de regressão entre estande final da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

glyphosate ou de oxyfluorfen sobre a cultura do feijão neste estádio (coeficiente de correlação de 0,94 e 0,99 respectivamente).

Os resultados obtidos permitem afirmar que no caso de deriva destes herbicidas no estádio V₃ do feijoeiro, a morte de plantas será acentuada, provocando severas reduções de rendimento, em função da redução acentuada provocada no estande.

4.3.6 Índice de colheita:

Na Figura 26A verifica-se que em relação ao índice de colheita, ocorreram diferenças entre estádios à partir da dose 4%, quando as aplicações de glyphosate realizadas em R₅ foram superadas pelas demais, e as aplicações realizadas em V₃ apresentaram maior índice de colheita, provavelmente devido ao fato do rendimento ter sido superior (0,62 t/ha) em relação ao R₅, com um menor desenvolvimento de plantas observado no campo, o que certamente promoveu uma menor produção da porção vegetativa.

As aplicações realizadas em R₅ apresentaram índice de colheita inferior na dose 4%, em função do baixo rendimento obtido (0,335 t/ha). No R₇, apesar do rendimento ter sido de 0,458 t/ha, a parte vegetativa foi pouco afetada pelo herbicida em relação ao V₃ e, conseqüentemente, conduziu-se a um menor índice de colheita.

Na dose 8% o rendimento de grãos nas aplicações realizadas em V₃ e em R₅ foram muito baixos (0,050 t/ha) e o estande, para o V₃ também baixo que induziu a um maior desenvolvimento da parte vegetativa em relação ao rendimento de grãos das plantas remanescentes, obtendo-se assim um índice de colheita muito baixo. No caso do R₅ a parte vegetativa das plantas foi pouco afetada por tratar-se de aplicação em fase mais adiantada do

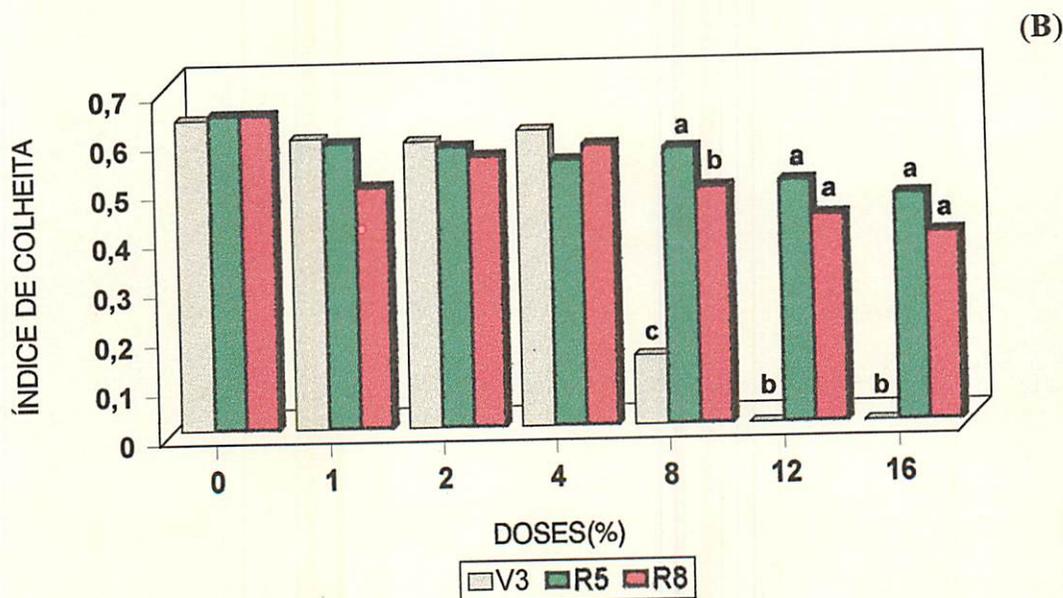
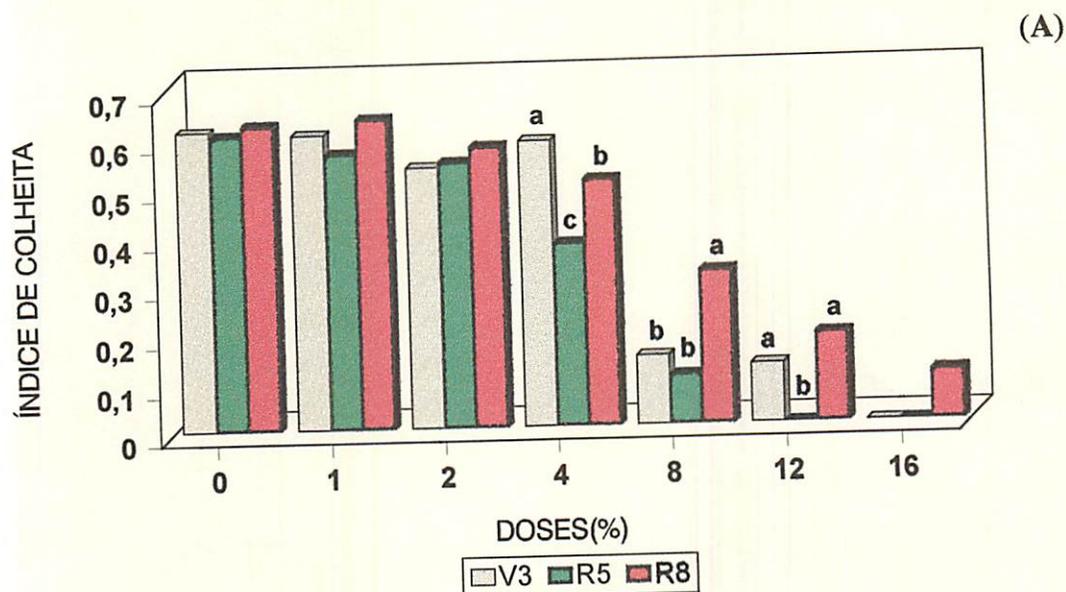


FIGURA 26. Valores médios do índice de colheita da cultivar de feijão Carioca submetida a diversas doses de glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre estádios, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

desenvolvimento, levando também a um baixo índice de colheita. Em ambos os casos, entretanto, os índices foram inferiores ao do R₇, em função do maior rendimento nesta etapa (0,290 t/ha).

No caso da dose 12%, as aplicações realizadas em R₅ apresentaram índice de colheita inferior ao registrado em V₃, provavelmente porque não houve produção de grãos; em R₇ o índice foi superior aos demais, certamente em função do maior rendimento de grãos, em relação aos demais. Os índices de colheita obtidos com a dose 16% foram semelhantes em todos os estádios, em função do rendimento de grãos praticamente nulo.

Em se tratando do oxyfluorfen (Figura 26B), verificaram-se diferenças significativas entre estádios à partir da dose 8%, com o V₃ apresentando os piores resultados em função do baixo rendimento de grãos.

As curvas de regressão para o efeito das doses de glyphosate, aplicadas em diferentes estádios, são apresentadas na Figura 27A. Percebe-se um decréscimo linear do índice de colheita, com comportamento muito semelhante nos três estádios, indicando que o herbicida afetou a variável independentemente do estádio de aplicação.

As doses de oxyfluorfen (Figura 27B) praticamente não apresentaram efeito sobre o índice de colheita quando aplicadas em R₅ ou R₇, mas em V₃ houve decréscimo linear deste índice.

Comparando-se o efeito dos dois herbicidas nota-se que o efeito foi semelhante para aplicações realizadas no V₃, com redução acentuada do índice de colheita, reforçando a afirmação de que plantas de feijão são mais sensíveis aos produtos estudados em estádios iniciais de desenvolvimento.

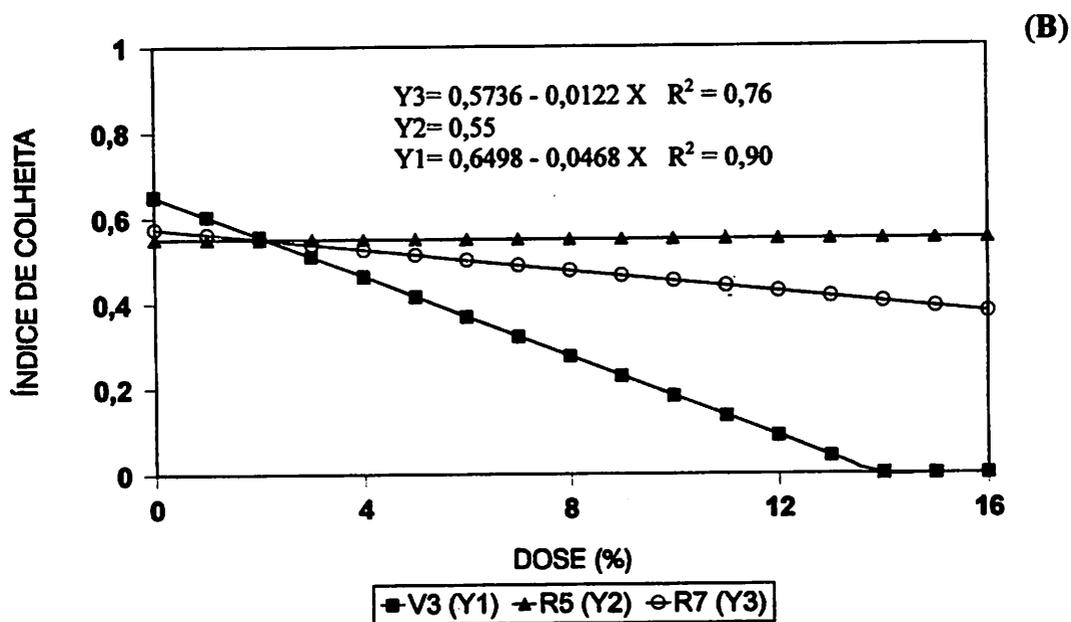
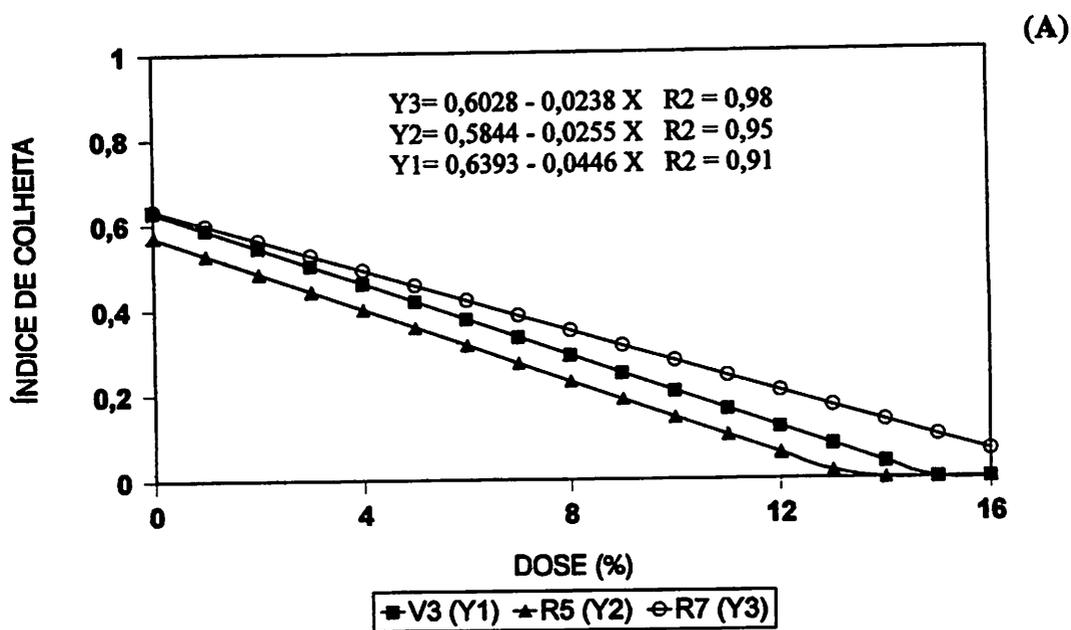


FIGURA 27. Equações de regressão entre índice de colheita da cv. de feijão Carioca e doses dos herbicidas glyphosate (A) e oxyfluorfen (B) em diferentes estádios do ciclo vegetativo no ensaio de outono/inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

4 Ensaio de casa-de-vegetação:

Através dos quadros de resumo de análise de variância da Tabela 3A do Apêndice pode-se verificar que para todas as variáveis em estudo a interação tripla mostrou-se significativa. Os resumos das análises de variância dos desdobramentos desta interação, são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

TABELA 9. Resumo da análise de variância (desdobramento de Cultivares dentro interação Herbicida x Dose) dos dados relativos à avaliação visual (Escala E.W.R.C.) aos quinze e trinta dias após a aplicação, no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.

