

SELETIVIDADE DO HERBICIDA TRIFLOXYSULFURON SODIUM PARA FINS DE FITORREMEDIAÇÃO¹

José Barbosa dos Santos²
Sérgio de Oliveira Procópio²
Antônio Alberto da Silva³
Fábio Ribeiro Pires²
José Ivo Ribeiro Júnior⁴
Edson Aparecido dos Santos⁵

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo selecionar plantas tolerantes ao trifloxysulfuron sodium, visando utilizá-las em programas de fitorremediação. Foram avaliadas dez espécies: *Calopogonium muconoides*, *Crotalaria spectabilis*, *Vicia sativa*, *Cajanus cajan*, *Nicotiniana tabacum*, *Ricinus communis*, *Penisetum glaucum*, *Mucuna cinereum*, *Mucuna aterrima* e *Lupinus albus*. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas aplicaram-se as doses de trifloxysulfuron sodium (0,00; 3,75; 7,50; e 15,00 g ha⁻¹) e, nas subparcelas, as épocas de avaliação (15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura - DAS). Foram avaliados a altura de plantas, os sintomas de toxicidade e, aos 60 DAS, também a biomassa seca da parte aérea, das raízes e total das plantas. Todas as espécies sobreviveram ao trifloxysulfuron sodium no solo, mesmo quando aplicado em dose duas vezes maior que a recomendada pelo fabricante (15,00 g ha⁻¹), com exceção de *N. tabacum*, que não sobreviveu a essa dose. *M. aterrima*, *L. albus*, *C. muconoides*, *C. spectabilis* e *M. cinereum* foram as espécies que apresentaram maior tolerância ao trifloxysulfuron sodium.

Palavras-chave: seletividade, fitotoxicidade, descontaminação, adubos verdes, plantas daninhas.

¹ Aceito para publicação em 14.11.2003.

² Estudantes de pós-graduação do Dep. de Fitotecnia da UFV, 36571-000, Viçosa, MG.

³ Departamento de Fitotecnia da UFV.

⁴ Departamento de Informática da UFV.

⁵ Acadêmico de Agronomia da UFV.

ABSTRACT

SELECTIVITY OF THE HERBICIDE TRIFLOXYSULFURON SODIUM FOR PHYTOREMEDIATION PURPOSES

The aim of this study was the selection of trifloxysulfuron sodium-selective plants to use them in phytoremediation programs against this herbicide in the soil. Ten species were evaluated: *Calopogonium muconoides*, *Crotalaria spectabilis*, *Vicia sativa*, *Cajanus cajan*, *Nicotiniana tabacum*, *Ricinus communis*, *Penisetum glaucum*, *Mucuna cinereum*, *Mucuna aterrima* and *Lupinus albus*. A randomized-complete block design with split-plots and three replications was used. The factor applied to the plots were the doses of trifloxysulfuron sodium (0.00, 3.75, 7.50, and 15.00 g ha⁻¹) and, in the split-plots, the evaluation times [15, 30, 45, and 60 days after sowing (DAS)]. Plant height, and phytotoxicity were evaluated and, at 60 DAS, above-ground, root and total biomass dry matter. It was verified that all the species survived to trifloxysulfuron sodium presence in the soil, even when applied in double the dose recommended by the manufacturer (15.00 g ha⁻¹), except for *N. tabacum*, that did not survive this dose. *M. aterrima*, *L. albus*, *C. muconoides*, *C. spectabilis* and *M. cinereum* were most tolerant to trifloxysulfuron sodium.

Key words: selectivity, phytotoxicity, decontamination, green manure, weeds.

INTRODUÇÃO

O herbicida trifloxysulfuron sodium [N-[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)carbamoil]-3-(2,2,2-trifluoroethoxy)-pyridin-2-sulfonamide], apesar de ser recomendado em pequena dose, apresenta longo efeito residual no solo. Essa característica pode limitar sua utilização na cultura do algodão em áreas onde o agricultor cultiva, por exemplo, feijão no inverno ou milho na primavera. Além disso, o uso de herbicidas de longo efeito residual pode aumentar os riscos de contaminação de fontes subterrâneas de água, o que causa grande preocupação, devido à crescente escassez desse recurso em diversas localidades do planeta.

Segundo Cunningham et al. (4), a fitorremediação é uma técnica que pode ser empregada em solos para a retirada de compostos tóxicos, como os herbicidas. Baseia-se na seletividade que algumas espécies vegetais (plantas) exibem a determinado composto específico e/ou a um mecanismo de ação. A tolerância pode ser resultante de processos como a translocação diferencial de compostos orgânicos para outros tecidos da planta, com subsequente volatilização, ou da degradação parcial ou completa transformação em compostos menos tóxicos, combinados e/ou ligados nos tecidos das plantas (1). Em geral, a maioria dos compostos orgânicos passa por alguma transformação nas células das plantas antes de serem isolados em vacúolos ou ligarem-se a estruturas celulares insolúveis, como a lignina (9). Outra possibilidade é a fitoestimulação, na qual, em razão da liberação de exsudatos radiculares, há o estímulo à atividade

microbiana, que atua degradando o composto no solo, o que caracteriza, em algumas plantas, a aptidão rizosférica para a biorremediação de compostos tóxicos (4).

