

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) AOS HERBICIDAS ALACHLOR E LINURON^{1/}

Juan Ricardo Fuentes²
José Francisco da Silva³
Clibas Vieira^{3/}
Alcides Reis Condé^{4/}

1. INTRODUÇÃO

São vários os herbicidas que têm apresentado alguma potencialidade no controle de plantas daninhas na cultura de feijão, e dentre eles sobressaem o alachlor e o linuron.

Entretanto, há controvérsia sobre a tolerância do feijoeiro às aplicações isoladas do alachlor e do linuron. Algumas pesquisas demonstraram boa tolerância da cultura a esses herbicidas (1, 3, 8, 15), no entanto, outros trabalhos verificaram severos danos ao feijão (2, 7, 12). Essas discrepâncias podem estar relacionadas, en-

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 10-02-1984.

^{2/} Instituto de Producción y Sanidad Vegetal da Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, Minas Gerais.

^{4/} Departamento de Matemática da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, Minas Gerais.

tre outros fatores, com uma sensibilidade diferencial dos cultivares de feijão a essas herbicidas.

Há estudos que mostram que alguns cultivares de feijão são mais sensíveis que outros ao alachlor (2, 5, 10), fato que, segundo CIESLAR e BINNIG (6), está relacionado com a diferença entre os cultivares no respeitante à translocação do herbicida. No caso do linuron, não foram encontradas referências a respeito da tolerância varietal do feijão.

O objetivo deste trabalho foi determinar a tolerância de alguns cultivares de feijão, indicados para cultivo no Brasil, a aplicações isoladas e combinadas dos herbicidas alachlor e linuron.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa, em julho e agosto de 1983. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 4x4x5, isto é, quatro doses de alachlor, quatro doses de linuron e cinco cultivares de feijão.

As doses de alachlor utilizadas foram de 0,000, 1,075, 2,150 e 3,225 kg i.a./ha, em formulação concentrada emulsionável com 43% de ingrediente ativo. As doses de linuron foram de 0,000, 0,375, 0,750 e 1,125 kg i.a./ha, usando-se um herbicida na formulação pó molhável, com 50% de ingrediente ativo.

Os cultivares utilizados neste experimento foram o 'Ricobaio 1014', o 'Negrito 897' ('S-182-N'), o 'Carioca', o 'Costa Rica' e o 'Ricopardo 898'. São todos de hábito de crescimento indeterminado, os dois primeiros com hastes curtas (tipo II) e os três restantes com hastes longas (tipo III). As características desses cultivares foram descritas minuciosamente por BARROS (4).

Cada unidade experimental foi formada por um vaso de plástico, com um litro de capacidade, com 900 g de solo peneirado em malha de 4 mm, que recebeu cinco sementes de feijão, a uma profundidade de 2,0 cm. Utilizou-se um solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, Distrófico, fase terraço, com 65% de argila, 3,8% de matéria orgânica e pH = 5,5 em água (1: 2,5). Foi adubado com 1,5 g de N e 3,0 g de P_2O_5 /100 g de solo, na forma de sulfato de amônio e superfosfato simples, respectivamente.

Imediatamente após o plantio, foram aplicadas as diferentes combinações de herbicidas, utilizando-se um pulverizador portátil, equipado com um bico 80.03, malha 50, com pressão de 2,46 kg/cm², aproximadamente, e um gasto de 350 l/ha. Após a pulverização, cada vaso foi irrigado, procurando-se manter a umidade do solo em torno de 80% da capacidade de campo. No estágio de folhas primordiais completamente desenvolvidas, foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

A temperatura média durante o período do experimento foi de 24°C. Vale destacar que durante a emergência das plantas ocorreu um ataque de *Phytium* sp., que foi controlado com 50 ml/vaso de uma solução 0,025% de curzate.

Vinte dias após a emergência das plantas, anotaram-se os sintomas visuais de fitotoxicidade com o uso da escala do «European Weed Research Council» (EWRC), na qual a nota 1 equivale a nenhum dano e a nota 9 representa a morte da planta. Posteriormente, aos 30 dias da emergência, foram determinados os valores de área foliar e peso da parte aérea seca das plantas. A área foliar foi obtida diretamente, em centímetros quadrados, mediante o uso de um determinador fotoelétrico, modelo LIC-OR 3100. Antes da pesagem, o material foi secado numa estufa de ar forçado, mantida a 70°C, durante 72 horas.