F. V.	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		QUINZE DIAS	TRINTA DIAS
Bloco	4	0,3556	0,7417
Herbicida (H)	1	0,0889	47,0222**
Dose (D)	5	229,0000**	228,0356**
Herbicida x Dose (H x D)	5	10,0889**	2,4522**
Cultivar dentro de (H x D)	(24)	2,8611**	2,5111**
Cultivar d/ Glyphosate 0%	2	0,0000	0,0000
Cultivar d/ Glyphosate 2%	2	11,6667**	15,0000**
Cultivar d/ Glyphosate 4%	2	11,6667**	10,4000**
Cultivar d/ Glyphosate 8%	2	1,0667*	1,6667*
Cultivar d/ Glyphosate 12%	2	0,0667	0,0667
Cultivar d/ Glyphosate 16%	2	0,0000	0,0000
Cultivar d/ Oxyfluorfen 0%	2	0,0000	0,0000
Cultivar d/ Oxyfluorfen 2%	2	6,0667**	0,0000
Cultivar d/ Oxyfluorfen 4%	2	0,0667	1,4000*
Cultivar d/ Oxyfluorfen 8%	2	1,0667	0,2667
Cultivar d/ Oxyfluorfen 12%	2	1,4000**	0,0667
Cultivar d/ Oxyfluorfen 16%	2	1,2667*	1,2667*
Resíduo	140	0,2898	0,4102
Média geral		6,100	6,089
C. V. (%)		8,83	10,52

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 10. Resumo da análise de variância do (desdobramento de Doses dentro da interação Cultivar x Herbicida) dos dados relativos à avaliação visual (Escala E.W.R.C.) aos quinze e trinta dias após a aplicação, no ensaio de casa vegetação. UFLA, Lavras, MG, 1996.

F. V.	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		QUINZE	TRINTA
Bloco	4	0,3556	0,7417
Herbicida (H)	1	0,0889	47,0222**
Cultivar (C)	5	0,3500	3,7555**
Cultivar x Herbicida (C x H)	2	8,8722**	4,6889**
Dose dentro de (H x C)	(30)	41,5222**	39,8756**
Dose d/ Carioca X Glyphosate	5	45,6333**	46,8333**
Dose d/ Carioca X Oxyfluorfen	5	32,0000**	30,8600**
Dose d/ Carioca MG X Glyphosate	5	59,3333**	47,3133**
Dose d/ Carioca MG X Oxyfluorfen	5	38,1400**	30,3800**
Dose d/ Ouro Negro X Glyphosate	5	42,6133**	50,5333**
Dose d/ Ouro Negro X Oxyfluorfen	5	31,4133**	33,3333**
Resíduo	140	0,2898	0,4102
Média geral		6,100	6,089
C. V. (%)		8,83	10,52

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Observando-se o desdobramento de Cultivar dentro da interação Herbicida x Dose (Tabela 9) nota-se, aos quinze dias após a aplicação, efeito significativo somente para as doses 2%, 4% e 8% de glyphosate e 2%, 12% e 16% de oxyfluorfen. Aos trinta dias após a aplicação, verifica-se que no caso do glyphosate os resultados foram semelhantes aos anteriores, enquanto que para o oxyfluorfen foram detectados efeitos significativos de cultivares apenas nas doses 4% e 16%. Os coeficientes de variação registrados para as duas variáveis podem ser considerados baixos, indicando boa precisão experimental.

Na Tabela 10 que apresenta o desdobramento de Doses dentro da interação Cultivar x Herbicida, verifica-se que tanto aos quinze, quanto aos trinta dias após a aplicação, houve efeito significativo de doses dos herbicidas.

A Figura 28 apresenta os valores médios das notas registradas aos 15 dias e 30 dias após a aplicação de glyphosate, em função de cultivares e doses aplicadas.

No caso do glyphosate, aos quinze dias após a aplicação (Figura 28A) pode-se notar diferenças significativas entre cultivares somente nas doses 2%, 4% e 8%, sendo que nas duas primeiras a cultivar Carioca MG mostrou-se mais tolerante ao herbicida, passando a comportar-se como mais sensível na dose 8% porém, com média de nota muito próxima das demais cultivares; nas doses 12% e 16% não foram verificadas diferenças entre cultivares, com todas recebendo notas próximas de 9 (morte total).

Aos trinta dias após a aplicação, (Figura 28B) a mesma tendência anterior foi mantida, detectando-se entretanto, uma elevação das notas para todas as cultivares, caracterizando uma intensificação do efeito fitotóxico do produto após este período, principalmente na dose 2% a cultivar Carioca, mostrando que, em doses mais baixas, os efeitos do produto se manifestam mais a longo prazo, o que, no caso da deriva no campo, dificultaria mais ainda ao produtor, correlacionar os sintomas observados com esta ocorrência. Nas doses 2% e 4%, a cultivar Carioca apresentou-se como a mais sensível, enquanto na dose 8% as notas foram muito próximas, verificando-se, à partir desta dose, não haver diferenças significativas entre cultivares. Tais fatos sugerem que a cultivar Carioca, de uma forma geral, foi a mais sensível ao produto, principalmente quando esta comparação foi realizada em doses inferiores a 8% (Figura 29A).

Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Mischke e Bare (1986) que, ao aplicar doses mínimas (22,95 g/ha) de glyphosate em feijão, observou nota 8 de fitotoxicidade

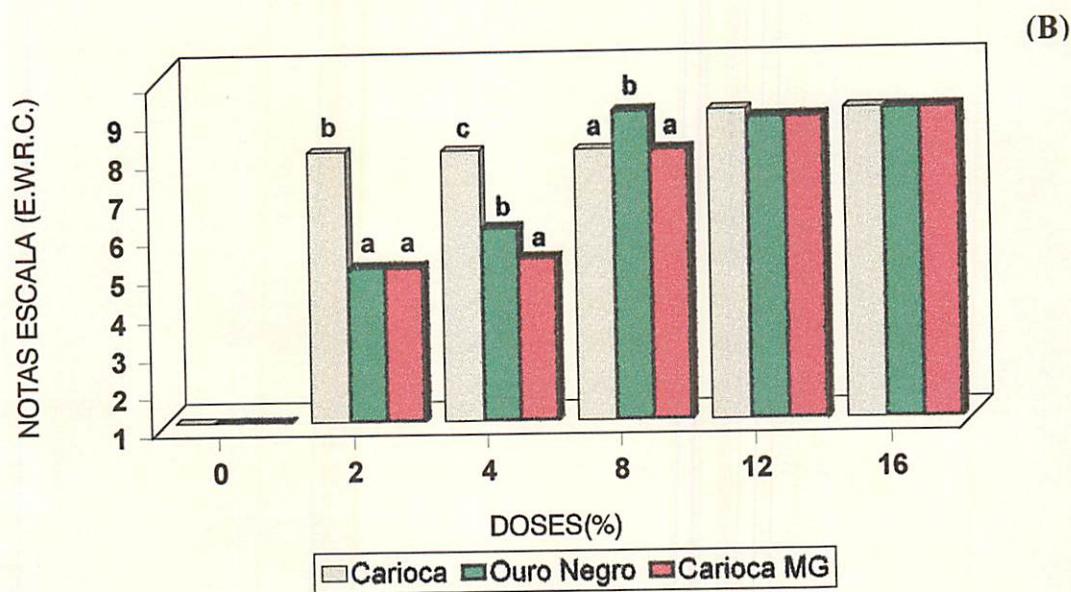
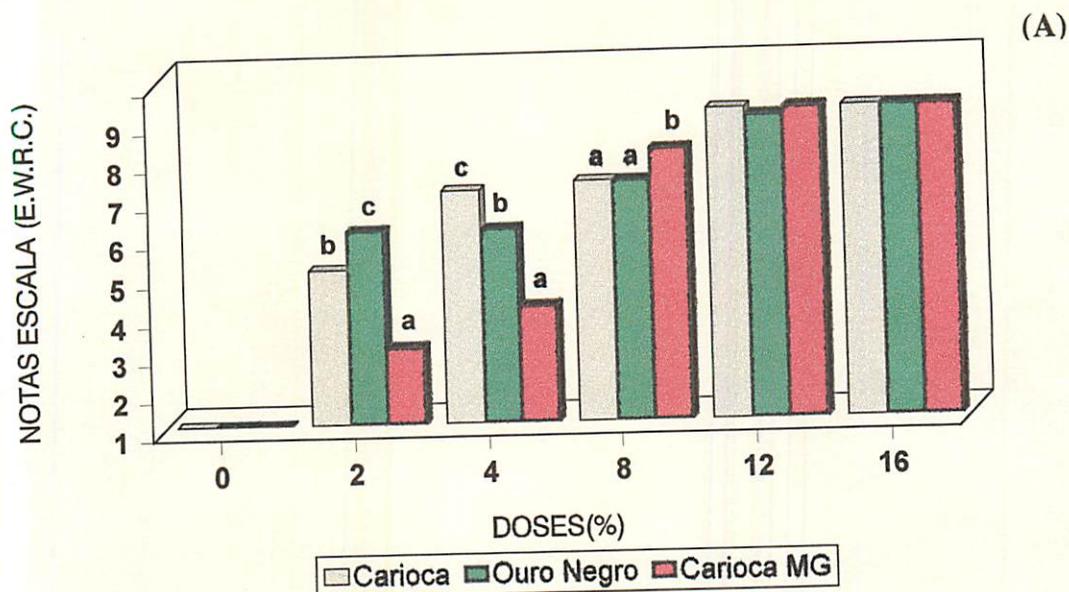


FIGURA 28. Valores médios de notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas a diferentes cultivares expostas a doses crescentes de glyphosate aos quinze (A) e trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre cultivares, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).



(A)



(B)

FIGURA 29. Sintomas observados aos 30 dias após a aplicação de glyphosate 2% (A), da esquerda para a direita 'Carioca', 'Carioca Mg' e 'Ouro Negro'; sintomas observados aos 15 dias após a aplicação de oxyfluorfen 16% (B), da esquerda para a direita 'Carioca', 'Carioca Mg' e 'Ouro Negro'. UFLA, Lavras - MG, 1996.

numa escala em que 10 indicava morte total e por Himme et al. (1986) que também verificaram severas injúrias para a cultura ao aplicar 0,18 a 0,27 g/ha de glyphosate (próximas às doses 4 e 8% utilizadas neste estudo).