A fitorremediação pode ser utilizada em áreas contaminadas com diversos compostos tóxicos, como metais pesados, metalóides, hidrocarbonetos derivados de petróleo, explosivos, solventes clorados, subprodutos da indústria e pesticidas (2, 3, 7, 8, 11). Dentre os pesticidas, os herbicidas apresentam as maiores dificuldades para a viabilização da fitorremediação, por serem compostos utilizados justamente no controle de plantas, as quais, nesta técnica, são os agentes remediadores. Essas dificuldades tornam-se ainda maiores quando o herbicida apresenta amplo espectro de ação. Decorrente disso, a escolha de plantas que apresentem tolerância ao herbicida é o primeiro passo na seleção de espécies potencialmente fitorremediadoras. Contudo, deve-se evitar a utilização de espécies de difícil controle posterior e, se possível, selecionar aquelas que promovam outros benefícios ao solo, como os adubos verdes. Não existem, até o momento, relatos de pesquisas sobre a tolerância de leguminosas de cobertura do solo ao herbicida trifloxysulfuron sodium.

Este trabalho teve como objetivo selecionar espécies vegetais tolerantes ao trifloxysulfuron sodium, visando utilizá-las em programas de fitorremediação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vasos e conduzido em casa de vegetação. O substrato utilizado foi um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de textura argilo-arenosa (Quadro 1).

QUADRO 1 - Caracterização física e química da camada arável (0-20 cm) do solo Argissolo Vermelho-Amarelo utilizado neste experimento

Análise granulométrica (dag kg ⁻¹)										
Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa	Classificação textural						
39	11	17	33	Argilo-arenosa						
Análise química										
pH	P	K ⁺	H + Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC total	V	m	MO
H ₂ O	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----					%		dag kg ⁻¹
5,8	1,4	123	4,3	0,0	3,8	1,4	9,81	56	0	2,18

*Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, seguindo-se metodologia apresentada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (1997).

Por se tratar de herbicida relativamente novo no mercado, poucas informações estavam disponíveis sobre a tolerância de espécies vegetais ao trifloxysulfuron sodium. Devido a esse fato, o critério de seleção inicial baseou-se em três itens: facilidade na aquisição de sementes, benefício adicional ao solo e fácil controle posterior. As espécies testadas foram: *Calopogonium muconoides*, (calopogônio), *Crotalaria spectabilis* (crotalária), *Vicia sativa* (ervilhaca), *Cajanus cajan* (feijão-guandu), *Nicotiniana tabacum* (fumo), *Ricinus communis* (mamona), *Penisetum glaucum* (milheto), *Mucuna cinereum* (mucuna-cinza), *Mucuna aterrima* (mucuna-preta) e *Lupinus albus* (tremoço-branco).

A unidade experimental foi constituída de um vaso de polietileno contendo 3 dm³ de solo. Após o enchimento e umedecimento (até atingir 60% da capacidade de campo) dos vasos com o solo, procedeu-se à aplicação em pré-emergência do herbicida, empregando pulverizador costal pressurizado com gás carbônico (CO₂), composto de barra com duas pontas de pulverização em leque 110.03, espaçadas de 0,50 m, com volume de aplicação de 260 L ha⁻¹.

A semeadura das espécies selecionadas nos vasos foi feita no dia seguinte à aplicação do trifloxysulfuron sodium. Após a aplicação dos tratamentos, os vasos foram mantidos sob irrigação, a fim de se manter a umidade do solo em torno de 80% da capacidade de campo.

As características avaliadas para determinação da seletividade do herbicida às diferentes espécies foram os sintomas de toxicidade, avaliada visualmente, atribuindo-se notas de acordo com os sintomas de intoxicação na parte aérea das plantas, utilizando escala variando de 0% (ausência de sintoma) a 100% (morte da planta), e a altura de plantas. Tomou-se como base para medição o meristema apical nas dicotiledôneas e a extremidade da folha mais alta nas demais espécies. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três repetições, para cada espécie vegetal. O fator da parcela principal foi a dose do trifloxysulfuron sodium (0,00; 3,75; 7,50; e 15,00 g ha⁻¹), e o fator da subparcela, a época de avaliação (15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura - DAS). Na última avaliação, realizada aos 60 DAS, avaliaram-se, além dos sintomas de toxicidade e da altura das plantas, a biomassa seca da parte aérea, a biomassa seca de raízes e a biomassa seca total, obtidas por meio de pesagem do material colhido, seco em estufa de circulação forçada (70 ± 2 °C) por 72 horas.

Todas as variáveis que atenderam às pressuposições de normalidade e homogeneidade das variâncias, por meio dos testes de Lilliefors e de Cochran, respectivamente, foram submetidas à análise de variância para a verificação de significância dos dois fatores estudados e da interação entre eles pelo teste F, a 5% de significância. Os efeitos das doses do

trifloxysulfuron sodium e das épocas de avaliações foram estudados por meio de análise de regressão, a 1 ou 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura de plantas

À altura das plantas de *V. sativa*, *C. cajan*, *N. tabacum*, *R. communis*, *P. glaucum* e *M. aterrima* aumentou ($P < 0,01$) ao longo das épocas de avaliação. Por outro lado, a altura dessas plantas diminuiu com o aumento das doses do trifloxysulfuron sodium, com exceção da espécie *M. aterrima*, na qual isso não ocorreu (Figura 1 e Quadro 2), mostrando que essa espécie é bastante tolerante ao herbicida. *C. muconoides*, *C. spectabilis*, *M. cinereum* e *L. albus* apresentaram aumento da altura com o decorrer do tempo (Figura 2), no entanto, não sofreram efeito das doses do trifloxysulfuron sodium, como evidenciado nas suas equações de regressão (Quadro 2). Dal Piccolo e Christoffoleti (5) constataram inibição no desenvolvimento de *C. juncea* até 13 meses após a aplicação do herbicida tebuthiuron. Dower Neto et al. (6) constataram que os herbicidas bentazon, acifluorfen-sódico e fomesafen foram tóxicas às plantas de *L. albus*.