Com os valores de cada uma das características avaliadas, foi feita uma análise de regressão, para cada cultivar, com base no seguinte modelo:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1A + b_2L + b_3A^2 + b_4L^2 + b_5AL,$$

em que \hat{Y} corresponde à característica em estudo; A e L às doses de alachlor e linuron, respectivamente; e b_n aos coeficientes de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência do feijão, ocorrida aos 7-8 dias após o plantio, foi bastante uniforme na totalidade dos tratamentos.

As análises de variância dos dados de fitotoxicidade, aos 20 dias da emergência, da área foliar e do peso da matéria seca da parte aérea das plantas de feijão, 30 dias após a emergência, indicaram que todos os cultivares foram afetados por ambos os herbicidas, exceto o 'Negrito 897', não afetado pelo linuron. Ademais, verificou-se que não ocorreu interação entre os produtos em nenhuma das características avaliadas, em todos os cultivares.

Nas figuras 1 e 2, verifica-se que ocorreu um efeito linear positivo do alachlor sobre o grau de fitotoxicidade, em todos os cultivares estudados, o que indica que doses crescentes desse herbicida causaram um incremento no grau de injúria nas plantas de feijão.

Observando os coeficientes de regressão linear das doses de alachlor, nota-se que os incrementos no grau de fitotoxicidade causados pelas doses desse herbicida foram maiores no 'Ricobaio 1014' ($b = 0,899$), intermediários no 'Ricopardo 896' ($b = 0,775$) e 'Carioca' ($b = 0,744$) e menores no 'Negrito 897' ($b = 0,612$) e 'Costa Rica' ($b = 0,558$).

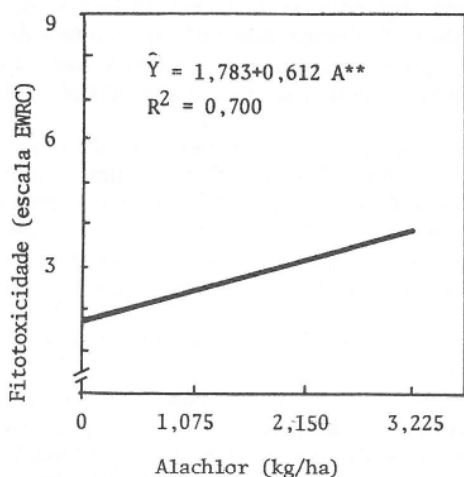


FIGURA 1 - Grau de toxicidade nas plantas de feijão, aos 20 dias da emergência, por efeito de diferentes doses de alachlor (A) no cultivar 'Negrito 897'. (**, significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F).

