

TOXICIDADE DO HERBICIDA MESOTRIONE EM PLANTAS DE MILHO PROVENIENTES DE SEMENTES COM DIFERENTES FORMATOS E DIMENSÕES

SERGIO DE OLIVEIRA PROCÓPIO¹, MARIANE D'AVILA ROSENTHAL², JESUS JUARES OLIVEIRA PINTO³, JACOB JÚNIOR, ELIAS ABRAÃO⁴, WOLMER BROD. PERES⁵; ROBERTA MANICA⁶, JOCEMAR FRANCISCO ZANATTA⁷, ALBERTO CARGNELUTTI FILHO⁸, DAIANE CRISTINA SGANZERLA⁶; JOSIELE CARDOSO CARNEIRO⁶, LEONARDO AMARILLA⁶, WALDIR FRANZINI⁹

¹Professor adjunto, Departamento de Fitossanidade – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354, soprocopio@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Departamento de Fitossanidade – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354, marianer@ufpel.tche.br (Autor para correspondência)

³Professor adjunto, Departamento de Fitossanidade – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354, jesuspinto@telrra.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354, eajjunior@coodetec.com.br

⁵Professor adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354, wolperes@ufpel.tche.br

⁶Acadêmico em Engenharia Agrônoma – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354.

⁷Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitossanidade – UFPel, 96.010-900, Pelotas, RS, Caixa Postal 354;

⁸Pesquisador em Estatística/Experimentação Agropecuária, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - RS (FEPAGRO), alberto-cargnelutti@fepagro.rs.gov.br;

⁹Mestrando em Produção vegetal, Fesurv - Universidade de Rio Verde, Faculdade de Agronomia, Caixa Postal 104, 75.901-970, Rio Verde, Go, dopoquaranta@dgmnet.com.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.1, p.145-152, 2006

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar a fitotoxicidade do herbicida mesotrione em plantas de milho (híbrido simples X1371D– Pioneer) oriundas de sementes com diferentes características morfológicas. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, no município de Capão do Leão, RS. Os tratamentos foram compostos pelas combinações de três grupos de tamanhos de sementes, classificadas em peneiras de crivo oblongo [sementes retidas na peneira de largura 14/64” (peneira 14), na peneira 18/64” (peneira 18) e na peneira 21/64”(peneira 21)], de dois formatos de sementes (chata e redonda) e de cinco doses do herbicida mesotrione (0,0; 60,0; 120,0; 180,0; e 240,0 g ha⁻¹), totalizando 30 tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (3x2x5) com quatro repetições. Após a separação e a classificação das sementes, procedeu-se à semeadura estas foram semeadas em vasos preenchidos com solo homogeneizado. Em cada vaso, foram semeadas oito sementes de milho, na profundidade de 3,0 cm, sendo o mesotrione aplicado em pré-emergência, 24 horas após a semeadura. Foram realizadas as seguintes avaliações: índice de velocidade de emergência das plântulas, altura de plantas, fitotoxicidade visual aos 7, 14 e 21 dias após a emergência (DAE) e biomassa seca das raízes e da parte aérea aos 21 DAE. O formato e o tamanho das sementes não se mostraram fatores importantes na predisposição das plantas de milho aos efeitos fitotóxicos do herbicida mesotrione. A

aplicação do herbicida mesotrione até a dose de 240 g ha⁻¹, em pré-emergência, não ocasionou nenhum tipo de efeito prejudicial às plantas de milho, mostrando-se altamente seletivo.

Palavras-chave: *Zea mays*, inibidores da biossíntese de carotenóides, seletividade, manejo das sementes.

MESOTRIONE HERBICIDE TOXICITY IN MAIZE PLANTS ORIGINATING FROM SEEDS WITH DIFFERENT SIZES AND SHAPES

ABSTRACT – The objective of this experiment was to evaluate the fitotoxicity of the herbicide mesotrione in corn plants that originated from seeds with different morphologic characteristics. It was conducted in a greenhouse, located in the municipal district of Capão do Leão, RS. The treatments were composed by the combinations of three groups of seed sizes, classified in sieves of oblong openings [seeds retained in the sieve of width 14/64" (sieve 14), in the sieve 18/64" (sieve 18) and in the sieve 21/64" (sieve 21)], of two formats of seeds (crushed and round) and of five doses of the herbicide mesotrione (0.0; 60.0; 120.0; 180.0; and 240.0 g ha⁻¹), on a total of 30 treatments. The experimental design was the one with randomized blocks in outline factorial (3x2x5) with four repetitions. After the separation and classification of the seeds, they were sowed in vases filled out with homogenized soil. In each vase eight corn seeds were sowed, in the depth of 3.0 cm, and mesotrione was administered 24 hours after the pre-emergence. The following evaluations were carried out: speed of emergency of the seedlings; total number of emerged seedlings; visual injury and height of plants to the 7, 14 and 21 days after the emergence (DAE); and dry biomass of the roots and of the aerial part to 21 DAE. The format and the size of the seeds were not shown as important factors in the tolerance of the plants to the fitotoxicity herbicide mesotrione. The increase of the applied doses of mesotrione did not cause reductions in the acquisition of dry biomass as much of the aerial part as of the roots of corn plants.