Sintomas de toxicidade

Pela análise das Figuras 3 e 4 e do Quadro 2, os sintomas de toxicidade observados nas plantas *C. muconoides*, *C. cajan*, *N. tabacum*, *R. communis* e *C. spectabilis* diminuíram ($P < 0,01$ ou $P < 0,05$) ao longo do tempo. Nas demais espécies, não se detectou efeito das épocas de avaliação. O aumento da dose do herbicida ocasionou incremento linear ($P < 0,01$ ou $P < 0,05$) na intensidade dos sintomas de toxicidade nas espécies *C. muconoides*, *V. sativa* (Figura 4.B), *C. cajan*, *N. tabacum*, *R. communis* e *P. glaucum* (Figura 4.B). De maneira geral, com a aplicação da dose comercial do trifloxysulfuron sodium ($7,5 \text{ g ha}^{-1}$) aos 15 DAS, os valores dos sintomas de toxicidade variaram de pouco menos de 20%, em *C. muconoides*, a aproximadamente 80%, em *N. tabacum* e *C. cajan*, sendo estes últimos valores considerados elevados e, conseqüentemente, as plantas pouco tolerantes ao herbicida. Não houve efeito significativo das doses do trifloxysulfuron sodium sobre *C. spectabilis*, *M. cinereum*, *M. aterrima* e *L. albus*, em relação aos sintomas de toxicidade (Figura 4.A e Quadro 2), sendo estas espécies, juntamente com *C. muconoides*, as mais tolerantes ao herbicida nesta avaliação. Silva e Bueno (10) verificaram que *Mucuna aterrima* foi tolerante aos herbicidasalachlor, imazaquin e pendimethalin, sendo suscetível apenas ao 2,4-DB.

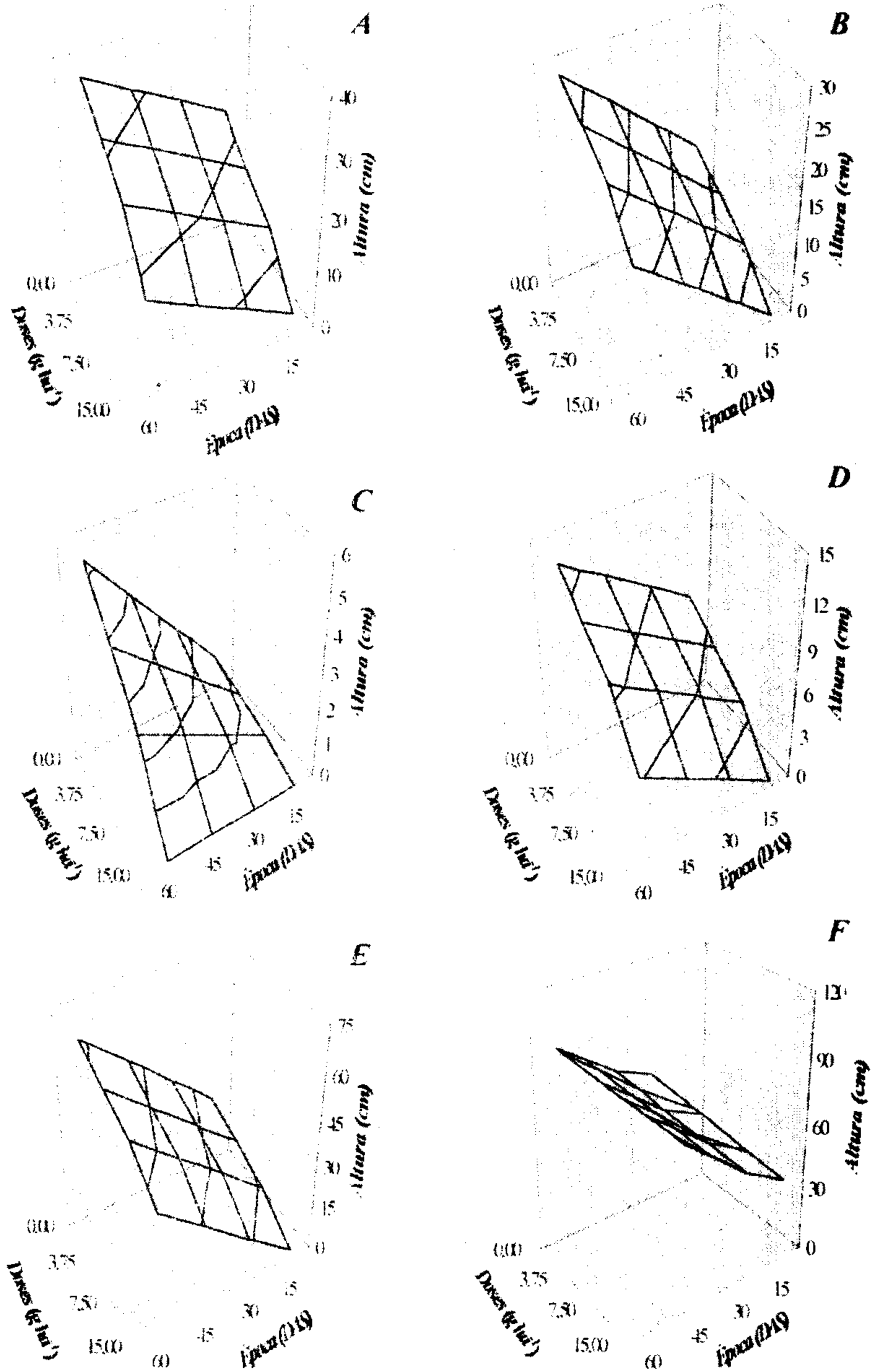


FIGURA 1 - Estimativa da altura de plantas de *Vicia sativa* (A), *Cajanus cajan* (B), *Nicotiana tabacum* (C), *Ricinus communis* (D), *Penisetum glaucum* (E) e *Mucuna aterrima* (F), em função da época de avaliação (dias após a semeadura - DAS) e de doses de trifloxysulfuron sodium (g ha^{-1}).