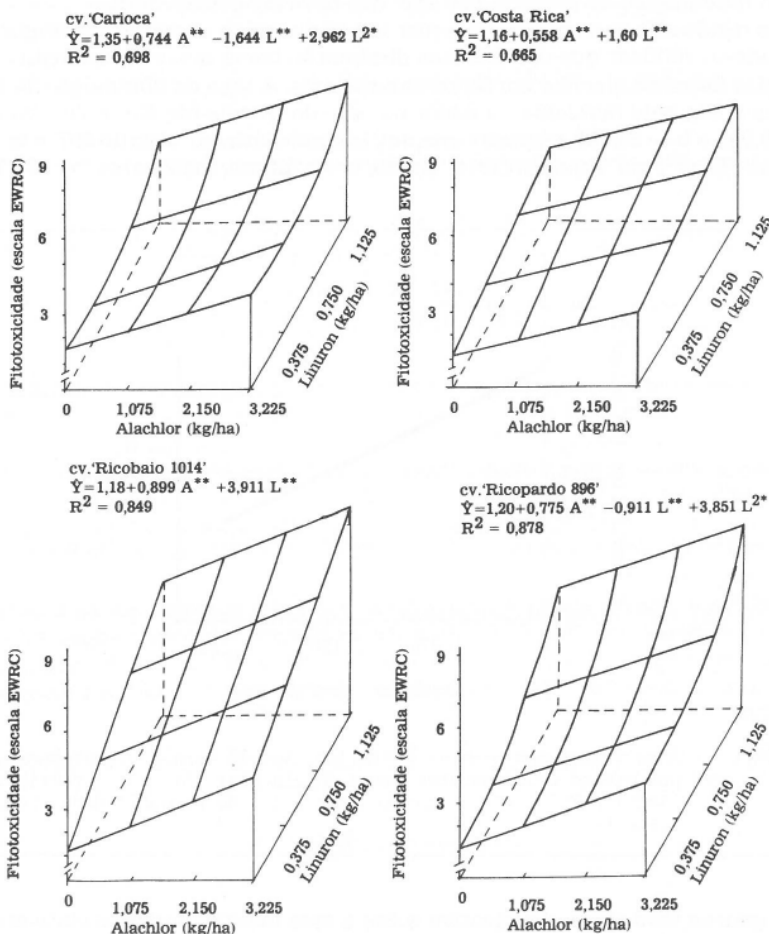
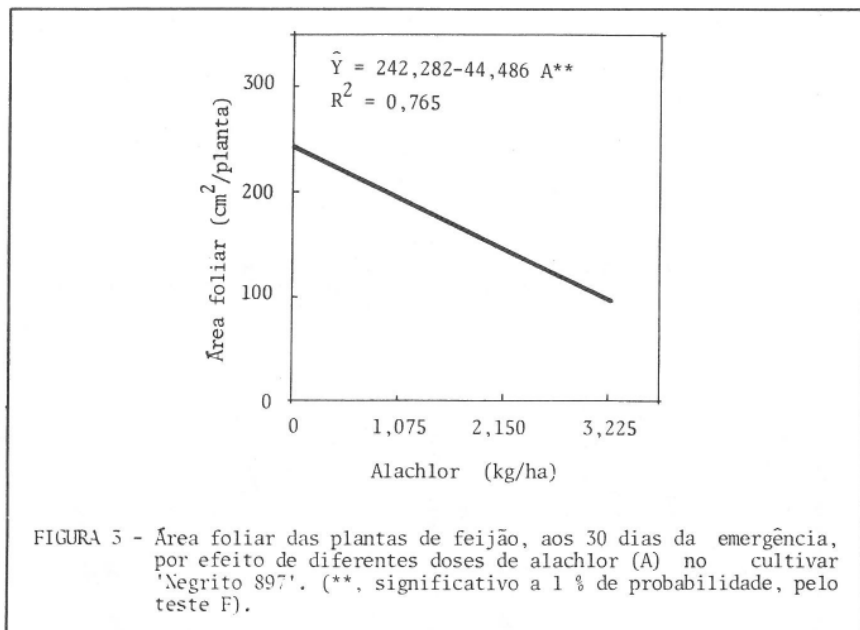


FIGURA 2 - Grau de toxicidade nas plantas de feijão, aos 20 dias da emergência, por efeito de diferentes doses de alachlor (A) e linuron (L) nos cultivares 'Carioca', 'Costa Rica', 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896'. (* e **, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F).

Por sua vez, o linuron mostrou toxicidade em todos os cultivares, exceto no 'Negrito 897'. No 'Costa Rica' e no 'Ricobaio 1014', seu efeito foi linear e positivo, indicando que os aumentos nas doses de linuron causaram um incremento no valor do grau de fitotoxidade (Figura 2). Entretanto, no 'Carioca' e no 'Ricopardo 896', esse efeito foi quadrático, aumentando os sintomas de fitotoxidade a partir das doses de 0,28 e 0,12 kg de linuron/ha, respectivamente. Embora a Figura 2 mostre uma diminuição no valor desse parâmetro com doses inferiores às indicadas, sabe-se que não é possível obter valores inferiores ao tratamento com dose zero do herbicida; essa diminuição resulta, exclusivamente, das características do

modelo matemático utilizado e, por isso, não deve ser considerada.

Nos resultados da área foliar das plantas, 30 dias após a emergência (Figuras 3 e 4), pode-se verificar que ocorreu uma diminuição linear dessa característica por efeito das doses de alachlor em todos os cultivares. A taxa de diminuição da área foliar causada pelo herbicida foi maior no caso do 'Ricopardo 896' e do 'Carioca' ($b = -63,996$ e $b = -50,788$, respectivamente), intermediária no 'Negrito 897' e menor no 'Costa Rica' e no 'Ricobaio 1014', sendo, neste último, mais baixa ($b = -33,776$).



