

EFEITOS DOS HERBICIDAS GLYPHOSATE E PARAQUAT, APLICADOS AO SOLO, SOBRE A EMERGÊNCIA DE FEIJÃO E SOJA E DE ALGUMAS ESPÉCIES DANINHAS.

C.A. DIAS e N.G. FLECK**

* Eng^o Agr^o — Pesquisador da Secretaria da
Agricultura do Estado do R.G. do Sul — Cx.
P. 346 — Santa Maria — RS, 97100.

** Professor Adjunto — Depto. de Fitotecnia da
Faculdade de Agronomia da UFRGS — Porto
Alegre — RS, 90000. Bolsista do CPNq.
Parte da dissertação do primeiro autor para
obtenção do grau de Mestre em Agronomia
na UFRGS.
Trabalho realizado com recursos financeiros
provenientes do CNPq, da EMBRAPA, da
FAPERGS e da PROPESP/UFRGS.

RESUMO

Em trabalho conduzido a campo na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Guaíba, RS em 1979/80, usaram-se os herbicidas glyphosate, paraquat e sua combinação, objetivando determinar os efeitos de doses e de épocas de aplicação destes herbicidas em plântulas de feijão e de soja e sobre nutrientes do solo.

Pelos resultados obtidos para emergência e peso de matéria seca da parte aérea de soja, não houve diferenças para os tratamentos testados. Também não ocorreram diferenças significativas à população inicial de feijão e sobre os elementos de solo analisados (Ca, Mg e K).

Com relação ao peso de matéria seca da parte aérea do feijão, verificou-se que houve interação entre herbicida e doses usadas, tendo glyphosate isolado e glyphosate mais paraquat aplicados seqüencialmente nas doses máximas causado redução significativa naquele parâmetro. Com relação ao paraquat, não foram detectadas diferenças significativas entre as doses testadas.

UNITERMOS:

Herbicidas não-seletivos, glyphosate, paraquat, soja, feijão.

SUMMARY

EFFECTS OF THE HERBICIDES GLYPHOSATE AND PARAQUAT, APPLIED TO THE SOIL, ON THE EMERGENCE OF DRY BEANS AND SOYBEANS AND SOME WEED SPECIES.

A field experiment was conducted during the 1979/80 growing season at the Agronomic Experimental Station of the Federal University of Rio Grande do Sul, in Guaíba, RS, Brazil, in order to evaluate the effects of rates and times of application of the herbicides glyphosate, paraquat, and their combination, on dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill), and on some soil nutrients.

The results indicated no significant differences among the soybeans treatments tested for plant population and shoot dry weight. Also no statistical differences occurred for dry beans plant population and for soil nutrients analysed (Ca, Mg, and K).

For dry beans shoot dry weight, there was an interaction of herbicides and rates, where

glyphosate sprayed alone and glyphosate plus paraquat applied at the maxima rates tested caused significant decreases on that variable. For paraquat utilized alone, no significant effects were detected among the rates applied.

KEYWORDS:

Non-selective herbicides, glyphosate, paraquat, soybeans, dry beans.

INTRODUÇÃO

O sistema de semeadura direta de culturas, uma das modalidades de cultivo mínimo do solo, além de minimizar a erosão, aumenta a retenção de umidade do solo, propicia maior mobilidade de manejo e reduz os gastos pela eliminação da aração e gradeagem. Consiste em efetuar a semeadura diretamente logo após a eliminação de ervas daninhas existentes, através de herbicidas apropriados, e com revolvimento mínimo do solo. Esta técnica vem ganhando amplitude em diversos países, como também em nosso meio.

O sucesso da semeadura direta depende, entre outros fatores, de um adequado controle das plantas daninhas. No momento, talvez seja esse o problema mais sério na utilização desta prática. Neste sistema, é imperativo o desempenho satisfatório dos herbicidas, uma vez que não pode ser usada a capina para destruir a vegetação que não foi controlada pelos mesmos. Antes da semeadura, a vegetação existente deve ser completamente destruída. Isto poderá ser conseguido com herbicidas não-seletivos de amplo espectro com efeitos residuais curtos ; entre estes herbicidas estariam o diquat, o paraquat e o glyphosate. Os primeiros possuem ação de contato e o último apresenta ação sistêmica. Estes herbicidas são comumente usados como produtos totais aplicados à folhagem das ervas daninhas (10).