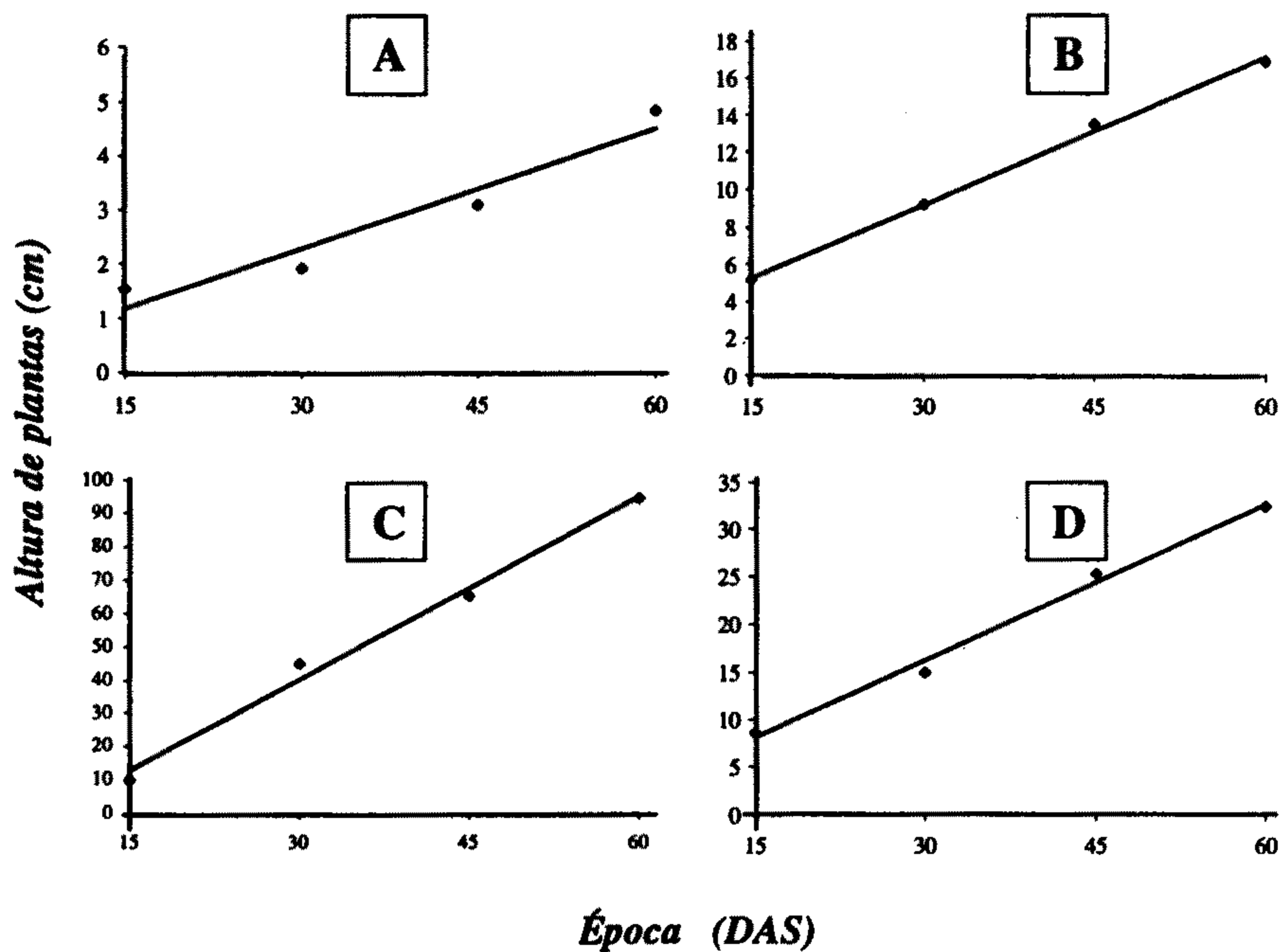


FIGURA 2 - Estimativa da altura de plantas de *Calopogonium muconoides* (A), *Crotalaria spectabilis* (B), *Mucuna cinereum* (C) e *Lupinus albus* (D), em função da época de avaliação (dias após a semeadura - DAS).