O linuron teve efeito significativo sobre a área foliar de todos os cultivares, à exceção do 'Negrito 897'. Na Figura 4, verifica-se que este efeito foi negativo e linear no 'Costa Rica' e no 'Ricobaio 1014'. Houve aumento da superfície total das folhas, por planta, com as doses inferiores a 0,53 e 0,14 kg de linuron/ha no 'Carioca' e no 'Ricopardo 896', respectivamente; doses superiores às indicadas provocaram diminuição de área foliar. Observa-se, ainda, que o efeito combinado do alachlor e do linuron, nas doses mais altas, provocaram eliminação total das folhas nas plantas dos cultivares 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896'.

O peso da matéria seca da parte aérea das plantas do feijão, aos 30 dias da emergência, diminuiu linearmente por efeito das doses de alachlor em todos os cultivares. Observando os coeficientes de regressão linear obtidos com o alachlor (Figuras 5 e 6), verifica-se que o valor da taxa de diminuição do peso da matéria seca por efeito desse herbicida teve a seguinte ordem decrescente nos cultivares: 'Ricopardo 896', 'Carioca', 'Negrito 897', 'Ricobaio 1014' e 'Costa Rica'.

Neste ponto, vale destacar que o alachlor, embora tenha provocado baixa taxa de diminuição do peso da matéria seca e da área foliar no 'Ricobaio 1014', foi altamente tóxico. Estes resultados são decorrência da injúria causada pelo herbicida nesse cultivar, que se externou pelo maior enrugamento das folhas e maior

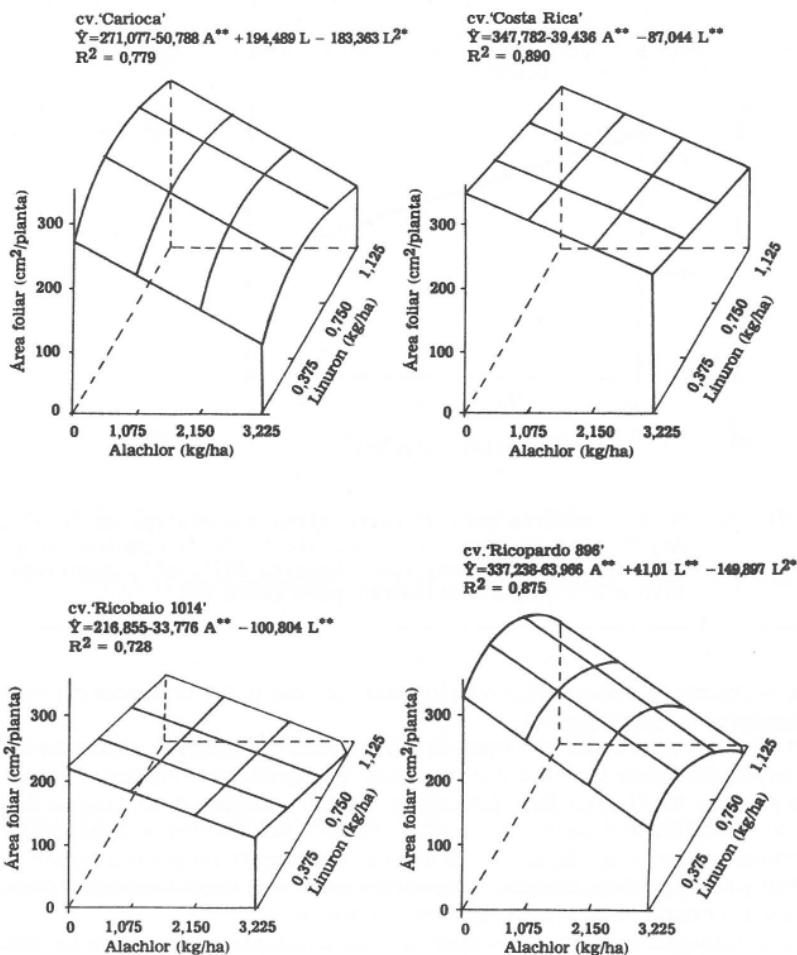
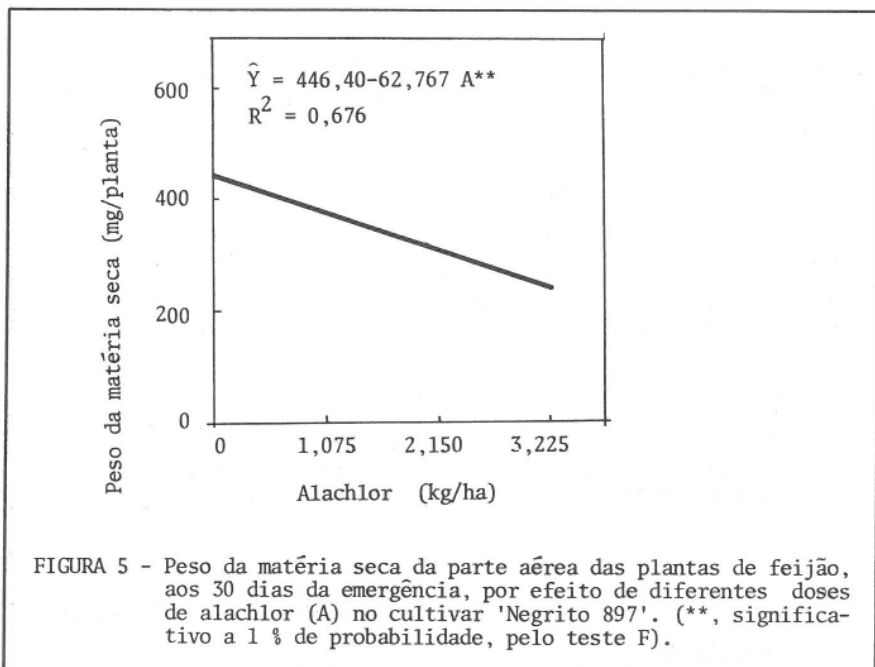