Key words: *Zea mays*, carotenoid synthesis inhibitors, selectivity, seeds management

O herbicida 2-(4-mesyl-2-nitrobenzoyl) cyclohexane-1,3-dione (mesotrione) é indicado para o controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas, na cultura do milho, tendo sido lançado recentemente no mercado brasileiro. O mesotrione foi descoberto a partir da identificação do composto alelopático leptospermone, presente nos tecidos da planta escova-de-garrafa (*Callistemon citrinus*) (Duke *et al.*, 2000). Pertencente ao grupo químico das tricetonas, o mesotrione atua sobre as plantas daninhas inibindo a síntese de carotenóides, mais especificamen-

te, atuando na atividade da enzima 4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase (HPPD), presente nos cloroplastos (Lee, 1997).

Após a aplicação do mesotrione, o sintoma característico verificado nas espécies suscetíveis é o branqueamento ou amarelecimento da folhagem, evoluindo posteriormente para necrose (Johnson & Young, 2002). A tolerância do milho a esse herbicida é devido a capacidade dessa espécie em metabolizar o mesotrione, produzindo compostos sem atividade herbicida (Johnson *et al.*, 2002).

Apresentando um mecanismo de ação diferente dos principais herbicidas utilizados atualmente na cultura do milho, o mesotrione poderá ser uma opção importante em programas de manejo integrado de plantas daninhas, nessa cultura. Em locais onde ocorre a presença de plantas daninhas resistentes ao herbicida atrazine, como *Amaranthus retroflexus* e *Chenopodium album*, o mesotrione está sendo utilizado com sucesso no controle desses biótipos (O'Sullivan *et al.*, 2002).

Apesar de todo o potencial de utilização do mesotrione, no Brasil, em algumas situações de campo, podem ser observados sintomas de toxicidade nas plantas de milho, como branqueamento das folhas e redução de crescimento, após a aplicação desse produto. Fatores como o solo, o clima, o manejo da irrigação, a dose do produto, entre outros, podem estar ligados à sensibilidade do milho ao mesotrione. Características relacionadas às sementes das culturas, como o tamanho e o formato, também podem influenciar na seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência, todavia são pouco estudadas. Andersen (1970) verificou diminuição na biomassa seca da parte aérea de várias cultivares de soja quando as sementes foram semeadas em solo que recebeu aplicações do herbicida atrazine, e que esta redução aumentava à medida que o tamanho das sementes das cultivares diminuía, concluindo que cultivares de soja que apresentam sementes grandes são mais tolerantes ao atrazine. Mondo & Cícero (2005) citam que é altamente desejável, nas sementes de milho, a uniformidade de formato e tamanho, para facilitar os tratamentos químicos e a semeadura, mas reforçam que existe grande variação na própria espiga quanto a essa uniformidade. Esses autores mencionam, ainda, que as sementes esféricas da posição proximal e as sementes achatadas da

região intermediária, em geral, apresentam vigor semelhante e superiores às sementes esféricas da posição distal. Moreno - Martinez *et al.* (1998), comparando a germinação de sementes esféricas e achatadas de um híbrido de milho mexicano, depois da armazenagem sobre condições ambientais locais, observaram resultados superiores das sementes achatadas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade do mesotrione em plantas de milho oriundas de sementes com três diferentes tamanhos e dois diferentes formatos, cultivadas em casa-de-vegetação.

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, pertencente ao Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, utilizando-se um híbrido simples de milho (X1371D– Pioneer) (*Zea mays* L.). Os tratamentos foram compostos pelas combinações de três grupos de tamanhos de sementes, classificadas em peneiras de crivo oblongo [sementes retidas na peneira de largura 14/64" (peneira 14), na peneira 18/64" (peneira 18) e na peneira 21/64" (peneira 21)], de dois formatos de sementes (chata e redonda) e de cinco doses do herbicida mesotrione (0,0; 60,0; 120,0; 180,0; e 240,0 g ha⁻¹), totalizando-se 30 tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial (3x2x5), com quatro repetições.