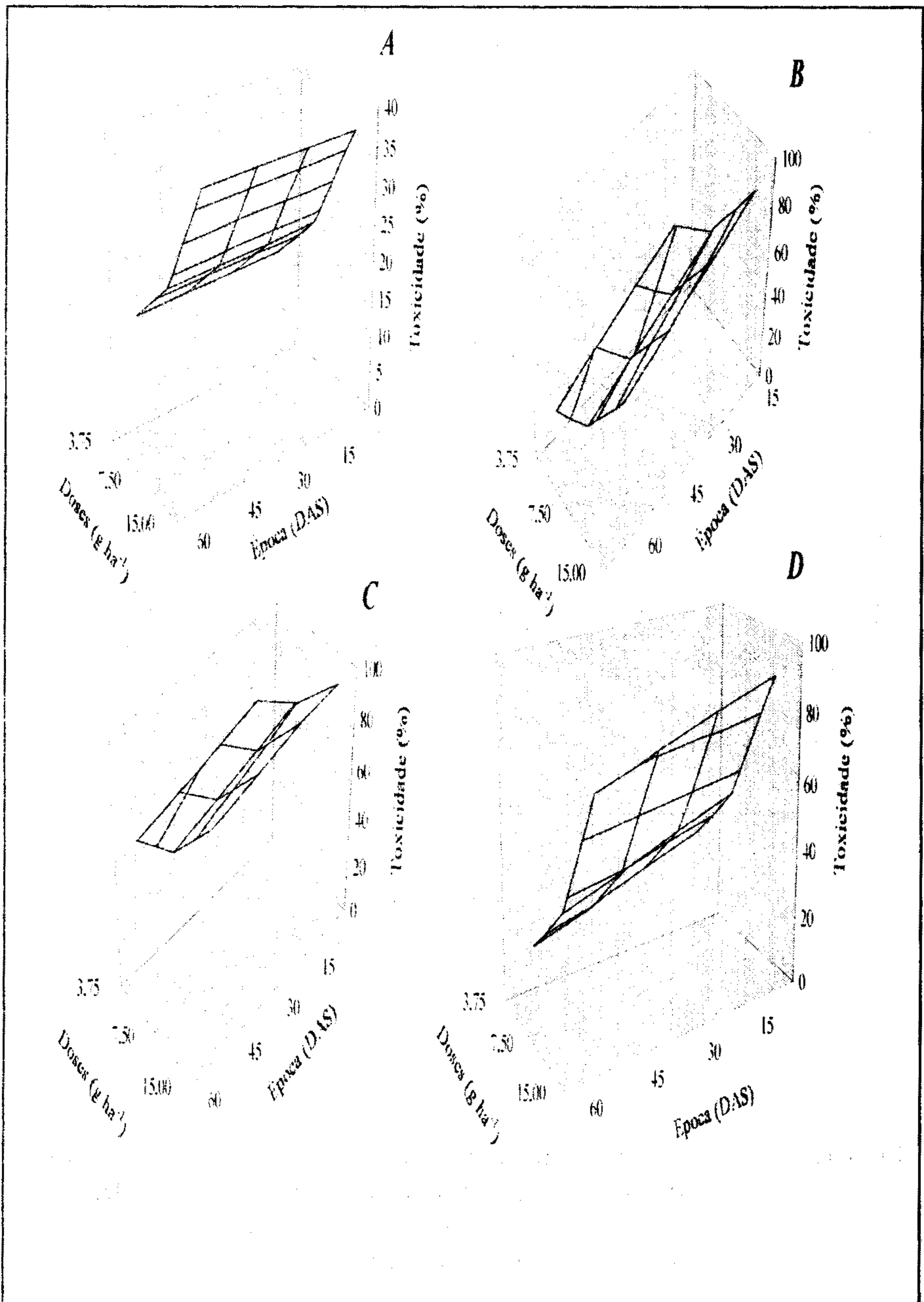
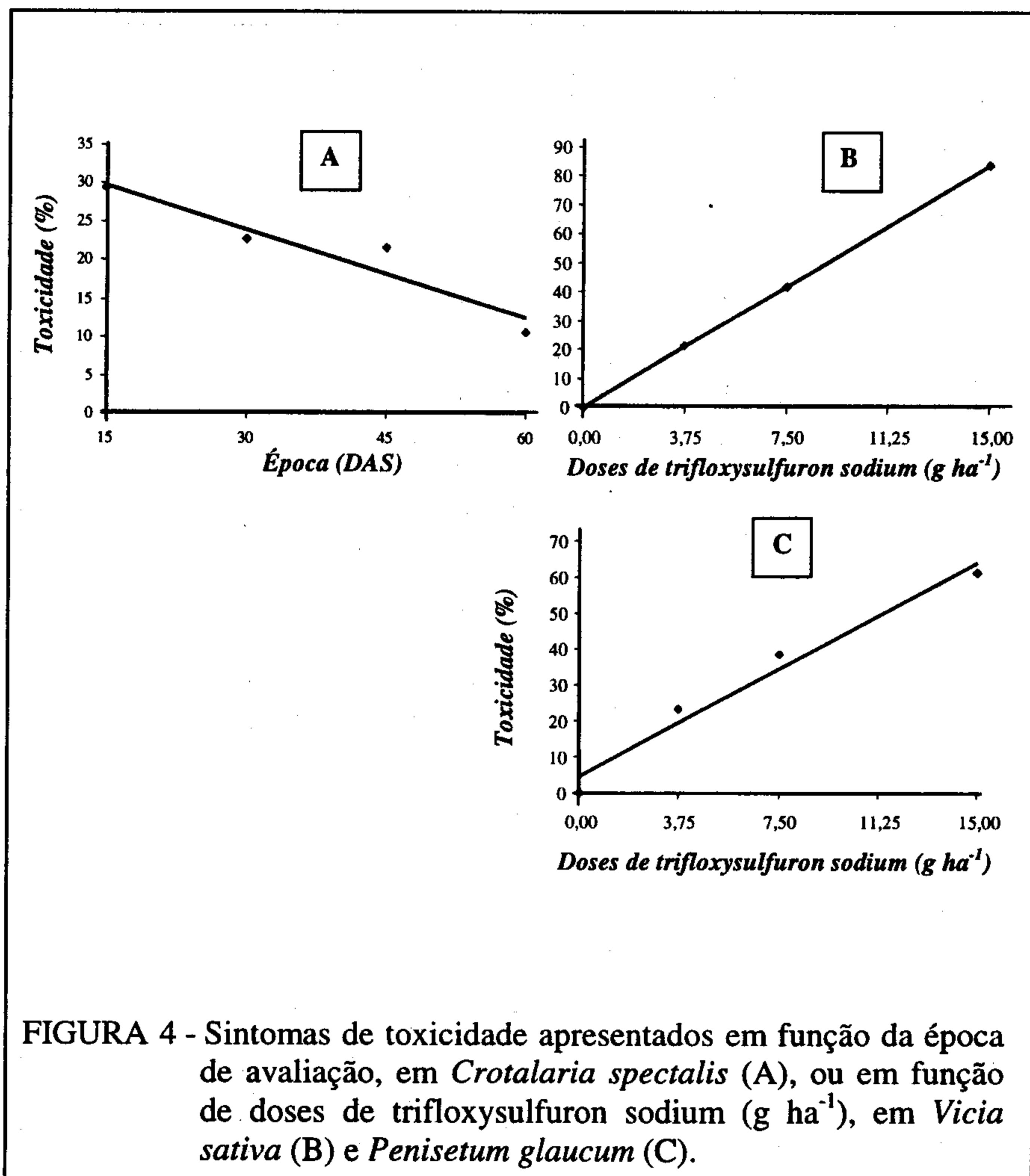