FIGURA 4 - Área foliar das plantas de feijão, aos 30 dias da emergência, por efeito de diferentes doses de alachlor (A) e linuron (L) nos cultivares 'Carioca', 'Costa Rica', 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896'. (* e **, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F).

engrossamento dos caules e folhas que nos demais cultivares. Essas injúrias foram mais eficientemente detectadas pela «leitura» visual de toxicidade que pelo peso da matéria seca e pela área foliar.

Analisando os resultados em conjunto, observa-se que a tolerância ao alachlor foi menor nos cultivares 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896', intermediária no 'Carioca' e maior no 'Negrito 897' e 'Costa Rica'. As diferenças de tolerância dos cultiva-



res ao herbicida poderiam estar relacionadas com sua maior ou menor capacidade de translocação na planta (6).

O efeito de linuron sobre o peso da matéria seca das plantas, em concordância com os resultados de toxicidade e área foliar, foi significativo em todos os cultivares, à exceção do 'Negrito 897'. Este efeito, segundo a Figura 6, foi linear e depressivo no 'Costa Rica' e no 'Ricobaio 1014'. No caso do 'Carioca' e 'Ricopardo 896', observa-se que as doses baixas causaram um incremento no peso da matéria seca até 0,49 e 0,16 kg/ha do produto, respectivamente, e as doses superiores provocaram uma diminuição na quantidade de matéria seca.

O incremento causado pelas doses baixas de linuron sobre o peso da matéria seca concorda com o aumento da área foliar e com a ausência de sintomas de toxicidade, indicados anteriormente nos mesmos cultivares. O incremento no peso da matéria seca das plantas resulta, provavelmente, do fato de as doses subletais dos herbicidas inibidores da reação de Hill terem aumentado a atividade da redutase nitrato, o que induziria maior absorção do nitrato, resultando em maior crescimento da planta (13). Alguns estudos têm demonstrado o efeito estimulante causado por doses baixas de outros herbicidas inibidores da fotossíntese sobre o peso da planta de feijão (14).

Na Figura 6, também é possível verificar que as doses mais altas de linuron causaram uma queda, em relação ao tratamento sem herbicida, de 55, 43, 30 e 10% do peso da matéria seca nos cultivares 'Ricobaio 1014', 'Ricopardo 896', 'Costa Rica' e 'Carioca', respectivamente. Essa sensibilidade varietal ao linuron é coincidente com os efeitos já mencionados dessa uréia sobre a área foliar e sobre o grau de toxicidade. A diferença varietal mencionada estaria relacionada, possivelmente, com a capacidade desigual dos cultivares para translocar o linuron das raízes