No caso do oxyfluorfen, aos quinze dias após a aplicação (Figura 30A), verificaram-se diferenças entre cultivares apenas nas doses 2%, 12% e 16%, com a cultivar Carioca MG mostrando-se menos tolerante ao produto (Figura 29B)

Na Figura 30B, verificam-se diferenças entre cultivares aos trinta dias após a aplicação de oxyfluorfen, somente nas doses 4% e 16%, com a cultivar Ouro Negro mostrando-se menos tolerante. Percebe-se ainda, que, de uma forma geral, as notas de fitotoxicidade diminuíram em relação àquelas observadas aos quinze dias, mostrando uma moderada capacidade de recuperação das plantas, quando expostas a subdoses do referido herbicida.

Observando-se a dose 2% aos quinze e aos trinta dias após a aplicação, pode-se inferir que, em doses mais baixas, é maior a capacidade de recuperação das cultivares Carioca e Carioca MG ao efeito do oxyfluorfen, o que pode ser extrapolado para as demais doses, de uma forma geral. Já a 'Ouro Negro', que manteve as notas recebidas aos quinze dias, mostrou menor capacidade de recuperação.

Quanto ao efeito das doses, verifica-se na Figura 31A que aos 15 dias após a aplicação de glyphosate, as notas de fitotoxicidade aumentaram à medida que aumentaram as doses, seguindo o modelo raiz quadrática nos casos da 'Carioca' e 'Ouro Negro', e o modelo raiz cúbica no caso da 'Carioca MG', sendo que, já na dose 8% as notas foram próximas de 8 (fitotoxicidade extremamente forte), atingindo a morte total (nota 9) à partir da dose 12% .

Aos trinta dias após a aplicação (Figura 31B) o comportamento das notas em relação às doses foi semelhante, seguindo distribuição raiz cúbica ('Carioca' e 'Carioca - MG') e raiz

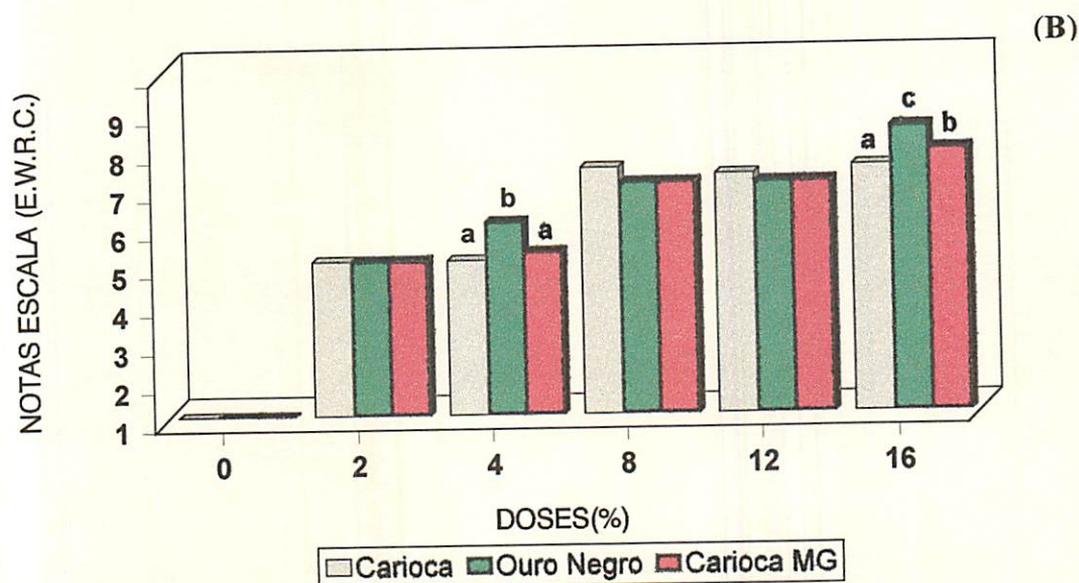
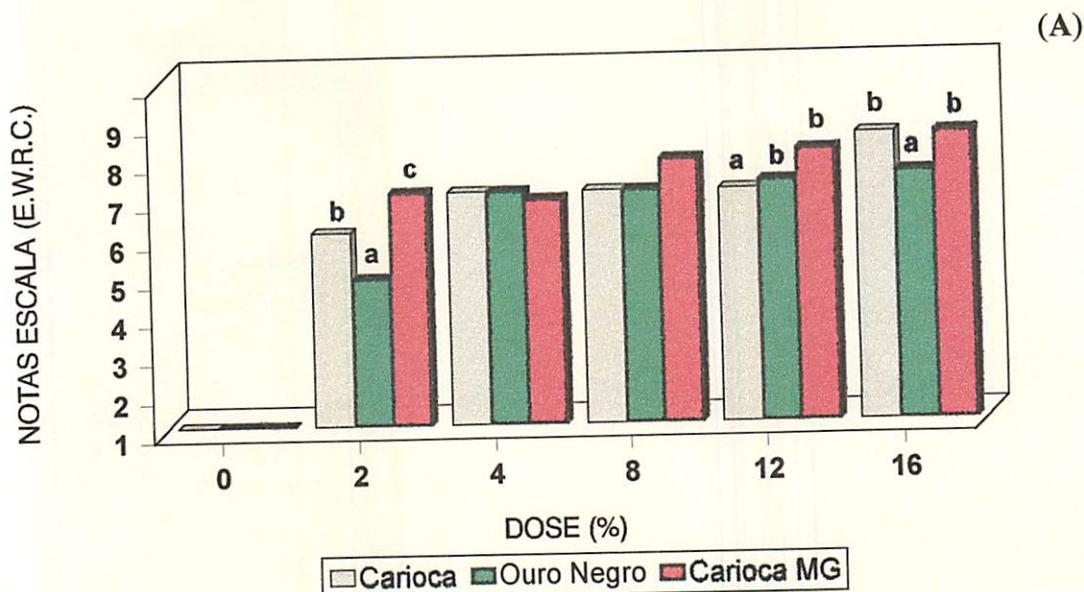


FIGURA 30. Valores médios de notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas a diferentes cultivares expostas a doses crescentes de oxyfluorfen aos quinze (A) e trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de cada dose, entre cultivares pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade).

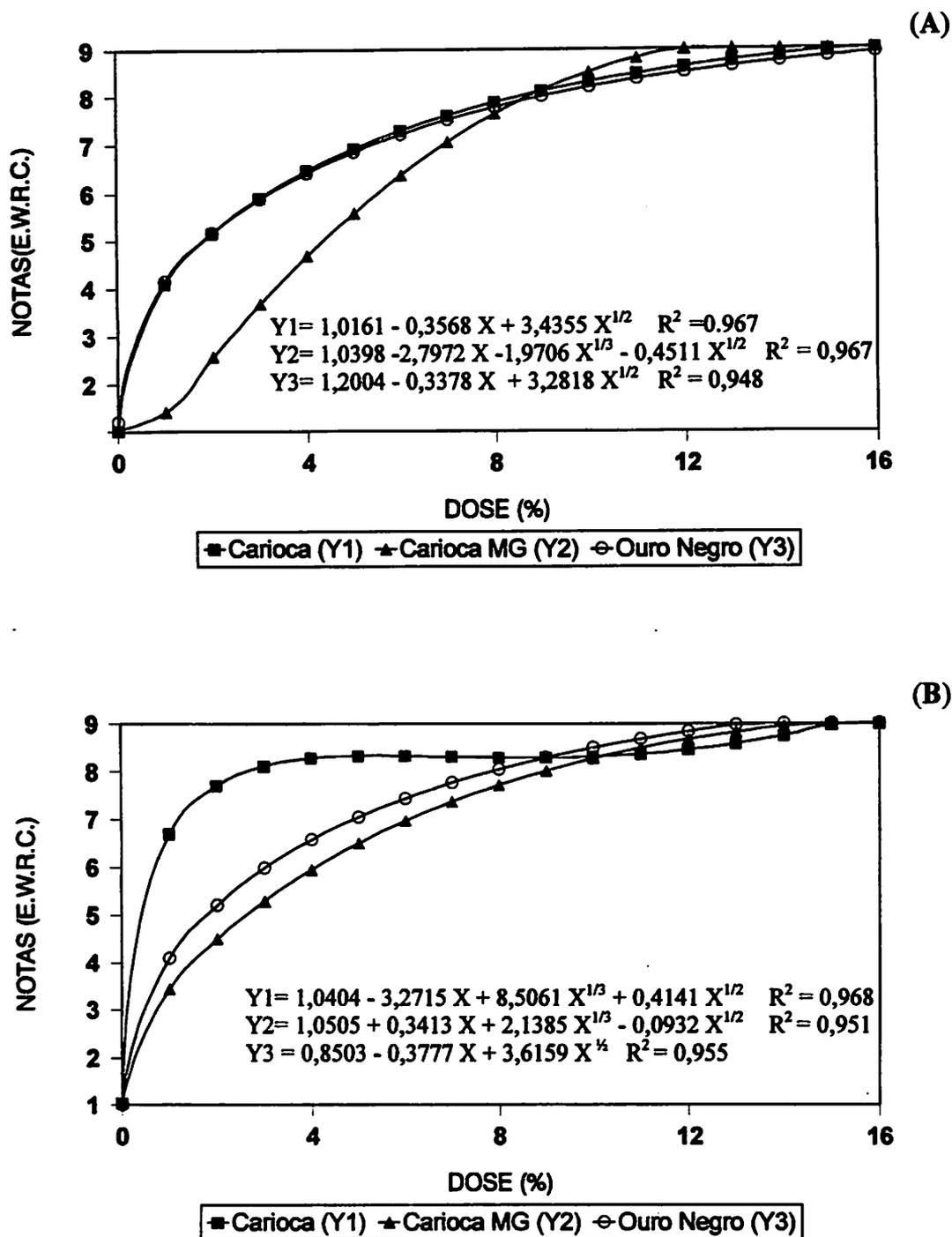


FIGURA 31. Notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas para diferentes cultivares de feijão, em função de doses crescentes de glyphosate aos quinze (A) e aos trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação/. UFLA, Lavras-MG, 1996.

quadrática ('Ouro Negro'). Pode-se perceber também uma intensificação do efeito fitotóxico, principalmente na cultivar Carioca, onde na dose 2% foi observada nota próxima de 8 (fitotoxicidade extremamente forte) na dose 2%, contra nota 5 (fitotoxicidade mediana) observada aos quinze dias. Da mesma forma, para a 'Carioca MG', visualiza-se nota próxima de 5 aos trinta dias contra nota próxima de 3 (toxicidade insignificante) aos 15 dias após a aplicação. A 'Ouro Negro', aos trinta dias, manteve comportamento semelhante ao observado aos quinze dias após a aplicação.

No que se refere ao oxyfluorfen, aos quinze dias após a aplicação (Figura 32A), verificou-se um aumento de fitotoxicidade em função do aumento das doses segundo equação raiz cúbica para a 'Carioca- MG' e 'Ouro Negro' e raiz quadrático para a 'Carioca' sendo que esta cultivar foi a mais injuriada obtendo nota próxima de sete já na dose 2%, chegando a atingir morte total na dose 8% em função do modelo matemático que melhor se ajustou aos dados ($R^2 = 0,859$).

Aos trinta dias após a aplicação (Figura 32B) verificou-se um aumento de fitotoxicidade em função do aumento das doses seguindo equação raiz quadrática para todas as cultivares, com comportamento idêntico para a as cultivares Carioca e Carioca MG. É importante salientar que nesta data (trinta 30 dias após a aplicação) verificou-se uma diminuição substancial da fitotoxicidade em relação à avaliação anterior, mostrando uma capacidade moderada de recuperação das plantas, principalmente no caso de doses mais baixas (2 e 4%); para as quais registrou-se notas próximas de 5 (fitotoxicidade mediana) e 6 (fitotoxicidade forte) respectivamente, contra notas 6 e 7 registradas aos quinze dias após a aplicação.