Após a separação das sementes, estas foram semeadas em vasos (10x10x3cm) preenchidos com solo homogeneizado, cujas características física e química encontram-se na Tabela 1.

Em cada vaso, foram semeadas oito sementes de milho, na profundidade de 3,0 cm, realizando-se, 24 horas após, a aplicação do mesotrione em pré-emergência, utilizando-se um pulverizador de precisão pressurizado com CO₂, aplicando-se volume de calda de 150 L ha⁻¹. Após

TABELA 1. Características físicas e químicas do solo utilizado. Capão do Leão – RS, 2004.

Análise Granulométrica (dag kg ⁻¹)*							
Argila		Silte		Areia		Densidade de Partículas	
25,67		29,97		44,36		2,53	
Análise Química							
pH	P	K ⁺	Na	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	MO
H ₂ O		(mg dm ⁻³)			(cmolc dm ⁻³)		(dag kg ⁻¹)
4,4	1,3	46,0	10,0	1,6	1,9	1,0	2,18

*Dados obtidos a partir do laboratório de análise de solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel.

a semeadura do milho e aplicação do herbicida, manteve-se o substrato em todas as parcelas com mesmo teor de umidade, por meio de pesagens dos recipientes, até a colheita do experimento, aos 21 dias após a emergência (DAE).

Foram realizadas as seguintes avaliações: índice de velocidade de emergência das plântulas; altura de plantas aos 7, 14 e 21 DAE; fitotoxicidade visual aos 7, 14 e 21 DAE, utilizando-se uma escala percentual, em que 0% significa ausência de injúria e 100% morte das plantas; biomassa seca da parte aérea e das raízes aos 21 DAE.

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 três fatores estudados e da interação entre eles, pelo teste F. A comparação entre as médias das variáveis significativas para os fatores tamanho e formato de sementes foi feita por meio do teste de Duncan, a 5% de significância.

Não se observou nenhum tipo de interação entre os fatores tamanho de sementes, formato de sementes e doses do herbicida mesotrione em relação ao índice de velocidade

de emergência. O tamanho das sementes de milho não influenciou o índice de velocidade de emergência das plântulas, cujas médias são apresentadas na Tabela 2. Todavia, plântulas provenientes de sementes chatas emergiram mais cedo, em relação às oriundas de sementes de formato redondo (Tabela 2). Martinelli-Seneme *et al.* (2000) observaram, através de vários testes de vigor, que sementes de milho da cultivar AL-34, com formato chato, apresentaram qualidade fisiológica superior às de formato redondo, porém, não verificaram influência do tamanho na qualidade das sementes achatadas. Os mesmos autores citam, ainda, que o tamanho das sementes é uma característica cujos efeitos vem sendo estudados, considerando os mais diferentes componentes do desempenho tanto da semente como da planta dela resultante. Entretanto, Shieh & McDonald (1982) relatam que sementes redondas de milho apresentam maior incidência de danos, facilitando, assim, a infecção por patógenos e, como consequência reduzem sua qualidade. Observou-se que o índice de velocidade de emergência das plântulas de milho não se alterou com a presença ou ausência do mesotrione no solo, em qualquer das doses aplicadas (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram observados por Amaral & Santos (1983),

TABELA 2. Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho em dias provenientes de três tamanhos e dois formatos de sementes, após a aplicação de diferentes doses de mesotrione. Capão do Leão, RS, 2004.

Parâmetro	IVE (dias)
Tamanho das Sementes	
Peneira 21	5,50 ^{ns}
Peneira 18	5,58
Peneira 14	5,57
Formato das Sementes	
Chata	5,48 b*
Redonda	5,62 a
Doses de Mesotrione (g ha ⁻¹)	
0	5,63 ^{ns}
60	5,49
120	5,59
180	5,49
240	5,54
Média Geral	5,55

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

^{ns}Não-significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

para os herbicidas butachlor, oxadiazon e pendimethalin, os quais não afetaram a velocidade de emergência de plântulas de várias cultivares de arroz. Para Cottingham & Hatzios (1992), em condições de campo, lento crescimento de plântulas de milho podem aumentar a sua sensibilidade ao herbicida metolachlor, por prolongar o tempo de contato entre o coleóptilo e o solo tratado com o herbicida.