No solo, glyphosate é rapidamente adsorvido aos colóides e degradado por microorganismos a produtos não fitotóxicos. Assim, glyphosate não é persistente nos solos e normalmente possui uma vida média de menos de 60 dias. Isto, e a falta de atividade pré-emergente permi-

tem a semeadura das culturas logo após a sua aplicação (9) .

Segundo observações feitas por Egley e Williams (6) em casa de vegetação, glyphosate aplicado na superfície do solo não interferiu na emergência da *Sida spinosa* L., *Abutilon theophrasti* Medic., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Sorghum halepense* (L.) Pers. e *Amaranthus retroflexus* L., quando

estas foram cobertas com solo no momento do tratamento. Os autores presumem ser improvável que o uso de doses normais de glyphosate a campo, influenciasses na emergência das ervas daninhas.

Paraquat e diquat, sendo ambos cátions muito solúveis em água, são fortemente adsorvidos pelas partículas e apresentam propriedades de cátions de troca. Alguns estudos têm sido feitos sobre as características de adsorção e dessorção destes herbicidas em meio aquático ou terrestre. Harris e Warren (8), Weber et alii (17), Coast et alii (3) e Damanakis et alii (4) investigaram o efeito do pH, temperatura e tempo de exposição na adsorção do paraquat e diquat em vários solos, argilas minerais, carvão mineral e resinas de troca de íons. Como conclusões gerais destes trabalhos, paraquat e diquat foram adsorvidos pela montmorilonita, caolinita, cátion de troca e matéria orgânica do solo. Solos arenosos e argilo-arenosos foram menos eficazes na adsorção destes herbicidas. Foi insignificante a adsorção ao carvão vegetal e ânion de troca. Paraquat e diquat foram mais facilmente dessorvidos de solos arenosos do que de solos com grande quantidade de argila ou matéria orgânica. A quantidade de cada cátion adsorvido não foi dependente do pH, temperatura ou tempo de exposição.

Appleby e Brengley (1) e Egley e Williams (6) ao investigarem os efeitos do paraquat sobre a germinação de sementes, verificaram que o contato direto do paraquat com as mesmas inibiu a germinação de algumas gramíneas. Paraquat foi, rapidamente, inativado no solo e o uso de uma fina camada de solo protegeu as sementes e plântulas da ação do herbicida.

Conseqüentemente, para uma melhor e adequada utilização destes herbicidas, é preciso conhecer os efeitos de doses mesmo não usuais e épocas de aplicação, para avaliar a possibilidade de danos que estes compostos possam causar às culturas. Faz-se, portanto, necessário um estudo dos efeitos que herbicidas não-seletivos possam provocar sobre a germinação e estabelecimento das plantas da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada a campo, durante o ano agrícola de 1979/80, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada no município de Guaíba, RS, região fisiográfica da Depressão Central. O solo onde foi localizado o experimento é da série Arroio dos Ratos (Mello et alii (12)). A análise química do solo indicou os seguintes resultados: pH, 5,5; fósforo disponível, 35 ppm; potássio trocável, 118 ppm e matéria orgânica, 1,6%. A análise granulométrica acusou teores de areia grossa, 40%; areia fina, 20%; silte, 14% e argila, 26%.

O delineamento experimental utilizado foi de parcelas sub-subdivididas, dis-

postas em blocos casualizados. As parcelas principais foram constituídas por quatro doses de herbicidas. Nas sub-parcelas foram dispostos herbicidas totais, enquanto nas sub-subparcelas foram testadas épocas de aplicação destes herbicidas. Utilizaram-se quatro repetições por tratamento, totalizando 144 unidades experimentais.

Como espécies reagentes, as sub-subparcelas receberam a sementeira de soja, cultivar Bragg e de feijão, cultivar Turrialba-4.

A área de cada parcela foi de 90 m², a das suparcelas de 20 m² e a das sub-subparcelas de 10 m². Cada sub-subparcela constituiu-se de quatro fileiras de plantas com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. Nestas fileiras, de maneira alternada, foram semeados soja e feijão. As duas fileiras laterais e 0,50 m nas extremidades de cada fileira central foram consideradas bordaduras, ficando a área útil composta pelas duas fileiras centrais com 4 m de comprimento, resultando numa área de 4 m². Esta área útil foi dividida longitudinalmente metade para soja e a outra para feijão.