FIGURA 3 - Estimativa dos sintomas de toxicidade apresentados por *Calopogonium muconoides* (A), *Cajanus cajan* (B), *Nicotiniana tabacum* (C) e *Ricinus communis* (D), em função da época de avaliação (dias após a semeadura - DAS) e de doses de trifloxysulfuron sodium (g ha⁻¹).



Biomassa seca das plantas

Apenas houve efeito ($P < 0,01$ ou $P < 0,05$) das doses do trifloxysulfuron sodium sobre a biomassa seca da parte aérea (BSPA) nas espécies *V. sativa*, *N. tabacum* e *P. glaucum* (Quadro 3). Em relação à biomassa seca das raízes (BSR) e à biomassa seca total (BST), além dessas espécies, inclui-se *M. cinereum* no grupo que apresentaram diminuição da biomassa com o aumento das doses do herbicida. No entanto, a redução na BST com o aumento das doses do trifloxysulfuron sodium foi menos acentuada em *M. cinereum* (Figura 5).

QUADRO 2 - Estimativas dos efeitos de doses de trifloxysulfuron sodium (D) e das épocas de avaliação (E) sobre a altura de plantas e os sintomas de toxicidade em dez espécies vegetais, avaliadas para fins de fitorremediação

Espécie vegetal	Altura de plantas		Sintomas de toxicidade	
	Equação de regressão	R2 (%)	Equação de regressão	R2 (%)
<i>C. muconoides</i>	$\hat{Y} = 0,083 + 0,074^{**}E$	92,77	$\hat{Y} = 7,639 + 2,048^{*}D - 0,337^{**}E$	81,16
<i>C. spectabilis</i>	$\hat{Y} = 1,333 + 0,262^{**}E$	99,74	$\hat{Y} = 35,556 - 0,385^{*}E$	90,74
<i>V. sativa</i>	$\hat{Y} = 17,644 - 1,190^{*}D + 0,301^{**}E$	90,20	$\hat{Y} = 0,208 + 5,564^{**}D$	99,99
<i>C. cajan</i>	$\hat{Y} = 6,179 - 0,700^{*}D + 0,355^{**}E$	84,79	$\hat{Y} = 29,236 + 4,976^{**}D - 0,610^{**}E$	78,96
<i>N. tabacum</i>	$\hat{Y} = -0,417 - 0,035^{**}D + 0,094^{**}E - 0,007^{*}DE$	74,50	$\hat{Y} = 59,097 + 3,278^{**}D - 0,304^{*}E$	70,56
<i>R. communis</i>	$\hat{Y} = 5,248 - 0,447^{*}D + 0,128^{**}E$	95,52	$\hat{Y} = 14,361 + 5,616^{**}D - 0,376^{**}E$	89,80
<i>P. glaucum</i>	$\hat{Y} = 10,946 - 1,382^{**}D + 0,854^{**}E$	88,52	$\hat{Y} = 11,875 + 3,325^{**}D$	99,02
<i>M. cinereum</i>	$\hat{Y} = -14,750 + 1,826^{**}E$	99,04	$\hat{Y} = 15,833$	-
<i>M. aterrima</i>	$\hat{Y} = -2,779 + 1,201^{*}D + 1,577^{**}E$	92,88	$\hat{Y} = 2,639$	-
<i>L. albus</i>	$\hat{Y} = -0,271 + 0,548^{**}E$	99,24	$\hat{Y} = 3,472$	-

** Significativo pelo teste t, a 1% de probabilidade.

* Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade.