Não se constatou nenhum tipo de interação entre os fatores tamanho, formato e doses do mesotrione em relação à altura das plantas de milho, avaliadas aos 7, 14 e 21 dias após a emergência (DAE) (Tabela 3). Verificou-se que, entre os três diferentes tamanhos de sementes analisados, aos 7 DAE, não houve diferença significativa; entretanto, sementes provenientes das peneiras 21 e 18 originaram plantas significativamente mais altas em relação às provenientes das sementes menores retidas na peneira 14 aos 14 e 21 DAE (Tabela 3). Esse fato demonstra que se-

TABELA 3. Médias da altura de plantas aos 7, 14 e 21 dias após a emergência de plântulas de milho provenientes de três tamanhos e dois formatos de sementes, após a aplicação de diferentes doses de mesotrione. Capão do Leão, RS, 2004.

Parâmetro	Altura de Plantas (cm)		
	7 DAE	14 DAE	21 DAE
Tamanho das Sementes			
Peneira 21	13,50 ^{ns}	28,04 a*	33,62 a*
Peneira 18	13,79	28,13 a	32,93 a
Peneira 14	13,54	26,52 b	30,11 b
Formato das Sementes			
Chata	13,79 a*	27,42 ^{ns}	31,15 b*
Redonda	13,43 b	27,70 a	33,29 a
Doses de Mesotrione (g ha ⁻¹)			
0	13,59 ^{ns}	27,27 ^{ns}	31,34 ^{ns}
60	13,54	27,78	32,35
120	13,53	27,56	32,68
180	13,98	27,84	33,12
240	13,41	27,35	31,61
Média Geral	13,61	27,56	32,22

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

^{ns}Não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

mentes maiores de um mesmo lotecultivar tendem a dar origem a plantas com maior porte, fator importante na competição com as plantas daninhas presentes na área pela interceptação de radiação solar. Também, constatou-se que, as plantas provenientes de sementes chatas apresentaram maior altura em relação às plantas provenientes de sementes de formato redondo, aos 7 DAE, mas não diferiram aos 14 DAE, entretanto aos 21 DAE, foram superadas em altura pelas plantas provenientes de sementes redondas (Tabela 3). Isso demonstra que o formato influenciou na altura inicial das plantas resultantes. Em feijão, Cazetta *et al.* (1995) verificaram que o tamanho das sementes de feijão apresenta pouco efeito sobre a germinação e altura das plântulas. Analisando-se, ainda, a Tabela 3, observa-se que a presença do mesotrione no solo, em diferentes níveis, não provocou alterações em relação à al-

tura de plantas de milho (Tabela 3). O'Sullivan *et al.* (2002) verificaram que aplicações de 280 g ha⁻¹ de mesotrione em pré-emergência não induziram redução na altura de plantas de nove cultivares de milho doce.

Nas avaliações referentes à fitotoxicidade visual resultante da aplicação do mesotrione, constatou-se não haver interação entre os fatores tamanho das sementes, formato das sementes e dose do herbicida (Tabela 4). Também observou-se que nenhum desses fatores influenciou a ação fitotóxica do mesotrione sobre as plantas de milho, a qual não ultrapassou 3% em nenhuma das avaliações, sendo considerada quase que inexistente (Tabela 4). Johnson *et al.* (2002) encontraram níveis de injúrias em plantas de milho pela aplicação do mesotrione em pós-emergência variando de 0 a 15%, dependendo da época de aplicação e da dose utilizada.

TABELA 4. Médias de fitotoxicidade aos 7, 14 e 21 dias após a emergência de plântulas de milho provenientes de três tamanhos e dois formatos de sementes após a aplicação de diferentes doses de mesotrione. Capão do Leão – RS, 2004.

Parâmetro	Fitotoxicidade (%)		
	7 DAE	14 DAE	21 DAE
Tamanho das Sementes			
Peneira 21	1,24 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Peneira 18	2,88	0,06	0,00
Peneira 14	0,54	0,19	0,13
Formato das Sementes			
Chata	1,17 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Redonda	1,94	0,38	0,14
Doses de Mesotrione (g ha⁻¹)			
0	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
60	1,04	0,00	0,00
120	1,88	0,31	0,10
180	1,65	0,21	0,10
240	3,19	0,73	0,35
Média geral	1,55	0,25	0,11

^{ns}Não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Para as variáveis biomassa seca da parte aérea e biomassa das raízes avaliadas aos 21 DAE, constatou-se novamente que não houve interação entre os fatores tamanho das sementes, formato das sementes e dose do mesotrione (Tabela 5). Verificou-se que as plantas oriundas das sementes maiores (peneira 21) revelaram maior acúmulo de biomassa seca tanto da parte aérea quanto de raízes, quando comparadas aos demais tamanhos (Tabela 5). Entretanto, ao analisar o formato de sementes, constatou-se que sementes de formato redondo originaram plantas que apresentaram maior acúmulo de biomassa seca da parte aérea e de raízes, quando comparadas às provenientes de sementes de formato chato. O

acúmulo de biomassa seca da parte aérea e das raízes, aos 21 DAE, não foi influenciado pela presença do herbicida mesotrione, em todas as doses avaliadas (Tabela 5). Em feijão, Procópio *et al.* (2001) observaram que o herbicida S-metolachlor ocasionou maior toxicidade em plantas provenientes de sementes maiores.