Os tratamentos aplicados às unidades experimentais foram os seguintes: Fator A: doses herbicidas (Quadro 1)

Quadro 1 — Doses e herbicidas utilizados na avaliação de germinação e crescimento inicial de feijão e soja, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação ⁽¹⁾	Herbicidas		
	Glyphosate	Paraquat	Glyphosate + paraquat
	g/ha i.a.		
0	0	0	0
1	1200	400	1200 + 400
5	6000	2000	6000 + 2000
25	30000	10000	30000 + 10000

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão.

Fator B: empregaram-se dois herbicidas totais, glyphosate = (N-fosfometil)-glicina isopropilamina), paraquat = (1,1'-dimetil-4,4' bipiridilo dicloreto) e como terceiro tratamento foram aplicados, seqüencialmente, os dois herbicidas, glyphosate e paraquat.

Fator C: este fator representou épocas de aplicação das doses dos herbicidas não-seletivos em relação à data da sementeira. Na primeira época, a aspersão dos herbicidas foi em pré-semeadura, ou seja, neste caso 3 dias antes da sementeira (PS). A segunda época de aplicação ocor-

reu no mesmo dia da semeadura (SE). Pré-emergência (PE) foi considerada a terceira época, tendo os herbicidas sido aspergidos 3 dias após a semeadura.

Os herbicidas não-seletivos foram aplicados sobre a superfície do solo com auxílio de um aspersor costal, munido de gás carbônico, pressão constante de 1,7 kg/cm², volume de solução de 250 l/ha e bicos em leque, tipo 11004, espaçados 0,50 m entre si.

O preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens, estas efetuadas da seguinte forma : a primeira, realizada com grade de discos por ocasião da incorporação do adubo; a segunda, com auxílio de enxada rotativa, para a incorporação do herbicida trifluralin usado na quantidade de 900 g/ha em cobertura total da área do experimento, em pré-semeadura. Estas gradagens ocorreram 4 dias antes da semeadura da soja e do feijão.

As semeaduras da soja e do feijão foram realizadas com semeadeira manual (Planet Jr.), utilizando-se, em média, 24 sementes de soja e 9 sementes de feijão por metro de fileira, respectivamente, tendo o espaçamento entre estas sido de 0,50 m. A semeadura foi efetuada no dia 15 de outubro e a emergência das plantas ocorreu 7 dias após.

As determinações realizadas foram as seguintes:

Levantamento das populações iniciais de soja e de feijão, procedendo-se à contagem do número de plantas nas fileiras de cada sub-subparcela 11 dias após a semeadura tendo sido expressa pelo número de plantas por unidade de área (m²).

Para efetuar as determinações de peso de matéria seca da parte aérea da soja e do feijão, foram retiradas, ao acaso, 20 plantas de cada sub-subparcela aos 17 dias após a emergência destas espécies. Foi, então, procedida a separação entre a parte aérea e sistema radicular através do corte do caule na altura do nó cotiledonar. As amostras foram lavadas e depois de secadas em estufa, a 60°C, até alcançarem peso constante, foi procedida

sua pesagem, sendo, então, obtido o peso de matéria seca por planta para o parâmetro em referência.

Para as determinações das quantidades de cálcio, magnésio e potássio foram realizadas três amostragens de solo para análise : a primeira ocorreu antes da aplicação dos herbicidas ; a segunda e a terceira amostragens foram realizadas 15 e 30 dias após as aplicações dos herbicidas, respectivamente. Em cada época de amostragem coletaram-se 48 amostras de solo do experimento. Estas amostras realizadas ao nível de subparcela, de onde se retiraram 10 sub-amostras, com auxílio de um calador, a uma profundidade de 15 cm, sendo, posteriormente, feita sua mistura. Este material foi levado ao laboratório onde sofreu secagem em estufa, a uma temperatura de 60°C. A secagem foi concluída no momento em que as amostras atingiram peso constante. Para a determinação dos cátions dos elementos estudados foram pesados 2,5 g de cada amostra de solo. Os cátions foram extraídos pela adição de 50 ml de solução de NH₄Ac, 1 N, a pH 7,0 em duas vezes consecutivas de 25 ml cada uma. Após agitação durante 1 hora em agitador horizontal, procedeu-se à centrifugação durante 15 minutos a 2500 rpm e foi retirado o sobrenadante para análise. As determinações foram feitas através do espectrofotômetro de absorção atômica (PERKIN-ELMER 403) para cálcio e magnésio através do fotômetro de chama (CORNING-EEL) para o potássio.