Esta capacidade de recuperação pode ser explicada pelo fato do oxyfluorfen ser um herbicida de contato, ou seja, de ação localizada; como as aplicações foram realizadas num estágio mais avançado de desenvolvimento (8 a 10 folhas trifolioladas), a injúria ocorrida não foi

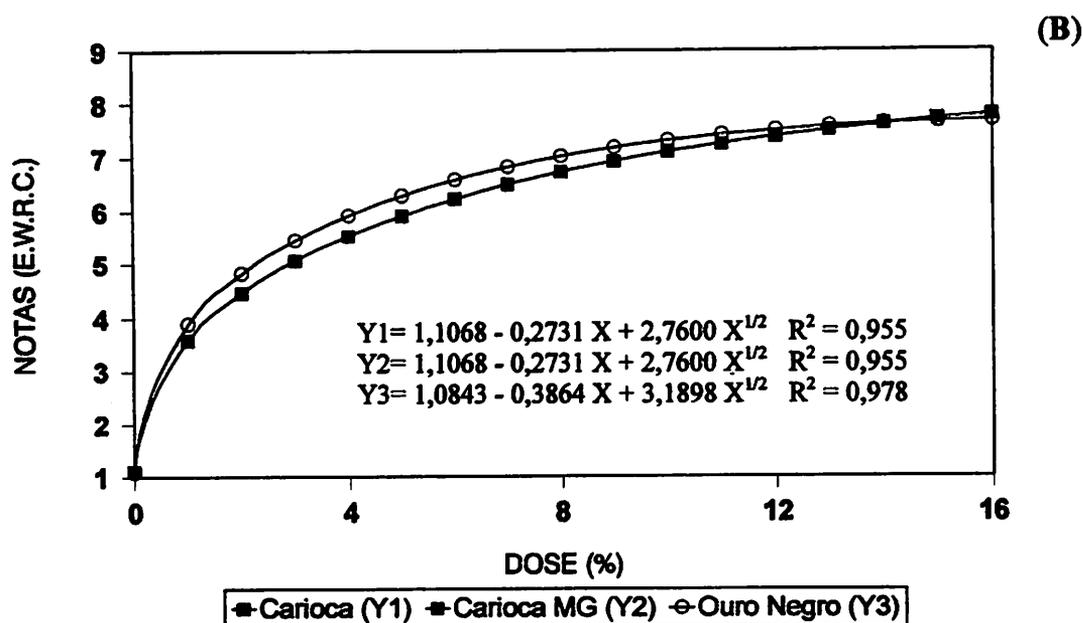
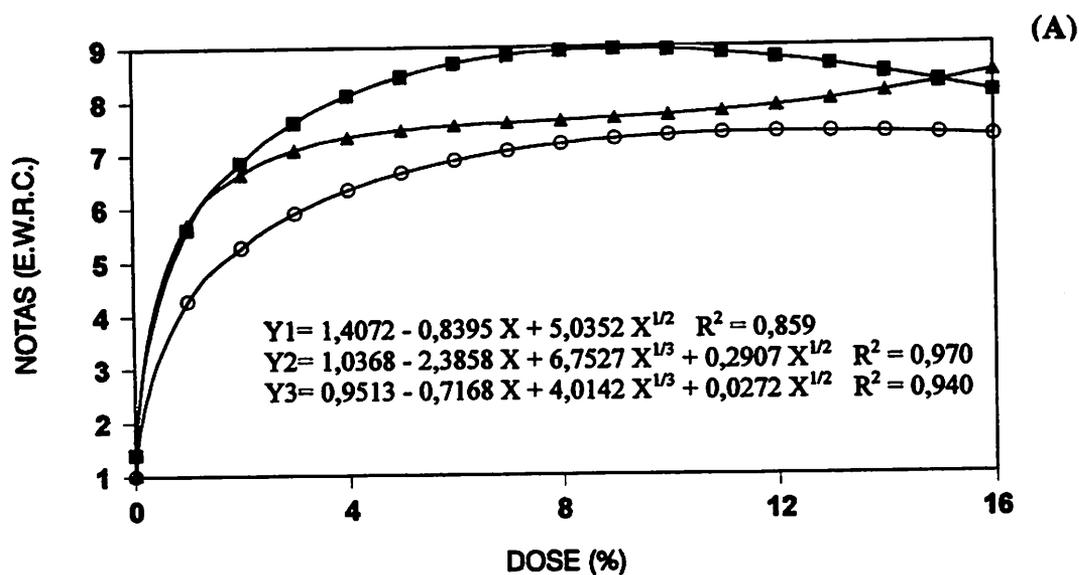


FIGURA 32. Notas de fitotoxicidade (escala E.W.R.C.) atribuídas para diferentes cultivares de feijão, em função de doses crescentes de oxyfluorfen aos quinze (A) e aos trinta dias após a aplicação (B), no ensaio de casa-de-vegetação. UFLA, Lavras-MG, 1996.

suficiente para levar as plantas à morte, pois o feijoeiro, segundo Andrade & Ramalho (1995), possui um número de folhas muito acima de suas necessidades. Isto sugere que as folhas remanescentes foram capazes de conduzir as plantas a esta recuperação.

No caso do glyphosate, que é um herbicida sistêmico, ocorreu o contrário, com os sintomas se intensificando ao longo do tempo, o que vem corroborar com a afirmação de Snipes, Street e Mueller (1992), de que os herbicidas de contato, como os difeniléteres, são mais fitotóxicos para plantas mais jovens e que os herbicidas sistêmicos podem ser considerados mais tóxicos para plantas em estádios de desenvolvimento mais avançado.

Apesar do estágio de aplicação em casa de vegetação corresponder a um estágio diferente daqueles utilizados nos ensaios de campo, pode-se tentar correlacionar os resultados obtidos para ambos. No caso do glyphosate, nota-se que, na dose 12% dos ensaios de casa-de-vegetação e de outono/inverno, o produto provocou injúrias severas nas plantas, causando morte total no campo quando aplicado em V₃ e efeito bastante semelhante em casa-de-vegetação, uma vez que os dois estádios comparados encontram-se dentro da fase vegetativa.

No caso do oxyfluorfen, esta comparação torna-se mais difícil pois, apesar de se tratar de estádios da fase vegetativa, no campo as aplicações foram realizadas para plantas com a primeira folha trifoliolada, enquanto na casa de vegetação as plantas já se encontravam com 8 a 10 folhas trifolioladas, o que as tornou bem mais tolerantes ao oxyfluorfen pelo fato deste possuir ação de contato, como já discutido. Comparando-se com as aplicações realizadas em R₅ no campo, detecta-se que os efeitos na casa-de-vegetação foram mais acentuados, reforçando a teoria das plantas serem mais tolerantes ao oxyfluorfen à medida que se avança no seu estágio de desenvolvimento.

5 Ensaio de laboratório:

Ao observar-se o resumo da análise de variância das leituras colorimétricas (Tabela 1), verifica-se, através do teste F, que apenas 48 horas após a aplicação, houve efeito significativo das doses de glyphosate e dos estádios em que o produto foi aplicado, bem como da interação Época X Dose. Tal fato indica que o glyphosate afetou o teor de aminoácidos livres totais somente após decorrido o período de 48 horas após a aplicação.

Na Figura 33 são apresentados os valores médios de redução de leitura colorimétrica para as amostras coletadas 48 horas após a aplicação de diferentes doses de glyphosate, nos dois estádios de aplicação (V_3 e R_5). Para todas as doses aplicadas as reduções foram maiores em R_5 , sugerindo que, devido ao fato do feijão apresentar crescimento inicial muito lento (Oliveira e Thung, 1988), sua taxa metabólica é menor na fase inicial do ciclo cultural respondendo mais

TABELA 11. Resumo da análise de variância dos dados de valor relativo de leitura colorimétrica, no ensaio de laboratório. UFLA, Lavras-MG, 1996.

F. V.	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		6 horas	24 horas	48 horas
Bloco	2	94,3610	153,375	64,2917
Época	1	28,1667	210,0417	3800,1667**
Dose	3	95,1667	185,1528	3901,6111**
Época x Dose	3	53,1667	72,3750	660,2778*
Resíduo	14	35,9702	75,8036	150,3869
Média geral		96,5833	93,1250	66,583
C. V. (%)		6,21	9,35	18,42

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

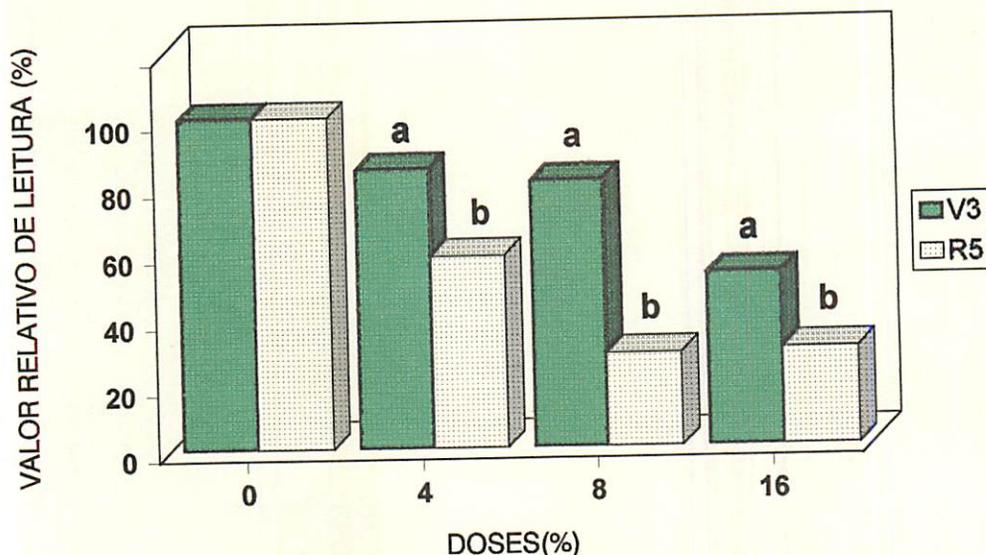


FIGURA 33. Valores relativos médios de leitura colorimétrica à partir de folhas de feijão cv. Carioca, coletadas 48 horas após a aplicação de glyphosate em diferentes estádios de desenvolvimento. UFLA, Lavras-MG, 1996. (Médias comparadas dentro de doses, entre estádios pelo teste Tukey ao nível de probabilidade de 5%).

lentamente aos efeitos do glyphosate, uma vez que no campo já ficou comprovado que neste estágio as plantas são muito sensíveis ao glyphosate, mesmo em subdoses.

Verifica-se na Figura 34 que 48 horas após a aplicação, à medida que se aumentou a dose do produto até a dose 16%, o percentual de redução na leitura colorimétrica, em relação à testemunha, aumentou de forma linear em V_3 e seguindo distribuição quadrática em R_5 , com tendência de estabilização à partir da dose 16%. É possível verificar-se também reduções marcantes já à partir da dose 4% (16% e 42% de redução em V_3 e R_5 , respectivamente), atingindo, para a dose 16%, níveis próximos de 48% e 71% de redução para o V_3 e R_5 , respectivamente.