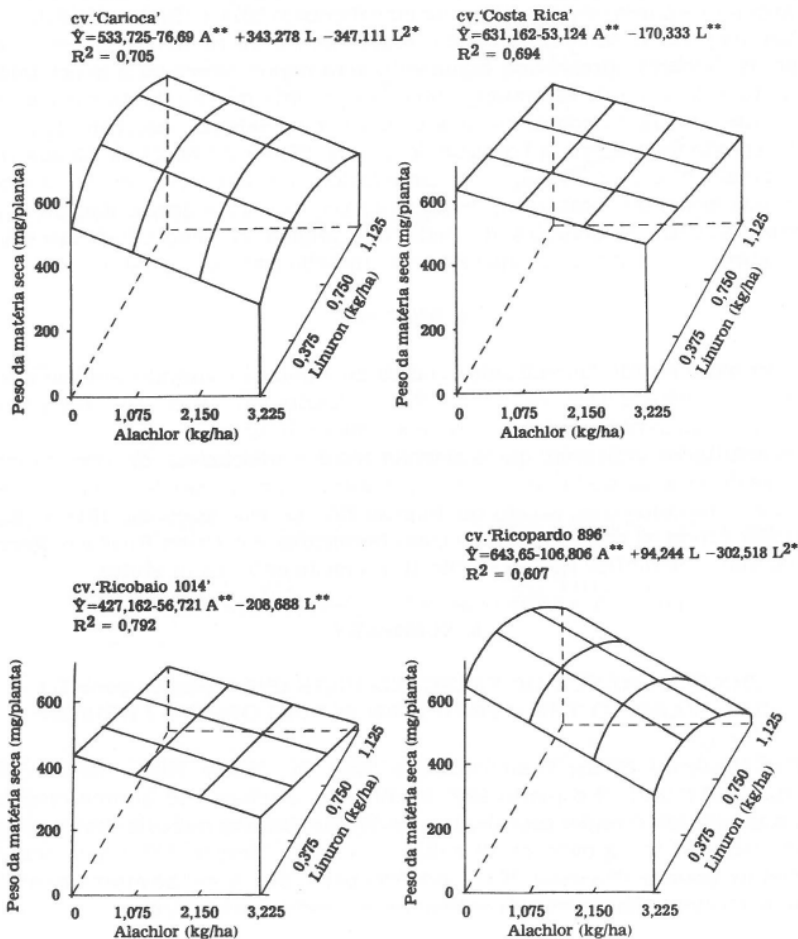


FIGURA 6 - Peso da matéria seca da parte aérea das plantas de feijão, aos 30 dias da emergência, por efeito de diferentes doses de alachlor (A) e linuron (L) nos cultivares 'Carioca', 'Costa Rica', 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896'. (* e **, significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F).

até os cloroplastos ou inativar esse produto mediante uma desmetilação da molécula do herbicida nas raízes da planta (9).

Deve-se também considerar que a absorção do alachlor e do linuron, embora ocorra principalmente através das raízes, também se verifica pelas sementes (11). Assim, realizando uma análise dos resultados de tolerância varietal a esses herbicidas e considerando as características das sementes dos cultivares, conforme descritas por BARROS (4), verifica-se que as mais tolerantes apresentam sementes

pretas e peso menor ('Negrito 897' e 'Costa Rica'), e as mais sensíveis, sementes «mulatinhas» e pardas e peso pouco maior ('Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896').

Com respeito às características das sementes, alguns estudos têm demonstrado que as de cores apresentam tegumento com maior espessura e maior impermeabilidade à água que as brancas (16) e que há uma relação direta entre o peso da semente e a quantidade de alachlor e linuron que pode ser absorvida (11).

O exposto fortaleceria a hipótese de que as diferenças varietais, na sua tolerância ao alachlor e ao linuron, estariam relacionadas, em parte, com a cor e com o peso das sementes, uma vez que sementes pretas e leves apresentariam maior impermeabilidade às soluções do herbicida, originando plantinhas nascidas mais vigorosas e com maior capacidade de metabolizar esses produtos.

4. RESUMO

O presente estudo foi realizado em casa de vegetação, visando verificar a tolerância dos cultivares 'Carioca', 'Costa Rica', 'Negrito 897', 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896' a diferentes combinações de alachlor e linuron.

Os resultados indicaram que o alachlor reduz o crescimento de todos os cultivares. As doses altas do linuron também causaram diminuição do desenvolvimento de todos os cultivares, exceto do 'Negrito 897'. Os cvs. 'Ricobaio 1014' e 'Ricopardo 896' foram os mais sensíveis a esses herbicidas, e o 'Costa Rica' e o 'Negrito 897', os mais tolerantes. Não se verificou interação entre os produtos.