Para testar as diferenças entre médias dos tratamentos, foi aplicado o F-teste ao nível de 5% de probabilidade e para efetuar as comparações entre médias, foi utilizado o teste de Duncan ao mesmo nível de significância.

Na análise da variância dos dados relativos aos nutrientes de solo, as épocas de amostragem constituíram um terceiro fator, considerando que não haviam sido retiradas amostras do solo ao nível do fator épocas de aplicação dos herbicidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos resultados obtidos no

experimento, considerando as populações iniciais de soja e de feijão e o peso de matéria seca da parte aérea das plantas de soja, a análise de variância mostrou

que não foram encontradas diferenças para os efeitos herbicidas, doses e épocas de aplicação e nem houve interações entre estes fatores (Quadros 2, 3 e 4).

Quadro 2 — População de soja pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses e três épocas, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação (1)	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas (2)			Épocas			Épocas		
	PS	SE	PE	PS	SE	PE	PS	SE	PE
 plantas/m2 (3)								
0	12	12	12	12	12	12	12	12	12
1	12	11	12	9	12	12	11	11	10
5	12	14	13	9	12	14	12	10	12
25	11	13	13	12	12	13	12	13	13

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

- (2) Épocas de aplicação dos herbicidas:
 — PS: pré-semeadura (3 dias antes da semeadura);
 — SE: na semeadura (no dia da semeadura);
 — PE: pré-emergência (3 dias após a semeadura).

(3) Onze dias após a semeadura.

Quadro 3 — Peso de matéria seca da parte aérea da soja pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses e três épocas, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação (1)	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas (2)			Épocas			Épocas		
	PS	SE	PE	PS	SE	PE	PS	SE	PE
 plantas/m2 (3)								
0	940	940	940	940	940	940	940	940	940
1	955	978	965	1068	1225	1015	1005	983	1028
5	893	1253	938	1003	898	1015	1000	938	923
25	918	928	952	1000	905	953	895	875	915

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

- (2) Épocas de aplicação dos herbicidas:
 — PS: pré-semeadura (3 dias antes da semeadura);
 — SE: na semeadura (no dia da semeadura);
 — PE: pré-emergência (3 dias após a semeadura).

(3) Dezesete dias após a emergência.

Quadro 4 — População de feijão pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses e três épocas, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação (1)	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas (2)			Épocas			Épocas		
	PS	SE	PE	PS	SE	PE	PS	SE	PE
	:..... plantas/m2 (3) :.....								
0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1	6	6	7	7	7	6	7	6	6
5	5	5	7	5	6	5	5	6	7
25	4	6	4	5	6	8	7	6	6

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

(2) Épocas de aplicação dos herbicidas:

— PS: pré-semeadura (3 dias antes da semeadura);

— SE: na semeadura (no dia da semeadura);

— PE: pré-emergência (3 dias após a semeadura).

(3) Onze dias após a semeadura.

Os herbicidas glyphosate e paraquat não interferiram na germinação e emergência das plântulas de soja e feijão, o que concorda com os resultados obtidos por Appleby e Drenchley (1); Egley e Wililams (6) e Klingman e Murray (11). Estes autores verificaram que glyphosate aplicado diretamente sobre sementes de mono e dicotiledôas não afetou a germinação; por outro lado, paraquat, nestas mesmas condições, inibiu a germinação de gramíneas. Eles observaram que o uso de uma camada de solo com aproximadamente 0,5 cm fora suficiente para proteger as sementes e plântulas da ação destes herbicidas. Sprankle et alii (14 e 15) e Nomura e Hilton (13) constataram que a adsorção deste herbicida ocorreu rapidamente, sendo inativados dentro de pouco tempo. A adsorção tem sido um dos mais importantes fatores a influenciar o comportamento de herbicidas no solo. Sprankle et alii (14) postularam que o glyphosate poderia ligar-se ao solo de uma maneira semelhante a do fosfato, possivelmente através da parte do ácido fosfônico da molécula herbicida.