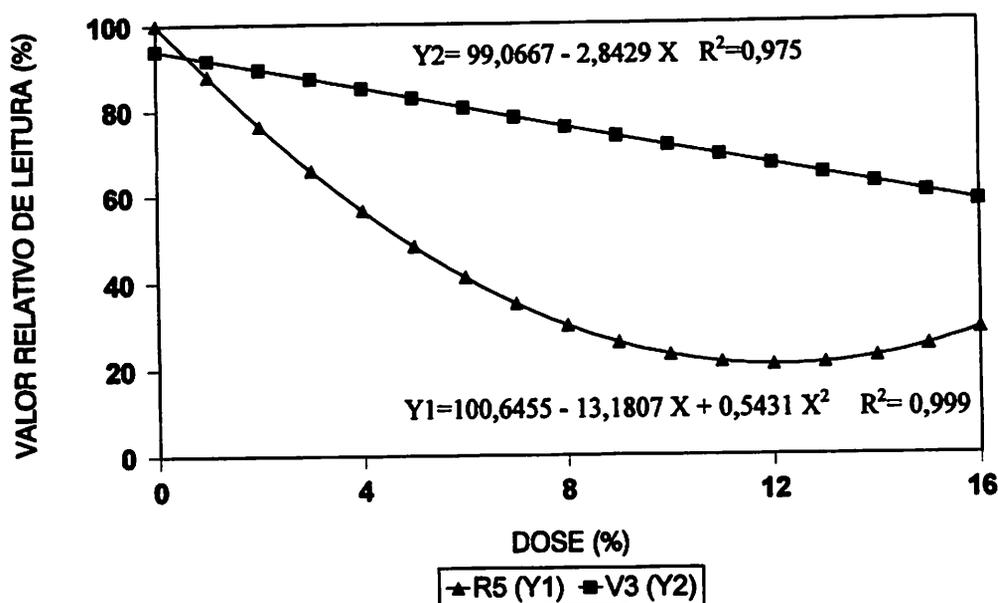


FIGURA 34. Equações de regressão entre valores relativos de leitura colorimétrica obtidas à partir de folhas de feijão cv. Carioca e doses de glyphosate aplicadas no V₃ e R₅, 48 horas após a aplicação. UFLA, Lavras-MG, 1996.

O fato do glyphosate provocar redução na leitura colorimétrica, à partir de 48 horas após a aplicação, representa um “índice químico” de que o teor de aminoácidos livres totais, principalmente da tirosina, diminuiu em função da exposição das folhas ao produto, o que vem de encontro à afirmação de Shaner e Lyon (1980), de que o tempo requerido para se detectar interações entre glyphosate e aminoácidos é de no mínimo 24 horas. Além disso, estes resultados corroboram com as observações de Hoagland, Duke e Elmore (1979) e Nafziger et al. (1984), que verificaram uma queda geral no nível de aminoácidos livres, incluindo os aromáticos, como efeito do glyphosate.

Quanto à composição proteica das folhas do feijoeiro, 48 horas após a aplicação da dose máxima (16%) de glyphosate, verifica-se que não ocorreram alterações marcantes tanto nas proteínas totais (Figura 35) quanto para proteínas solúveis em água (Figura 36).

Tais resultados são semelhantes àqueles obtidos por Hoagland, Duke e Elmore (1978 e 1979) que trabalharam com milho e soja, respectivamente, e contrários às observações de Cooley e Foy (1992), que observaram em condições de laboratório, reduções no teor de proteínas solúveis, 48 horas após a exposição de folhas de *Lemma gibba* à glyphosate.

Isto indica que apesar de se visualizar, no campo, clorose foliar já em 48 horas após a aplicação de glyphosate, o período não foi suficiente para dar início à remobilização de proteínas, sendo necessário um período maior para se detectar alterações na composição proteica das folhas, uma vez que em condições de estresse, as plantas sabidamente provocam a remobilização de proteínas (Trewavas, 1972, citado por Cooley e Foy, 1992).

O fato de se verificar reduções nos teores de aminoácidos livres totais somente 48 horas após a aplicação, juntamente com a ausência de alterações na constituição proteica das folhas neste mesmo período, sugere que, após este período, em se mantendo aquela redução, a planta lançaria mão da remobilização de proteínas, o que elevaria os teores de aminoácidos livres totais, bem como de proteínas solúveis, conforme foi observado por Cooley e Foy (1992). Desta forma, seria necessário a realização de novos trabalhos com coletas realizadas em períodos superiores à 48 horas após a aplicação, à fim de se detectar a evolução das alterações ocorridas nos teores de aminoácidos, bem como alterações na constituição proteica das folhas do feijoeiro expostas ao glyphosate.

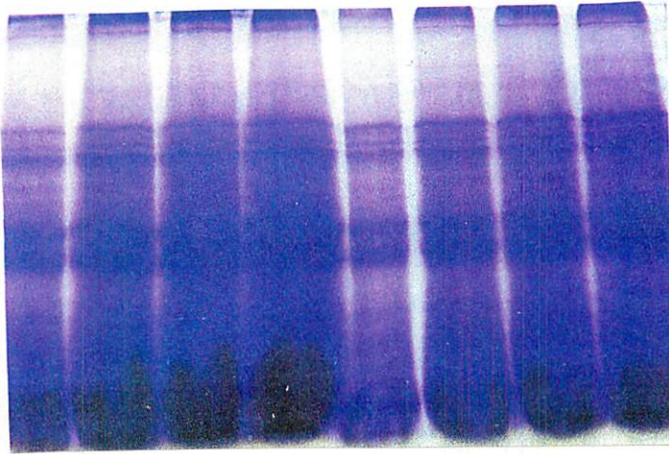
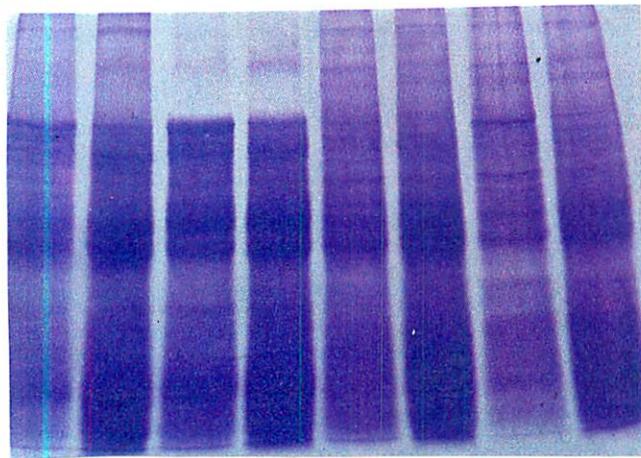
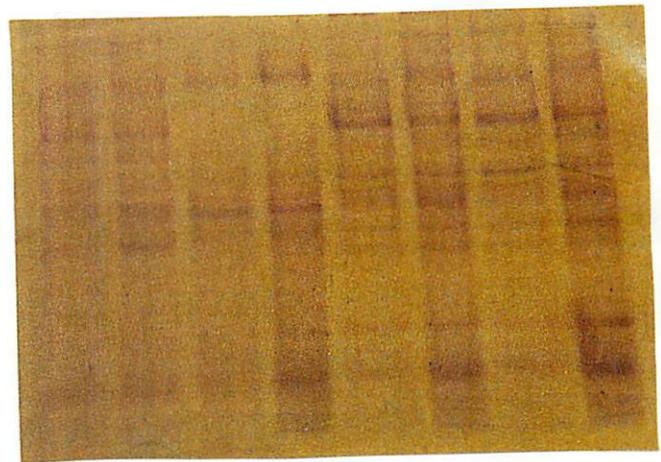


FIGURA 35. Bandas proteicas (proteína total) obtidas através de eletroforese, à partir de folhas de feijoeiro coletadas 48 horas após a aplicação de glyphosate. Da esquerda para direita: Testemunha R_5 ($5\mu\text{l}$, $10\mu\text{l}$, $15\mu\text{l}$ e $20\mu\text{l}$) e 16% R_5 ($5\mu\text{l}$, $10\mu\text{l}$, $15\mu\text{l}$ e $20\mu\text{l}$). UFLA, Lavras- MG, 1996.



(A)



(B)

FIGURA 36. Bandas proteicas: (A) proteína solúvel em água/extração sem acetona e (B) proteína solúvel em água/extração com acetona, obtidas através de eletroforese, à partir de folhas de feijoeiro coletadas 48 horas após a aplicação de glyphosate. Da esquerda para direita: Testemunha V_3 ($10\mu\text{l}$ e $15\mu\text{l}$), V_3 16% ($10\mu\text{l}$ e $15\mu\text{l}$), Testemunha R_5 ($10\mu\text{l}$ e $15\mu\text{l}$), R_5 16% ($10\mu\text{l}$ e $15\mu\text{l}$), UFLA, Lavras- MG, 1996.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições em que foram realizados os ensaios deste estudo pode-se concluir que:

1. De maneira geral, em todas as situações em que houve prejuízo da deriva simulada, o efeito foi diretamente proporcional ao aumento da dose dos produtos ou de sua mistura;

2. Dos herbicidas estudados, a deriva simulada da mistura glyphosate + oxyfluorfen apresentou efeito mais acentuado sobre a cultura do feijão em relação aos herbicidas aplicados isoladamente;

3. A ocorrência de deriva em plantas no estádios de primeira folha trifoliolada (V_3) mostrou-se mais prejudicial ao feijão, reduzindo drasticamente o estande final e, conseqüentemente, o rendimento, principalmente no caso do oxyfluorfen ou da mistura de glyphosate + oxyfluorfen;

4. Na etapa V_3 , a dose 1% de glyphosate ou de oxyfluorfen já foi suficiente para provocar decréscimo no rendimento, sendo que 12% de glyphosate e 8% de oxyfluorfen ou da mistura provocaram 100% de redução no rendimento;

5. A deriva simulada de oxyfluorfen no pré-florescimento (R_5) não ocasionou decréscimo do rendimento, enquanto a do glyphosate e da mistura chegaram a reduzir a produção em 100%, em função de uma queda acentuada no número de vagens/planta;

6. Deriva simulada de oxyfluorfen no enchimento de vagens (R_8) não provocou redução no rendimento enquanto a do glyphosate e da mistura provocaram esta redução, afetando

o número de sementes/vagem e número de vagens/planta, sendo este efeito mais marcante para a mistura;

7. O início da formação de vagens (R_7) mostrou-se mais sensível que o enchimento de vagens (R_8) em relação ao glyphosate, apesar de constituírem estádios reprodutivos;

8. A cultivar Ouro Negro mostrou-se menos tolerante ao oxyfluorfen aplicado em plantas com dez folhas trifolioladas, provavelmente em função de uma menor capacidade de recuperação;

9. Até a dose 8%, a cultivar Carioca mostrou-se mais sensível ao glyphosate, não havendo diferença entre cultivares à partir desta dose, com morte total para todas as cultivares na dose 12% aplicada em plantas com oito à dez folhas trifolioladas;

10. A deriva simulada de glyphosate provocou reduções no teor de aminoácidos livres totais das folhas do feijoeiro 48 horas após a aplicação, sendo esta redução mais acentuada no pré-florescimento (R_5) em relação ao estágio de primeira folha trifoliolada (V_3);

11. Não foram detectadas alterações marcantes na constituição proteica das folhas do feijoeiro 48 horas após a aplicação de glyphosate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. F. B. de; RAMALHO M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; MARTINS, L. A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta a oitenta nas regiões sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 105-112, 1994.
- ALFENAS, A. C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G. C. Eletroforese de proteínas isoenzimas de fungos e essências florestais. Viçosa: UFV, 1991. 241p.
- ALI, M. Efficacy of herbicides for weed control in winter French bean (*Phaseolus vulgaris*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, Kanpur, v. 58, n. 6, p. 440-443, 1988.
- ALI, M.; FLETCHER, R. A. Phytotoxic action of glyphosate and amitrole on corn seedlings. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 56, p.2196-2202, 1978.
- ALI, M. ; KUSHWAHA, B. L. Cultivation of rabi rajmash in plains. *Indian Farming*, Kanpur, v. 37, n. 2, p.20-23, 1987.
- AL-KHATIB, K.; PARKER, R.; FUERST, E. P.(a) Sweet cherry (*Prunus avium*) response to simulated drift from selected herbicides. *Weed Technology*, Champaign, v. 6, p. 975-79, 1992.
- AL-KHATIB, K.; PARKER, R.; FUERST, E. P. (b) Wine grape (*Vitis vinifera* L.) response to simulated herbicide drift. *Weed Technology*, Champaign, v. 7, p. 97-102, 1993.
- AL-KHATIB, K.; MINK, G. I.; PARKER, R.; LYM, R.G. Detection and tracking of airborne herbicides by using bio-indicator plants. In: PROCEEDINGS OF THE WESTERN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 45, Salt Lake City, 1992, *Proceedings...* Salt Lake City, 1992, p. 27-31.
- ALMEIDA, F. S. de. *Guia de herbicidas: uso adequado em plantio direto e convencional*. Londrina, IAPAR, 1985. 482 p.
- ALMEIDA, C. A. Aplicação aérea de herbicidas em reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Rio de Janeiro, 1989. *Anais...*, Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1989. p. irregular.