QUADRO 3 - Estimativas dos efeitos de doses de trifloxysulfuron sodium (D) sobre a biomassa seca da parte aérea (BSPA), das raízes (BSR) e total (BST) em dez espécies vegetais avaliadas, para fins de fitorremediação

Espécie vegetal	BSPA			BSR			BST		
	Equação de regressão	R2 (%)	Equação de regressão	R2 (%)	Equação de regressão	R2 (%)	Equação de regressão	R2 (%)	
<i>C. muconoides</i>	$\bar{Y} = 0,278$	-	$\bar{Y} = 0,111$	-	$\bar{Y} = 0,389$	-		-	
<i>C. spectabilis</i>	$\bar{Y} = 0,771$	-	$\bar{Y} = 0,347$	-	$\bar{Y} = 1,118$	-		-	
<i>V. sativa</i>	$\hat{Y} = 0,796 - 0,037^{**}D$	69,25	$\hat{Y} = 0,336 - 0,017^{*}D$	66,62	$\hat{Y} = 1,132 - 0,054^{**}D$	84,12			
<i>C. cajan</i>	$\bar{Y} = 0,975$	-	$\bar{Y} = 0,656$	-	$\bar{Y} = 1,631$	-		-	
<i>N. tabacum</i>	$\hat{Y} = 0,593 - 0,042^{**}D$	95,39	$\hat{Y} = 0,172 - 0,012^{**}D$	85,46	$\hat{Y} = 0,745 - 0,048^{**}D$	88,38			
<i>R. communis</i>	$\bar{Y} = 1,323$	-	$\bar{Y} = 0,763$	-	$\bar{Y} = 2,085$	-		-	
<i>P. glaucum</i>	$\hat{Y} = 1,628 - 0,073^{**}D$	99,52	$\hat{Y} = 0,895 - 0,045^{**}D$	96,48	$\hat{Y} = 2,523 - 0,118^{**}D$	99,49			
<i>M. cinereum</i>	$\bar{Y} = 2,449$	-	$\hat{Y} = 2,403 - 0,081^{*}D$	65,90	$\hat{Y} = 5,225 - 0,138^{**}D$	60,65			
<i>M. aterrima</i>	$\bar{Y} = 2,304$	-	$\bar{Y} = 1,573$	-	$\bar{Y} = 3,877$	-		-	
<i>L. albus</i>	$\bar{Y} = 1,737$	-	$\bar{Y} = 0,886$	-	$\bar{Y} = 2,624$	-		-	

** Significativo pelo teste t, a 1% de probabilidade.

* Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade.

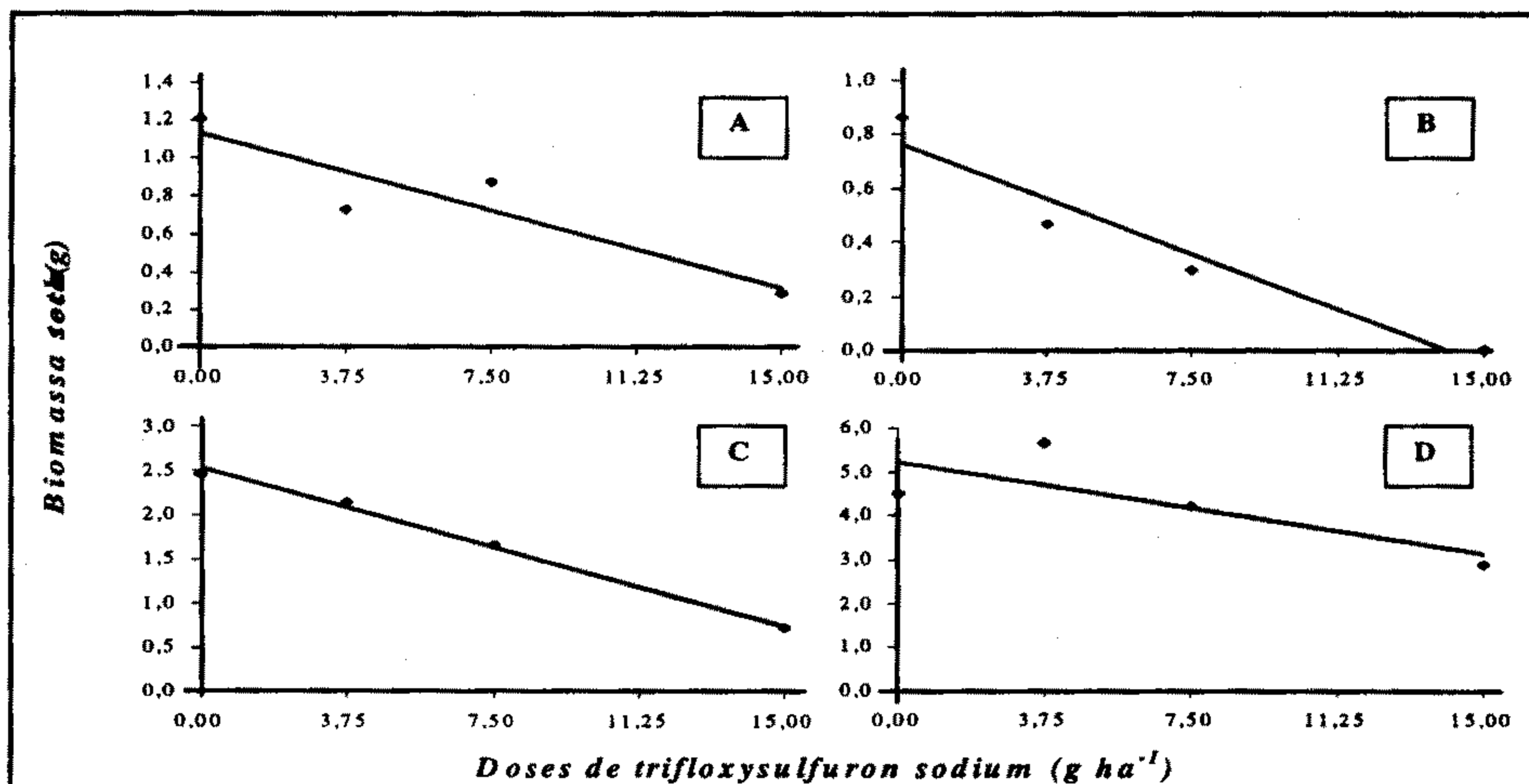


FIGURA 5 - Estimativa da biomassa seca total de plantas de *Vicia sativa* (A), *Nicotiniana tabacum* (B), *Penisetum glaucum* (C) e *Mucuna cinereum* (D), em função de doses de trifloxysulfuron sodium (g ha^{-1}).