Analisado o fato de que também o

paraquat não interferiu na germinação e na emergência das plantas de soja e de feijão, poder-se-ia supor que o mesmo tivesse tido comportamento semelhante ao do glyphosate. O paraquat teria sofrido imediata inativação causada pela sua rápida adsorção aos colóides do solo. Este herbicida é fortemente adsorvido pela matéria orgânica e pelas argilas do solo, ficando fora do alcance das plantas para ser absorvido. Paraquat possui propriedade de cátions de troca; por isso, é fortemente ligado às partículas do solo, fazendo com que adsorção seja independente do pH, da temperatura ou do tempo de exposição (3, 4, 8, 17).

Investigando os resultados obtidos para matéria seca das plantas de feijão 17 dias após a emergência (Quadros 5 e 6), verificaram-se diferenças significativas para herbicidas e doses, bem como para a interação de herbicidas e doses. Fora notado, no ensaio, que o uso da dose mais elevada de glyphosate, cerca de 25 vezes a dose normal de uso, causou redução no peso de matéria seca da parte aérea do feijão, enquanto as demais não apresentaram efeitos significativos. Esta

Quadro 5 — Peso de matéria seca da parte aérea do feijão pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses e três épocas, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação ⁽¹⁾	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas ⁽²⁾			Épocas			Épocas		
	PS	SE	PE	PS	SE	PE	PS	SE	PE
 plantas/m2 ⁽³⁾								
0	1313	1313	1313	1313	1313	1313	1313	1313	1313
1	1388	1380	1393	1505	1298	1310	1542	1385	1568
5	1120	1238	1255	1283	1415	1380	1333	1210	1250
25	743	710	535	1198	1208	1270	688	548	590

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

(2) Épocas de aplicação dos herbicidas:

- PS: pré-semeadura (3 dias antes da semeadura);
- SE: na semeadura (no dia da semeadura);
- PE: pré-emergência (3 dias após a semeadura).

(3) Dezesete dias após a emergência.

Quadro 6 — Peso de matéria seca da parte aérea do feijão pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses, EEA-UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação ⁽¹⁾	Herbicidas			
	Glyphosate	Paraquat	Glyphosate e paraquat	Médias
 mg/planta ⁽²⁾			
0	a 1313 a ⁽³⁾	a 1313 a	a 1313 ab	1313
1	a 1387 a	a 1371 a	a 1498 a	1419
5	a 1204 a	a 1359 a	a 1231 b	1265
25	b 663 b	a 1226 a	b 608 c	832
Médias	1141	1317	1162	1207

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

(2) Dezesete dias após a emergência.

(3) Médias comparadas no sentido vertical, seguidas da mesma letra, e médias comparadas no sentido horizontal, antecedidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com o teste de Duncan.

diferença foi evidenciada com glyphosate, enquanto paraquat manteve uma reação constante de não interferência em presença das doses usadas. Quando estes dois herbicidas foram usados juntos, formando um tratamento, esta diferença no

peso de matéria seca do feijão foi novamente evidenciada. Por conseguinte, o glyphosate é que deve ter contribuído para que houvesse uma diminuição no peso de matéria seca do feijão.

Carvalho et alii (2) quando investi-

garam as reações de mudas de café plantadas logo após aplicação de glyphosate ao solo, constataram um efeito de inibição. Os resultados obtidos foram de que a aplicação do glyphosate ao solo promoveu sintomas de fitotoxicidade nas mudas de café, havendo paralisação do crescimento em altura, diâmetro do caule, número e tamanho das folhas.