- ANDRADE, M. J. B. de ; RAMALHO, M. A. P. **Cultura do feijoeiro**, Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS 1995, 97 p.(Apostila das aulas ministradas pelos dois autores no 'Curso de Atualização Técnica para Engenheiros Agrônomos do Banco do Brasil ' no CNPMS/EMBRAPA)
- AHRENS, W. H. **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR. **Os defensivos agrícolas: utilização, toxicologia e legislação específica**. Brasília: ABEAS 1983, 101 p.(Módulo, 2).
- ASHTON, F. M. ; CRAFTS, A. S. **Mode of action of herbicides**, New York: Academic Press 1981. 525 p.
- AUCH, D. E.; ARNOLD, W. E. Dicamba use and injury on soybeans (*Glycine max*) in South Dakota. **Weed Science**, Champaign, v.26, p.471-475, 1978.
- BAYLEY, 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.
- BODE, L. E. Downwind drift deposits by ground applications. In: PROCEEDINGS OF PESTICIDE DRIFT MANAGEMENT SYMPOSIUM, s. l., s. d. **Proceedings...**, s.l., 1984, p. 49-52 .
- BOERBOOM, C. M.; WYSE, D. L. Influence of glyphosate concentration on glyphosate absorption and translocation in canada thistle (*Cirsium arvense*). **Weed Science**, Champaign, v. 36, n. 3, p. 291-295, 1988.
- BORGES, A. C. **Nodulação e fixação de nitrogênio em soja (*Glycine max*. L. Merrill) em solo ácido do Rio Grande do Sul: calagem, molibdênio, enxofre e zinco**. Viçosa: UFV, 1973. 80 p. (Dissertação MS em Fitotecnia).
- CERDEIRA, A. L., COLE, A. W.; LUTHE, D. S. Cowpea (*Vigna unguiculata*) seed protein response to glyphosate. **Weed Science**, Champaign, v. 33, n. 1, p. 1-6, 1985
- CHERNICKY, J.P.; SLIFE, F. W. Effects of sublethal concentrations of bentazon, fluazifop, haloxyfop, and sethoxydim on corn (*Zea mays*). **Weed Science**, Champaign, v. 34, n. 2, p. 171-174, 1986.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª Aproximação**. Lavras, 1989. 159 p.
- COOLEY, W. E.; FOY, C. L. Effects of SC-0224 and glyphosate on free amino acids, soluble protein synthesis in inflated duckweed (*Lemna gibba*). **Weed Science**, Champaign, v. 40, n. 3, p. 345-350, 1992.

- DENIS, M.; DELROT, S. Carrier-mediated uptake of glyphosate in broad bean (*Vicia faba*) via a phosphate transporter. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 87, n. 4, p. 569-575, 1993.
- DEUBER, P. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal, FUNEP, 1992, v. 1, 431 p.
- DHANAPAL, G. N., REDDY, B.M.V.; BOMME GOWDA, A. Screening of herbicides for dryland crops under Bangalore condition. *Mysore Journal of Agricultural Science.*, v. 23, n. 2, p. 159-163, 1989. In: WEED ABSTRACTS, Wallingford, v. 41, n. 2, p. 69, Feb: 1992 (Abst. 526).
- DUKE, S. O.; LYDON, J.; BECERRIL, J. M.; SHERMAN, T. D.; LEHNEN Jr., L. P.; MATSUMOTO, H. Protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides. *Weed Science*, Champaign, v. 39, n. 3, p. 465-473, 1991
- DUKE, S. O. ; HOAGLAND; R. E. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds. I. Induction of phenylalanine ammonia-lyase activity in dark-grown maize roots. *Plant Science Letters*, Amsterdam, v. 11, p. 185-190, 1978.
- DURIGAN, J. C. Comportamento de herbicidas no ambiente In:SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Rio de Janeiro, 1989. *Anais...* Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1989. p. irregular.
- DYER, W. E. Applications of molecular biology in weed science. *Weed Science*, Champaign, v. 39, n. 3, p. 482-488, 1991.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO. **Informativo anual das comissões técnicas regionais de feijão: cultivares de feijão recomendadas para o plantio no ano Agrícola 1994/95**. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1995, 28 p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Um meio eficaz no controle de plantas daninhas. **Informe Agropecuário Belo Horizonte**, v. 8, n. 87, p.2. Mar. 1982.
- FERNÁNDEZ, F. C.; GEPTS, P.; LOPES, M. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Cali, CIAT, 1986. 34 p.
- FOLEY, M. E.; NAFZIGER, E. D.; SLIFE, F. W.; WAX, L. M. Effect of glyphosate on protein and nucleic acid synthesis and ATP levels in common cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) root tissue. *Weed Science*, Champaign, v. 31, n. 1, p. 76-80, 1983.
- GEIGER, D. R. ; BESTAMAN, H. D. Self-limitation of herbicide mobility by phytotoxic action. *Weed Science*, v. 38, n. 3, p. 324-329. 1990.

- GELMINI, G. A. **Herbicidas: indicações básicas**. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 334 p.
- GROVER, R.; MAYBANK, J.; YOSHIDA, K. Droplet and vapor drift from butyl ester and dimethylamine salt of 2,4 D. *Weed Science*, Champaign, v. 20, n. 4, p. 320-324, 1972.
- GUIMARÃES, G. L. Comportamento do herbicida Goal no ambiente. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Rio de Janeiro, 1989. *Anais...*, Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1989. p. irregular.
- HADERLIE, L. C.; WIDHOLM, J. M. ; SLIFE, F. W. Effect of glyphosate on carrot and tobacco cells. *Plant Physiology* , Copenhagen, v. 60, p.40-43, 1977.
- 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.
- HENRIQUES, E. P. Uso de herbicida pré-emergente Goal na Acesita Energética. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Rio de Janeiro, 1989. *Anais...* Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1989. p. irregular.
- HESS, F. D. Mechanism of action of inhibitors of amino acid biosynthesis. In: **Herbicide action: an intensive course on the activity, selectivity, behavior and fate of herbicides in plant and soil**. West Lafayette, Purdue University, 1994. p. 344-345.
- 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.
- HENDERSON, C. W. L. ; WEBBER, M. J. Phytotoxicity of several pre-emergence and post-emergence herbicides to green beans (*Phaseolus vulgaris*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Victoria, v. 33, n. 5, p. 645-652, 1993
- HIMME, M.; STRYCKERS, J.; BULCKE, R.; VAN-HIMME, M. Pulses: green beans (*Phaseolus* beans). Mededelengen Van Het Centrum Voor Onkruidonderzoek. van de Rijksuniversiteit Gent, n.40, p. 44-48, 1984. In: **WEED ABSTRACTS**, Wellingford, v. 35, n. 2, p. 68, Feb. 1986.(abst. 602)
- HOAGLAND, R. E., DUKE, S. O. ; ELMORE, C. D. Effects of glyphosate on metabolism of phenolic compounds. II. Influence on soluble hydroxyphenolic compounds, free amino acids and soluble protein levels in dark-grown maize roots. *Plant Science Letters*, Amsterdam, v. 13, p. 291-299, 1978.
- 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. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 46, p. 357-366, 1979.

- HURST, H. R. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to simulated drift from selected herbicides **Weed Science**, Champaign, v. 30, n. 3, p. 311-315, 1982.
- JACHETTA, J. J. ; APPLEBY, A. P.; BOERSMA, L. Apoplastic and symplastic pathways of atrazine and glyphosate transport in shoots of seedling sunflower. **Plant Physiology**, Washington, v. 82, n. 4, p. 1000-1007, 1986.
- JACOBSON, R.; KELLMAN, Y. Effectiveness of glyphosate in broomrape (*Orobanche* spp.) control in four crops. **Weed Science**, Champaign, v. 28, p. 692-698, 1980.
- JAWORSKI, E. G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 20, p. 1195-1198. 1972.
- JEFFERY, L. S.; ENGLISH, J. R.; CONNELL, 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.
- JORDAN, T. N. ; ROMANOWSKI, R. R. Comparison of dicamba and 2,4 D injury to field-grown tomatoes. **Hortscience**, Virginia, v. 9, n. 1, p. 74-75, 1974.
- KASASIAN, L. Control of orobanche. **PANS**, London, v. 19, p. 368-371, 1973
- LEE, T. T. Characteristics of glyphosate inhibition of growth in soybean and tobacco callus cultures. **Weed Research**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 365-369, 1980
- LEE, H. J.; DUKE, M. V.; DUKE, S. O. Cellular localization of protoporphyrinogen-oxidizing activities of etiolated barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves. **Plant Physiology**, Washington, v. 102, p. 881-889, 1993.
- LYON, D. J. ; WILSON, R. G. Sensitivity of fieldbeans (*Phaseolus vulgaris* L.) to reduced rates of 2,4 D and dicamba. **Weed Science**, Champaign, v. 34, p.953-56, 1986.
- MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo: métodos de vegetação diagnose por subtração em vasos. Piracicaba: CENA-USP, 1985. 7p. (Mimeografado).
- MANDARINO, J. M. G.; VIDAURRE, T. J. C. Técnicas eletroforéticas. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1995. 36 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 86)
- McWHORTER , C. G.; AZLIN, W. R. Effects of environment on the toxicity of glyphosate to johnsongrass (*Sorghum halepense*) and soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 26, n. 6, p. 605-608, 1978.
- 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.

- MISCHKE, C. F.; BARE, C. E. Use of penetration enhancers in agriculture. Proceedings, 39th Annual Meeting of the Northwestern Weed Science Society, 1985. In: WEED ABSTRACTS, Wellington, v. 35, n. 1, p. 47, Jan. 1986. (abst. 424)
- NAFZIGER, E. D.; WIDHOLM, J. M.; STEINRUCKEN, H. C.; KILLMER, J. L. Selection and characterization of a carrot cell line tolerant to glyphosate. *Plant Physiology*, Washington, v. 76, p. 571-574, 1984.
- NILSSON, G. Effects of glyphosate on the amino acid content in spring wheat plants. Sweden *Journal Agricultural Research*, Washington, v. 7, p. 153-157, 1977.
- OLIVEIRA, I. P. ; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M. J. de O., ROCHA, M. ; YAMADA, T., eds. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFÓS, 1988. p. 175-259.
- 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.
- RIBEIRO, G. T. Uso de herbicida pré-emergente em *Eucalyptus spp* na região do cerrado. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Rio de Janeiro, 1989. *Anais...* Rio de Janeiro: SBS/ABRACAVE/SIF, 1989. p. irregular.
- 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.
- RICHARD JR., E. P.; HURST, H. R.; WAUCHOPE, R. D. Effects of simulated MSMA drift on rice (*Oryza sativa*) growth and yield. *Weed Science*, Champaign, v. 29, n. 3, p. 303-308, 1981.
- ROSOLEM C.A. *Nutrição e adubação do feijoeiro*. Piracicaba: Potafós, 1987. 93 p.
- RODRIGUES, B. N. ; ALMEIDA, F. S. de. *Guia de herbicidas*. 3. ed. Londrina, edição dos autores, 1995.
- RUSSO, V. M. Reaction of tomato cultivars to a sublethal dose of glyphosate. *Hortscience*, Virginia, v.25, n. 12, p. 1662, 1990.
- SHANER, D. L.; LYON, J. L. Interaction of glyphosate with aromatic amino acids on transpiration in *Phaseolus vulgaris*. *Weed Science*, Champaign, v. 28, n. 1, p. 31-35, 1980.
- SCHROEDER, G. L.; COLE, D. F.; DEXTER, A. G. Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) response to simulated herbicide spray drift. *Weed Science*, Champaign, v. 31, p. 831-36, 1983.
- 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.