5. SUMMARY

(THE TOLERANCE OF SELECTED BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVARS TO THE HERBICIDES ALACHLOR AND LINURON)

The tolerance of the bean cultivars, 'Carioca', 'Costa Rica', 'Negrito 897', 'Ricobaio 1014' and 'Ricopardo 896', to different alachlor and linuron combinations was evaluated under greenhouse conditions. Results indicate that both herbicides reduced the growth of all cultivars, except 'Negrito 897' which was not affected by linuron. 'Ricobaio 1014' and 'Ricopardo 896' were the most susceptible to the herbicides. There was no indication of product interaction.

6. LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, F.S. Control de malas hierbas en el cultivo de caraotas (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciarco*, 8(1-4):21-32. 1978.
2. AITKEN, J.B. & ANDREW JUNIOR, O.N. Performance of alachlor and alachlor combinations in snapbeans. In: ANNUAL MEETING SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 26, Raleigh, North Carolina, 1973. *Proceedings...* Raleigh, North Carolina, 1973. p. 215-224.
3. ALCÂNTARA, E.N.; SOUZA, J.F.; MAIA, A.C. & SILVA, E.C. Emprego de herbicida na cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. *Projeto Feijão. Relatório 1976/77*. Belo Horizonte, 1978. p. 56-66.
4. BARROS, L.G. *Caracterização de alguns dos cultivares de feijão (Phaseolus*

vulgaris L.) indicados para o Brasil. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1980. 105 p. (Tese M.S.).

5. CARLSON, H.L.; HILL, J.E.; AGMALIAN, H.S.; OSTERLI, P.P. & MULLEN, R.J. Subsurface herbicide layer controls yellow nutsedge. *California Agriculture*, 34(5):16-20. 1980.
6. CIESLAR, B. & BINNIG, L.K. Translocation of ^{14}C -alachlor in lima beans as related to phytotoxicity. In: NORTH CENTRAL WEED CONTROL CONFERENCE, 29, Madison, 1974. *Proceedings...* Madison, University of Wisconsin, 1974. p. 32-33.
7. FRIESEN, G.H. Protection of snapbeans from substituted urea injury by prior treatment with dinitro anilide herbicide. *Canadian Journal of Plant Science*, 59(2):535-537. 1979.
8. JUNQUEIRA NETTO, A.; REZENDE, P.M. & ALCÂNTARA, E.N. Herbicidas na cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e sua influência sobre a produção de grãos e o controle de plantas daninhas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. *Anais...* Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 223-224.
9. NASHED, R.B. & ILNICKI, R.D. Absorption, distribution, and metabolism of linuron in corn, soybeans, and crabgrass. *Weed Science*, 18(1):216-218. 1970.
10. PENNER, D. & GRAVES, D. Temperature influence on herbicide injury to navy beans. *Agronomy Journal*, 64 (1):30. 1972.
11. PHILLIPS, R.E.; EGLI, D.B. & THOMPSON JR, L. Absorption of herbicides by soybean seeds and their influence on emergence and seedling growth. *Weed Science*, 20(5):506-510. 1972.
12. PITA, F. *Efecto de algunos herbicidas en el control de malezas en frejol (Phaseolus vulgaris L.) en el Valle de Porto Viejo*. Porto Viejo, Ecuador, Universidad Técnica de Manabí, 1976. 62 p. (Tese Eng. Agr.).
13. RIES, S.K. Subtoxic effects on plants. In: AUDUS, L.J. *Herbicides. Physiology, Biochemistry, Ecology*. 2nd. ed. London, Ed. Academic Press, 1976. v.2, p. 313-344.
14. SINGH, B. & SALUNKHE, D.K. Some metabolic responses of bush bean plants to a subherbicidal concentration of certain s-triazine compounds. *Canadian Journal of Botany*, 48(12):2213-2217. 1970.
15. WILSON JR., R.G.; WICKS, G.A. & FENSTER, C.R. Weed control in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Western Nebraska. *Weed Science*, 20(3):295-299. 1980.
16. WYATT, J.E. Seed coat and water absorption properties of seed of near-isogenic snap color. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 102(4):478-480. 1977.