Todas as espécies sobreviveram ao trifloxysulfuron sodium no solo, mesmo quando aplicado em dose duas vezes maior que a recomendada pelo fabricante ($15,00 \text{ g ha}^{-1}$), com exceção das plantas de *N. tabacum*, que não sobreviveram a essa dose. Porém, realizando análise integrada dos resultados, *M. aterrima*, *L. albus*, *C. muconoides*, *C. spectabilis* e *M. cinereum* apresentaram-se mais tolerantes ao herbicida, indicando maior potencial para a continuação dos estudos de fitorremediação de trifloxysulfuron sodium em solos contaminados.

CONCLUSÕES

1) A altura das plantas de *C. muconoides*, *C. spectabilis*, *M. cinereum* e *L. albus* não é influenciada pelo trifloxysulfuron sodium nas doses avaliadas.

2) As espécies *M. cinereum*, *M. aterrima* e *L. albus* não apresentam variações nos sintomas de toxicidade quando submetidas ao trifloxysulfuron sodium.

3) *V. sativa*, *N. tabacum*, *P. glaucum* e *M. cinereum* apresentam diminuição de biomassa com o aumento das doses do trifloxysulfuron sodium.

4) Todas as espécies avaliadas sobrevivem ao trifloxysulfuron sodium no solo, com exceção de *N. tabacum*, que não sobreviveu à dose de $15,00 \text{ g ha}^{-1}$.

5) As espécies *M. aterrima*, *L. albus*, *C. muconoides*, *C. spectabilis* e *M. cinereum* apresentam-se tolerantes ao trifloxysulfuron sodium, nas doses avaliadas.

AGRADECIMENTOS

À empresa Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. ACCIOLY, A.M.A. & SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: Novais, R.F.; Alvarez V.; V.H. & Schaefer, C. E. G. R. (eds.). Tópicos em ciência do solo - v.1. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 299-352.
2. ANDERSON, T. A. & COATS, J. R. Screening rhizosphere soil samples for the ability to mineralize elevated concentrations of atrazine and metolachlor. *J. Environ. Sci. Health*, B30:473-84, 1995.
3. BOYLE, J.J. & SHANN, J.R. The influence of planting and soil characteristics on mineralization of 2,4,5-T in rhizosphere soil. *J. Environ. Qual.*, 27:704-9, 1998.
4. CUNNINGHAM, S.D.; ANDERSON, T.A. & SCHWAB, A.P. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. *Adv. Agron.*, 56:55-114, 1996.
5. DAL PICCOLO, C.R. & CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeito residual de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar sobre a *Crotalaria juncea* L. em rotação. *Saccharum*, 8:34-8, 1985.
6. DOWER NETO, J.B.; ANDRADE, P.F.S; MATSUI, E.M.; MOTA, W.R.D.; PEREIRA, M.A.; SOARES, C.R; YANAGUIHARA, A.K. & ZAINA, V.R. Avaliação da eficácia e fitotoxicidade de herbicidas pós-emergentes em tremoço (*Lupinus albus*) na região de Bandeirante, PR. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas, 17, Foz do Iguaçu, 1988. Resumos, SBHED, 1988, p. 278-9.
7. HOAGLAND, R.E.; ZABLOTOWICZ, R.M. & LOCKE, M.A. An integrated phytoremediation strategy for chloracetamide herbicides in soil. In: Kruger, E.L.; Anderson, T.A. & Coats, J.R. (eds). *Phytoremediation of soil and water contaminants*. Washington DC, American Chemical Society, 1997. p. 92-105.
8. KRUGER, E.L.; ANHALT, J.C.; SORENSON, D.; NELSON, B.; CHOUHY, A.L.; ANDERSON T.A. & COATS, J.R. Atrazine degradation in pesticide-contaminated soils: phytoremediation potential. In: Kruger, E.L.; Anderson, T.A. & Coats, J.R. (eds). *Phytoremediation of soil and water contaminants*, Washington DC, American Chemical Society, 1997. p. 54-64.
9. MACEK, T.; MACKOVÁ, M. & KÁŠ, J. Exploitation of plants for the removal of organics in environmental remediation. *Biotechnol. Adv.*, 18:23-34, 2000.
10. SILVA, J.F. & BUENO, C.R. Tolerância de leguminosas de cobertura do solo a herbicidas. I. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, Foz do Iguaçu, 2000. Resumos, SBCPD, 2000, p. 375.
11. WAGNER, S.C. & ZABLOTOWICZ, R.M. Utilization of plant material for remediation of herbicide-contaminated soils. In: Kruger, E.L.; Anderson, T.A. & Coats, J.R. (eds). *Phytoremediation of soil and water contaminants*. Washington DC, American Chemical Society, 1997. p. 65-76.