- SCHWEIZER, E. E. Response of sugarbeets (*Beta vulgaris*) to sublethal rates of 2,4-D. *Weed Science*, Champaign, v. 26, p. 629-631, 1978.
- SILVA, J. B. da. Equipamentos e métodos de aplicação de herbicidas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 8, n. 87, p. 44-54, 1982.
- 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.
- STERRET, J. P.; HODGSON, R. H. Enhanced response of bean (*Phaseolus vulgaris*) and Canada thistle (*Cirsium arvense*) to bentazon or glyphosate by gibberellin. *Weed Science*, Champaign, v. 31, n. 3, p. 396-400, 1983.
- STASIAK, M. A.; HOFSTRA, G.; PAYNE, N. J.; PRASAD, R.; FLETCHER, R. A. Alterations of growth and shikimic acid levels by sublethal glyphosate applications on pin cherry and trembling aspen. *Canadian Journal of Forestry Research*, Ottawa, v. 21, p. 1086-1090, 1991.
- TALBERT, R. E. ; OLIVER, L. R. ; FRANS, R. E.; TIERNEY, M. J. ; KLINGAMAN, T. E.; CAREY, V. F. ; BURGOS, N. R. ; KITT, M. J.; McCLELLAND, M. R. Field screening of new chemicals for herbicidal activity. *Report Series Arkansas Agricultural Experiment Station*, Fayetteville, 1994, n. 434, 31 p.
- VAN ANDEL, O. M., VAN DER ZWEEP, W.; GOTER, C. J. Morphogenetic responses of plants. In: AUDUS, L. J. ed. *Herbicides: physiology, biochemistry, ecology*. New York: Academic Press, 1976, v. 1, p. 127-163.
- VILLIERS, O. T. de; KOCH, H. M. The mode of action of the herbicide glyphosate. *South African Journal of Botany*, Pretoria, v. 1, n. 3, 79-80, 1982
- WALL, D. A. Potato (*Solanum tuberosum*) response to simulated drift of dicamba, clopyralid, and tribenuron. *Weed Science*, Champaign, v. 42, p. 110-4, 1994.
- WEIDENHAMER, J. D. ; TRIPLETT Jr., G. B. ; SOBOTKA, F. E. Dicamba injury to soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v. 81, p. 637-643, 1989.
- 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.
- YATES, W. E.; AKESSON, N. B.; BAYER, D. E. Drift of glyphosate sprays applied with aerial and ground equipment *Weed Science*, Champaign, v. 26, n. 6, p. 597-604, 1978

APÉNDICE

TABELA 1A. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estado final no ensaio da Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

F. V.	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS				C. V. (%)
		Rendimento (t/ha)	Vagem/planta (n°)	Semente/vagem (n°)	I. C. Estado final (pl/7 m lin.)	
Epoca	2	11,4333**	522,4189**	48,4293**	0,9877**	48778,8473**
Herbicida	2	2,8093**	215,7780**	33,1162**	0,5212**	2796,6616**
Dose	4	7,1509**	391,8544**	57,4517**	1,1839**	6249,0360**
Epoca x Herbicida	4	0,1455**	2,0331	6,3094**	0,0792**	764,5967**
Herbicida x Dose	8	0,9039**	83,0477**	7,5859**	0,1406**	3252,0528**
Epoca x Dose	8	0,2897**	20,5993**	5,6419**	0,0683**	333,3542**
Epoca x Herb. x Dose	16	0,2529**	15,1267**	3,1265**	0,0398**	503,3586**
Resíduo	132	0,0126	2,2319	0,7789	0,0126	44,6919
Média geral		0,7782	7,7393	3,3832	0,4542	52,0090
		14,447	19,303	26,087	24,709	12,854

**Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F
**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 2A. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao rendimento de grãos, componentes do rendimento e estado final no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996.

QUADRADOS MÉDIOS						
F. V.	G. L. Rendimento			Estande final		
	(t/ha)	(n°)	(g)	(n°)	(g)	(pl./4 m lin.)
Bloco	3	0,0037	2,5461	0,2219	44,2604	
Época	2	0,5185**	305,3850**	6,0602**	10379,8691**	
Herbicida	1	0,0062	267,2462**	9,1047**	728,7500**	
Dose	6	3,3869**	609,4158**	52,5829**	2075,0918**	
Época x Herbicida	2	0,2422**	159,9675**	8,9881**	386,6488**	
Herbicida x Dose	6	0,1953**	73,0929**	8,2651**	489,4402**	
Época x Dose	12	0,1181**	99,1124**	4,5609**	146,5830**	
Época x Herb. x Dose	12	0,0475**	65,3066**	1,9732**	117,7970**	
Resíduo	123	0,0065	10,6490	0,7337	30,1673	
Média geral		0,4819	10,6490	3,2084	32,476	
C. V. (%)		16,752	23,697	26,697	19,212	

**Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F
 **Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 3A. Resumo da análise de variância dos dados relativos à avaliação visual (notas segundo a Escala E.W.R.C.) aos quinze e trinta dias após a aplicação, no experimento de casa vegetação. 1995. UFLA, Lavras, MG, 1996.

F. V.	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		QUINZE	TRINTA
Bloco	4	0,3555	0,7417
Cultivar	2	0,3500	3,7556**
Herbicida	1	0,0889	47,0222**
Dose	5	229,0000**	228,0356**
Cultivar X Herbicida	2	8,8722**	4,6889**
Cultivar X Dose	10	2,1300**	2,5422**
Herbicida X Dose	5	10,0889**	1,8889**
Cult. X Herb. X Dose	10	2,8922**	2,4489**
Resíduo	140	0,2898	0,4102
Total	179		
Média geral		6,1000	6,0889
C. V. (%)		8,826	10,519