Observando os resultados obtidos para a soja, constatou-se que os tratamentos não demonstraram quaisquer efeitos quanto ao peso de matéria seca da parte aérea. A possibilidade que poderia ser considerada seria de que as duas espécies usadas no ensaio, embora pertencentes à mesma família, apresentassem respostas diferentes que ocorreram devido, especificamente, às características de cada espécie. Derscheid et alii (5) avaliaram o efeito do 2,4-D na cultura da cevada, verificando que as cultivares testadas mostraram diferentes graus de injúria e que estas respostas estiveram ligadas à cultivar. Quanto à resposta diferencial de cultivares de soja ao bentazon, Hayes e Wax (7), verificaram que a cultivar Nookishirohana era sensível, tendo mostrado uma absorção do composto levemente superior à cultivar tolerante Clark (7). Pesquisando o comportamento de oito cultivares de soja em resposta ao herbicida metribuzin, Velloso (16) verificou que as reações foram diferentes para cada cultivar. Baseando-se nestes fatos poder-se-ia extrapolar que, como houve respostas diferentes a herbicidas entre cultivares da mesma espécie, com maior razão isto deveria ocorrer em se tratando de diferentes espécies.

Sprinkle et alii (14), ao pesquisarem a inativação do glyphosate no solo, observaram que plantas de milho e de soja, as quais se desenvolveram durante 16 dias num solo tratado com glyphosate, absor-

veram pequenas quantidades do herbicida. Levando-se em consideração estes resultados, possivelmente plantas de soja e de feijão poderiam ter absorvido o herbicida do solo. Por outro lado, como o material para a determinação do peso de matéria seca fora colhido 17 dias após a emergência, talvez este período tenha sido insuficiente para promover sintomas de injúrias nas plantas de soja; ou, por outro lado, este período poderia ter sido suficiente para que as plântulas tivessem se recuperado de uma provável injúria inicial. No caso do feijão, supor-se-ia que este período tivesse sido adequado para a manifestação dos sintomas detectados, mas ainda insuficiente para propiciar uma recuperação do seu crescimento inicial afetado.

Os resultados das análises químicas realizadas revelaram tratar-se de um solo com uma percentagem elevada de areia e baixa quantidade de argila; apresentando teores médios para cálcio e magnésio e altos para potássio; elementos estes que estão ligados diretamente com a troca de cátions no solo, influenciando assim na adsorção dos herbicidas glyphosate (14) e paraquat (3, 4, 8, 17). Estes herbicidas e as doses usadas não apresentaram efeitos significativos sobre cálcio, magnésio e potássio disponíveis no solo (Quadros 7, 8 e 9). Os herbicidas glyphosate e paraquat, aparentemente, não interferiram na disponibilidade destes elementos para as plantas. Talvez os efeitos não foram detectados devido às doses máximas utilizadas não terem sido suficientes para causar um desequilíbrio na capacidade de troca de cátions deste solo, o que parece muito provável, considerando que a maioria dos solos apresenta capacidade suficiente apenas nos 2,5 cm superficiais para fixar centenas de vezes as doses normalmente aplicadas a campo (18).

Quadro 7 — Quantidade de cálcio disponível no solo, em três épocas de amostragem, pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação (1)	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas de amostragem (2)			Épocas de amostragem			Épocas de amostragem		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
 ppm								
0	623	658	608	596	619	558	600	619	566
1	585	631	566	581	614	539	611	615	558
5	528	535	531	589	600	531	539	562	531
25	573	581	527	585	665	577	566	577	520

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

(2) Épocas de amostragem:

- I — antes da aplicação dos herbicidas;
- II — 15 dias após a aplicação dos herbicidas;
- III — 30 dias após a aplicação dos herbicidas.

Quadro 8 — Quantidade de magnésio disponível no solo, em três épocas de amostragem, pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação (1)	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas de amostragem (2)			Épocas de amostragem			Épocas de amostragem		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
 ppm								
0	130	114	107	129	107	110	126	103	182
1	122	110	107	122	103	107	122	110	107
5	110	95	99	118	103	99	110	99	103
25	118	99	99	118	114	107	114	80	99

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

(2) Épocas de amostragem:

I — antes da aplicação dos herbicidas;

II — 15 dias após a aplicação dos herbicidas;

III — 30 dias após a aplicação dos herbicidas.

Quadro 9 — Quantidade de potássio disponível no solo, em três épocas de amostragem, pela aplicação de dois herbicidas não-seletivos utilizados em quatro doses, EEA/UFRGS, Guaíba, RS, 1979/80.