O tamanho das sementes e o formato das sementes não são fatores importantes na predisposição das plantas de milho aos efeitos fitotóxicos do herbicida mesotrione, aplicado em pré-emergência. A aplicação do herbicida mesotrione, até a dose de 240 g ha⁻¹, em pré-emergência, não ocasionou redução da velocidade de emergência, redução na altura, injúrias visuais e

TABELA 5. Médias da biomassa seca da parte aérea e das raízes, aos 21 dias após a emergência de plântulas de milho provenientes de três tamanhos e dois formatos de sementes, após a aplicação de diferentes doses de mesotrione. Capão do Leão, RS, 2004.

Parâmetro	Biomassa seca (g)	
	Aérea	Raízes
Tamanho das Sementes		
Peneira 21	1,45 a*	2,09 a*
Peneira 18	1,36 b	1,95 b
Peneira 14	1,09 c	1,64 c
Formato das Sementes		
Chata	1,22 b*	1,83 b*
Redonda	1,39 a	1,95 a
Doses de Mesotrione (g ha⁻¹)		
0	1,29 ^{ns}	1,88 ^{ns}
60	1,30	1,88
120	1,30	1,90
180	1,35	1,94
240	1,28	1,86
Média Geral	1,30	1,89

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

^{ns}Não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

reduções na aquisição de biomassa seca tanto da parte aérea como das raízes das plantas de milho, mostrando-se altamente seletivo.

Literatura Citada

AMARAL, A. S.; SANTOS, E. C. Efeitos de herbicidas na emergência de plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 5, p. 37-45, 1983.

ANDERSEN, R. N. Influence of soybean seed size on response to atrazine. **Weed Science**, Champaign, v. 18, p. 162-164, 1970.

CAZETTA, J. O.; SADER, R.; IKEDA, M. Efeito do tamanho no desempenho germinativo de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, Jaboticabal, v. 23, p. 65-71, 1995.

COTTINGHAM, C. K.; HATZIOS, K. K. Basis of differential tolerance of two corn hybrids (*Zea mays*) to metolachlor. **Weed Science**, Champaign, v. 40, p. 359-363, 1992.

DUKE, S. O.; DAYAN, F. E.; ROMAGNI, J. G.; RIMANDO, A. M. Natural products as sources of herbicides: current status and future trends. **Weed Research**, Champaign, v. 40, p. 99-111, 2000.

JOHNSON, B. C.; YOUNG, B. G. Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. **Weed Science**, Champaign, v. 50, p. 157-161, 2002.

JOHNSON, B. C.; YOUNG, B. G.; MATTHEWS, J. L. Effect of postemergence application rate and timing of mesotrione on corn (*Zea mays*) response and weed control. **Weed Technology**, Champaign, v. 16, p. 414-420, 2002.

LEE, D. L. The discovery and structural requirements of inhibitors of *p*-hydroxyphenyl-

pyruvate dioxygenase. **Weed Science**, Champaign, v. 45, p. 601-609, 1997.

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, p. 232-238, 2000.

MONDO, V. H.; CICERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, p. 9-18, 2005.

MORENO-MARTINEZ, E.; VAZQUEZ-BADILLO, M. E.; RIVERA, A.; NAVARRETE, R.; ESQUIVEL-VILLAGRANA, F. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 26, p. 439-448, 1998.

O'SULLIVAN, J.; ZANDSTRA, J.; SIKKEMA, P. Sweet corn (*Zea mays*) cultivar sensitivity to mesotrione. **Weed Technology**, Champaign, v. 16, p. 421-425, 2002.

PROCOPIO, S. O.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; ARAÚJO, E. F.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; FERREIRA, L. R. Efeito do tamanho de sementes sobre a tolerância do feijoeiro ao S-metolachlor, em condições de baixa temperatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, DF, v. 2, p. 133-141, 2001.

SHIEH, W. J.; McDONALD, M. B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, p. 307-13, 1982