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 4A. Valores médios do rendimento de grãos (ton/ha) no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**					média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate:						
R ₈	1,703	1,613a	1,580a	1,340a	1,198a	1,487a
R ₅	1,688	1,290 b	0,703 b	0,422 b	0,000 b	0,821 b
V ₃	1,845	1,083 c	0,283 c	0,033 c	0,000 b	0,649 c
média	1,745	1,328	0,855	0,598	0,399	
Oxyfluorfen:						
R ₈	1,400 b	1,390a	1,252a	1,403a	1,325a	1,354a
R ₅	1,080 c	0,810 b	0,850 b	0,505 b	0,200 b	0,689 b
V ₃	1,540a	0,110 c	0,050 c	0,013 c	0,013 c	0,345 c
média	1,340	0,770	0,718	0,640	0,573	
Mistura:						
R ₈	1,273 b	1,185a	1,210a	0,820a	0,248a	0,947a
R ₅	1,703a	0,430 b	0,178 b	0,000 b	0,000 b	0,462 b
V ₃	1,113 c	0,145 c	0,000 c	0,000 b	0,000 b	0,252 c
média	1,363	0,587	0,463	0,273	0,083	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 5A. Valores médios do número de vagens/plantas no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**					média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate:						
R ₈	12,0 b	12,7	12,8a	13,5a	12,0a	12,6a
R ₅	15,2a	11,0	9,5 b	3,3 b	0,0 b	7,8 b
V ₃	12,7 b	10,7	12,4a	2,5 b	0,0 b	7,7 b
média	13,3	11,5	11,5	6,4	4,0	
Oxyfluorfen:						
R ₈	12,0	12,5a	11,5a	11,5a	12,0a	11,9a
R ₅	11,3	7,9 b	8,2 b	5,0 b	3,2 b	6,9 b
V ₃	11,7	6,7 c	5,5 c	2,8 c	1,5 c	5,9 b
média	11,7	9,0	8,4	6,4	5,6	
Mistura:						
R ₈	9,0 c	10,5a	10,0a	10,0a	5,0a	8,9a
R ₅	13,5a	4,8 c	3,8 b	0,0 b	0,0 b	4,4 b
V ₃	12,0b	6,3 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	3,7 c
média	11,5	7,2	4,6	3,3	1,7	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 6A. Valores médios do número de sementes/vagem no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**					média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate:						
R ₈	4,7	4,7	5,0a	4,5a	4,5a	4,7a
R ₅	4,8	4,0	3,2 b	1,8 b	0,0 b	2,8 b
V ₃	4,8	5,0	5,2a	1,3 b	0,0 b	3,2 b
média	4,8	4,6	4,5	2,5	1,5	
Oxyfluorfen:						
R ₈	4,5	4,5	4,7	5,0 b	4,3a	4,6a
R ₅	4,8	4,5	4,5	5,7a	1,7 b	4,3a
V ₃	4,7	3,9	3,7	2,5 c	1,3 b	3,2 b
média	4,7	4,3	4,3	4,4	2,4	
Mistura:						
R ₈	4,5	4,8a	4,8a	3,3a	2,3a	3,9a
R ₅	4,8	3,8 b	3,3 b	0,0 b	0,0 b	2,4 b
V ₃	4,4	2,9 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	1,5 c
média	4,5	3,8	2,7	1,1	0,8	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 7A. Valores médios do estande final no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**					média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate:						
R ₈	80,3	78,8a	77,5a	77,0a	76,8a	71,3a
R ₅	74,8	54,8 b	66,2 b	65,3 b	64,7 b	69,6a
V ₃	80,0	52,5 b	14,0 c	1,8 c	0,0 c	30,6 b
média	76,3	62,0	46,1	48,0	47,2	
Oxyfluorfen:						
R ₈	74,3	74,5a	72,8a	72,3a	72,0a	73,3a
R ₅	68,0	67,0 b	66,8a	64,0 b	62,0 b	65,6 b
V ₃	78,3	4,8 c	3,5 b	1,3 c	1,3 c	17,8 c
média	73,7	48,7	47,7	45,8	45,1	
Mistura:						
R ₈	78,0	76,0a	74,8a	74,1a	73,0a	75,2a
R ₅	64,0	60,5 b	55,0 b	54,0 b	0,0 b	46,7 b
V ₃	62,0	5,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	13,4 c
média	68,0	47,2	43,3	42,7	24,3	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 8A. Valores médios do índice de colheita (I.C.) no primeiro experimento. Seca/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**					média
	0	4	8	16	32	
Glyphosate:						
R ₈	0,67	0,67	0,64a	0,62a	0,61a	0,64a
R ₅	0,67	0,63	0,45 b	0,26 b	0,00 b	0,40 b
V ₃	0,67	0,66	0,61a	0,16 c	0,00 b	0,42 b
média	0,67	0,65	0,57	0,34	0,20	
Oxyfluorfen:						
R ₈	0,67	0,60	0,60	0,62a	0,56a	0,61a
R ₅	0,67	0,64	0,64	0,55a	0,27 b	0,55a
V ₃	0,66	0,49	0,48	0,29 b	0,18 c	0,42 b
média	0,66	0,58	0,57	0,49	0,33	
Mistura:						
R ₈	0,67	0,59a	0,62a	0,51a	0,32a	0,54a
R ₅	0,68	0,50 b	0,36 b	0,00 b	0,00 b	0,31 b
V ₃	0,66	0,34 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,20 c
média	0,67	0,47	0,33	0,17	0,11	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 9A. Valores médios do rendimento de grãos no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**							média
	0	1	2	4	8	12	16	
Glyphosate:								
R ₇	1,063	0,745 b	0,728 b	0,458 b	0,290a	0,190a	0,075	0,507a
R ₅	1,066	1,045a	1,043a	0,335 c	0,050 b	0,000 b	0,000	0,506a
V ₃	1,125	0,680 c	0,668 c	0,620a	0,050 b	0,018 b	0,000	0,451 b
média	1,085	0,823	0,813	0,471	0,130	0,069	0,025	
Oxyfluorfen:								
R ₇	1,098 b	0,730 b	0,675a	0,563a	0,450a	0,403a	0,363a	0,611a
R ₅	1,060 b	0,785a	0,645a	0,533a	0,382 b	0,113 b	0,118 b	0,519 b
V ₃	1,285a	0,338 c	0,215 b	0,175 b	0,065 c	0,000 c	0,000 c	0,297 c
média	1,146	0,618	0,512	0,423	0,299	0,172	0,160	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 10A. Valores médios do número de vagens por planta no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**							média
	0	1	2	4	8	12	16	
Glyphosate:								
R ₇	7,3	5,8	7,5	5,4	5,1a	5,2a	4,1a	5,8a
R ₅	8,1	6,4	7,7	4,7	0,8 b	0,0 b	0,0b	3,9 b
V ₃	7,8	7,0	6,4	6,1	1,4 b	0,7 b	0,0 b	4,2 b
média	7,7	6,4	7,2	5,4	2,4	2,0	1,4	
Oxyfluorfen:								
R ₇	8,1	6,6a	7,2a	5,6	6,5a	4,2a	3,8a	6,0a
R ₅	7,1	5,0ab	5,1 b	4,8	3,8 b	1,9 b	1,8 b	4,2 b
V ₃	8,6	4,3 b	4,7 b	5,0	1,2 c	0,0 c	0,0 c	3,4 c
média	7,9	5,3	5,7	5,1	3,8	2,0	1,9	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 11A. Valores médios do número de sementes por vagem no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**							média
	0	1	2	4	8	12	16	
Glyphosate:								
R ₇	4,5	4,7	4,7	4,0 b	2,3a	1,3a	1,2a	3,2a
R ₅	4,6	4,4	5,1	3,1 c	0,5 c	0,0 b	0,0 b	2,5 b
V ₃	4,8	5,3	4,6	4,9a	1,3 b	0,9a	0,0 b	3,1ab
média	4,6	4,8	4,8	4,0	1,4	0,7	0,4	
Oxyfluorfen:								
R ₇	4,3	3,1	4,2	4,1	3,7a	4,1a	3,8a	3,9a
R ₅	5,0	4,1	3,7	4,2	3,6a	2,3 b	3,2a	3,7a
V ₃	4,7	4,5	3,9	4,4	1,6 b	0,0 c	0,0 b	2,7b
média	4,7	3,9	3,9	4,2	3,0	2,1	2,3	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 12A. Valores médios do peso médio de 100 grãos no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**							média
	0	1	2	4	8	12	16	
Glyphosate:								
R ₇	17,4	17,0	17,0	17,3	13,8a	13,6a	9,4a	15,1a
R ₅	17,8	19,6	17,5	20,8	4,1 b	0,0 c	0,0 b	11,4 b
V ₃	17,6	17,8	16,0	17,9	4,5 b	3,6 b	0,0 b	11,9 b
média	17,6	18,2	16,8	18,7	7,5	5,7	3,1	
Oxyfluorfen:								
R ₇	17,4	16,6	17,2	15,7	15,7 b	15,8a	14,8 b	16,1ab
R ₅	19,2	17,2	16,5	17,7	18,6a	17,7a	17,0a	17,8a
V ₃	17,3	17,9	20,3	18,9	4,1 c	0,0 b	0,0 c	11,2 b
média	18,0	17,3	18,0	17,4	12,8	11,2	10,6	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 13A. Valores médios do estande final no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**							média
	0	1	2	4	8	12	16	
Glyphosate:								
R ₇	48,5	46,9	44,6	43,1a	40,0a	41,0a	39,1a	43,5a
R ₅	50,7	50,3	45,8	36,5 b	34,7 b	34,0a	25,5 b	39,6 b
V ₃	43,4	41,0	38,1	24,0 c	2,3 c	2,0 b	0,0 c	21,5 b
média	47,5	46,1	42,8	34,5	25,6	25,7a	21,5	
Oxyfluorfen:								
R ₇	40,1 b	42,4 b	38,3 b	38,1a	38,1a	36,2a	35,6a	38,4a
R ₅	49,3a	49,1a	47,5a	36,2 b	36,0a	35,1a	34,5a	41,1a
V ₃	49,9a	16,9 c	11,5 c	7,4 c	2,5 b	0,0 b	0,0 b	12,6 b
média	46,4	36,1	29,4	27,2	25,5	23,8	23,4	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 14A. Valores médios do Índice de Colheita no segundo experimento. Inverno/1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**							média
	0	1	2	4	8	12	16	
Glyphosate:								
R ₇	0,62	0,63	0,57	0,50 b	0,31a	0,18a	0,10	0,41a
R ₅	0,60	0,56	0,54	0,37 c	0,10 b	0,00 b	0,00	0,31 b
V ₃	0,61	0,60	0,53	0,58a	0,14 b	0,12a	0,00	0,37ab
média	0,61	0,60	0,55	0,48	0,18	0,10	0,03	
Oxyfluorfen:								
R ₇	0,64	0,49	0,55	0,57	0,48 b	0,42a	0,38a	0,50a
R ₅	0,64	0,58	0,57	0,54	0,56a	0,49a	0,46a	0,55a
V ₃	0,63	0,59	0,58	0,60	0,14 c	0,0 b	0,0 b	0,36 b
média	0,62	0,55	0,57	0,57	0,39	0,30	0,28	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 15A. Valores médios da avaliação visual (notas segundo a Escala E.W.R.C.), para diferentes cultivares no experimento de casa de vegetação. 1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Cultivar	Dose**						média
	0	2	4	8	12	16	
Glyphosate 15 D.A.A.***:							
Carioca	1,0	5,0 b	7,0 c	7,2a	9,0	9,0	6,4 b
Ouro Negro	1,0	6,0 c	6,0 b	7,2a	8,8	9,0	6,3 b
Carioca MG	1,0	3,0a	4,0a	8,0 b	9,0	9,0	5,7a
média	1,0	4,7	5,7	7,5	8,9	9,0	
Oxyfluorfen 15 D.A.A.***:							
Carioca	1,0	6,0 b	7,0	7,0	7,0 a	8,4 b	6,1 b
Ouro Negro	1,0	4,8a	7,0	7,0	7,2a	7,4a	5,7a
Carioca MG	1,0	7,0 c	6,8	7,8	8,0 b	8,4 b	6,5 c
média	1,0	6,6	7,3	7,7	7,7	8,3	
Glyphosate 30 D.A.A.***:							
Carioca	1,0	8,0 b	8,0 c	8,0a	9,0	9,0	7,2 b
Ouro Negro	1,0	5,0a	6,0 b	9,0 b	8,8	9,0	6,5a
Carioca MG	1,0	5,0a	5,2a	8,0a	8,8	9,0	6,2a
média	1,0	6,0	6,4	8,3	8,9	9,0	
Oxyfluorfen 30 D.A.A.***:							
Carioca	1,0	5,0	5,0a	7,4	7,2	7,4a	5,5
Ouro Negro	1,0	5,0	6,0 b	7,0	7,0	8,4 c	5,7
Carioca MG	1,0	5,0	5,2a	7,0	7,0	7,8 b	5,5
média							

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

***D.A.A. - Dias Após a Aplicação

TABELA 16A. Valores relativos médios de leitura colorimétrica, sob ação do BCA, de material coletado 48 horas após a aplicação de glyphosate, no experimento de laboratório. 1995. UFLA, Lavras-MG, 1996. Tukey $\alpha=5\%$ *

Estádio	Dose**				média
	0	4	8	16	
V3	100,0	84,0a	80,0a	52,0a	79,2a
R5	100,0	58,0 b	28,0 b	29,0 b	54,0 b
média	100,0	71,0	54,0	40,5	

* médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si

**% da dose normalmente recomendada

TABELA 17A. Coeficientes de correlação entre o rendimento de grãos e demais características avaliadas obtidos no ensaio da seca/1995. UFLA, Lavras - MG, 1996.

	Nº vag./planta	Nº sem./vagem	IC	Estado
Glyphosate em V ₃	0,6924**	0,6224**	0,7074**	0,9954**
Oxyfluorten em V ₃	0,7529**	n.s.	0,4922*	0,9996**
Mistura em V ₃	0,9206**	0,8610**	0,9246**	0,9983**
Glyphosate em R ₅	0,9672**	0,9621**	0,9618**	0,4691*
Oxyfluorten em R ₅	0,9642**	0,6326**	0,9208**	0,5183*
Mistura em R ₅	0,9815**	0,7622**	0,8319**	0,4844*
Glyphosate em R ₇	0,4579*	0,7655**	0,8382**	n.s.
Oxyfluorten em R ₇	0,9471**	0,9254**	0,9237**	0,7499**
Mistura em R ₇	0,8485**	0,9606**	0,9672**	n.s.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade
 ** significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 18A. Coeficientes de correlação entre o rendimento de grãos e demais características avaliadas obtidos no ensaio de outono-inverno/1995. UFLA, Lavras - MG, 1996.

	Nº vag./planta	Nº sem./vagem	Peso 100 grãos	IC	Estado
Glyphosate em V ₃	0,9409**	0,8484**	0,8507**	0,8699**	0,9425**
Oxyfluorten em V ₃	0,8528**	0,6029**	0,5214**	0,6077**	0,9924**
Glyphosate em R ₅	0,9605**	0,9601**	0,8060**	0,9461**	0,6943**
Oxyfluorten em R ₅	0,9766**	0,8649**	n.s.	0,7055**	0,7726*
Glyphosate em R ₇	0,6326*	0,9001**	0,7918**	0,9242**	0,5913**
Oxyfluorten em R ₇	0,8616**	n.s.	0,5716**	0,8363**	0,5230**

* significativo ao nível de 5% de probabilidade
 ** significativo ao nível de 1% de probabilidade



LA 17A. Coeficientes de correlação entre o rendimento de frutos e densidade de plantas em nível de 5% e 1% de probabilidade

Tratamento	Nº de plantas	Nº sem vagens	IC
1	0,0000**	0,0000**	0,0000**
2	0,0000**	0,0000**	0,0000**
3	0,0000**	0,0000**	0,0000**
4	0,0000**	0,0000**	0,0000**
5	0,0000**	0,0000**	0,0000**
6	0,0000**	0,0000**	0,0000**
7	0,0000**	0,0000**	0,0000**
8	0,0000**	0,0000**	0,0000**
9	0,0000**	0,0000**	0,0000**
10	0,0000**	0,0000**	0,0000**

Intervalo no nível de 5% e 1% de probabilidade

LA 18A. Coeficientes de correlação entre o rendimento de frutos e densidade de plantas em nível de 5% e 1% de probabilidade

Tratamento	Nº de plantas	Nº sem vagens	% de 100	IC
1	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
2	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
3	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
4	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
5	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
6	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
7	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
8	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
9	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**
10	0,0000**	0,0000**	0,0000**	0,0000**

Intervalo no nível de 5% e 1% de probabilidade