Doses de aplicação (1)	Herbicidas								
	Glyphosate			Paraquat			Glyphosate e paraquat		
	Épocas de amostragem (2)			Épocas de amostragem			Épocas de amostragem		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
 ppm								
0	146	122	137	181	115	134	137	122	134
1	168	132	141	146	129	142	160	127	131
5	141	125	133	155	117	127	143	106	125
25	141	127	134	160	120	120	156	122	135

(1) Referem-se ao número de vezes da dose normal, considerando a 1 como dose padrão (glyphosate, 1200 g/ha e paraquat, 400 g/ha).

(2) Épocas de amostragem:

- I — antes da aplicação dos herbicidas;
- II — 15 dias após a aplicação dos herbicidas;
- III — 30 dias após a aplicação dos herbicidas.

LITERATURA CITADA

1. Appleby, A.P. & Brenchley, R.G. Influence of paraquat on seed germination. *Weed Science*, Champaign, 16: 484-485, 1968.
2. Carvalho, F.; Miguel, A.E.; Oliveira, J.A.; Mattiello, J.B. *Estudo da atividade do glyphosate em mudas de café e sobre cafeeiros em formação*. n.p. Trabalho apresentado no SEMINÁRIO INTERNACIONAL MO-SANTO, Rio de Janeiro, 1980.
3. Coats, G.E.; Funderburk Jr., H.H.; Lawrence, J.M.; Davis, D.E. Factors affecting persistence and inactivation of diquat and paraquat. *Weed Research*, Oxford, 6: 58-66, 1966.
4. Damanakis, M.; Drennan, D.S.H.; Fryer, J.D.; Holly, K. The adsorption and mobility of paraquat on different soil constituents. *Weed Research*, Oxford, 10: 264-277, 1970.
5. Derscheid, L.A.; Stahler, L.M.; Kratochvil, D. E. Differential responses of barley varieties to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). *Agronomy Journal*, Madison, 44: 182-188, 1952.
6. Egley, G.H. & Williams, R.D. Glyphosate and paraquat effects on weed seed germination and seedling emergence. *Weed Science*, Champaign, 26: 249-251, 1978.
7. Hayes, R.M. & Max, L.M. Differential intraspecific responses of soybean cultivars to bentazon. *Weed Science*, Champaign, 23: 516-521, 1975.
8. Harris, C.I. & Warren, G.F. Adsorption and desorption of herbicides by soil. *Weeds*, Champaign, 12: 120-126, 1964.
9. Hoagland, R.E. & Duke, S.O. Glyphosate: A unique herbicide. *Weeds Today*, Champaign, 12: 21-23, 1981.
10. Klingman, G.C. & Ashton, F.M. *Weed Science*; principles and practices. New York, J. Wiley. p. 56-100; 167-70; 146-7, 1975.
11. Klingman, D. & Murray, J.J. Germination of seeds of turfgrasses as affected by glyphosate and paraquat. *Weed Science*, Champaign, 24: 191-193, 1976.
12. Mello, O. de; Lemos, R.C. de; Abrão, P.U.R.; Azolin, M.A.D.; Santos, M. da C.L. dos; Carvalho, A.P. de. Levantamento em série dos solos do Centro Agronômico. *Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 8: 7-157, 1966.
13. Nomura, N.S. & Hilton, H.W. The adsorption and degradation of glyphosate in five Hawaiian soils. *Weed Research*, Oxford, 17: 113-121, 1977.
14. Sprankle, P. Meggitt, W.F.; Penner, D. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. *Weed Science*, Champaign, 23: 224-228, 1975a.
15. Sprankle, P. Adsorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in soil. *Weed Science*, Champaign, 23: 229-234, 1975b.
16. Velloso, J.A.R.O. *Comportamento de cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill) em resposta ao herbicida metribuzin aplicado em diferentes doses e épocas*. Dissert. (Mestr. Agron. — Fitotecnia) Fac. Agron., UFRGS, Porto Alegre, 103g, 1980.
17. Weber, J.B.; Perry, P.W.; Upchurch, P.R. The influence of temperature and time on the adsorption of paraquat, diquat, 2,4-D and prometone by clays, charcoal, and an anion-exchange resin. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, 29: 678-688, 1965.
18. Weed Science Society of America, Champaign. *Herbicide handbook*. 4.ed. Champaign, Weed Science Society of America. p. 184-8; 224-8; 328-32, 1979.