

# TESTE-PADRÃO DE GERMINAÇÃO MODIFICADO PARA ANÁLISE DA TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE SOJA AO HERBICIDA SULFENTRAZONE<sup>1</sup>

*Modified Germination Test for the Evaluatiing of Tolerance of Soybean Cultivars to the Herbicide Sulfentrazone*

GAZZIERO, D.L.P.<sup>2</sup>, PRETE, C.E.C.<sup>3</sup>, SUMIYA, M.<sup>4</sup> e OLIVEIRA NETO, W.<sup>5</sup>

RESUMO - Com o objetivo de avaliar metodologia de laboratório para análise da tolerância de cultivares de soja ao herbicida sulfentrazone, foi conduzido um ensaio na Universidade Estadual de Londrina. Foi utilizado o teste-padrão de germinação com a modificação da solução de embebição, com os cultivares Coodetec 206 e Coodetec 207, considerados tolerante e sensível, respectivamente, ao herbicida sulfentrazone, em campo. Foram preparadas concentrações de 25, 50, 100 e 250 mg L<sup>-1</sup> do herbicida sulfentrazone e a solução-padrão com água destilada como testemunha. O papel-toalha foi embebido com solução de sulfentrazone em volume equivalente a três vezes o peso do papel. As unidades experimentais foram rolos de papel, contendo 50 sementes, com quatro repetições, que permaneceram em germinador a 25 °C por cinco dias, na presença de luz durante o dia. Após esse período foram avaliados o comprimento do hipocótilo, o comprimento da raiz, o comprimento total e o peso das plântulas, em todos os tratamentos. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, e o procedimento estatístico adotado foi o esquema fatorial 2 (cultivares) x 5 (doses), utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. A concentração de 250 mg L<sup>-1</sup> de sulfentrazone causou intensa injúria às plântulas, não sendo possível detectar diferenças entre os cultivares. Entretanto, a solução com concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> de sulfentrazone evidenciou nitidamente a diferença entre os cultivares quanto à tolerância e à sensibilidade, quando utilizado o comprimento do hipocótilo, o comprimento das raízes e o comprimento total de plântulas como características diferenciais, sendo mais evidente a diferença entre os cultivares analisando-se o comprimento do hipocótilo. O teste-padrão de germinação modificado foi adequado para analisar a tolerância dos cultivares de soja ao herbicida sulfentrazone.

**Palavras-chave:** fitotoxicidade, sensibilidade, seletividade, *Glycine max*.

*ABSTRACT - This experiment was conducted at the State University of Londrina to evaluate laboratory methodology for determining soybean cultivar tolerance to the herbicide sulfentrazone. A modified germination test was evaluated using different solutions of the herbicide as moistening agent. The soybean cultivars Coodetec 206 and Coodetec 207, considered tolerant and sensitive to the herbicide, were evaluated. Solutions of the herbicide with 25, 50, 100 and 250 mg L<sup>-1</sup> concentrations were prepared and compared to a control with distilled water. The paper towel was imbibed with the different solutions at a volume equivalent to three times the weight of the dry paper. An experimental unit consisted of single rolled paper towels, each containing 50 seeds, which were incubated in a germinator at 25 °C for five days, with light being supplied during the day. Hypocotyl, radicle and seedling lengths as well as seedling weight were determined for all the treatments. A completely randomized design in a factorial scheme (2 cultivars x 5 concentrations) was used. The Tukey test at 5% probability was used for mean comparison. The solution with 250 mg L<sup>-1</sup> sulfentrazone caused severe injury to the seedlings rendering it impossible to detect any differences between the cultivars. However, the solution with 50 mg L<sup>-1</sup> sulfentrazone was the*

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 13.12.2002 e na forma revisada em 21.4.2005.

<sup>2</sup> Eng.-Agr. Doutor, Pesquisador da Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86001-970 Londrina-PR, <gazziero@cnpso.embrapa.br>.

<sup>3</sup> Eng.-Agr. Professor da Universidade Estadual de Londrina, <cassio@uel.br>. <sup>4</sup> Estagiário da Embrapa/UEL, Graduando em Agronomia/UEL, <agrosumiya@zipmail.com.br>. <sup>5</sup> Técnico de Laboratório, M.S., Embrapa Soja, <waldemar@cnpso.embrapa.br>.



*most effective in characterizing the cultivars as tolerant or sensitive, based on the hypocotyl, radicle and seedling lengths. Hypocotyl length was the most effective parameter for characterizing cultivar tolerance to the herbicide. It was concluded that the modified germination test evaluated in the experiment was adequate for determining soybean cultivar tolerance to the herbicide sulfentrazone.*

**Key words:** phytotoxicity, sensitivity, selectivity, *Glycine max*.

## INTRODUÇÃO

O controle de plantas daninhas em lavouras de soja tem como uma das alternativas o uso de herbicidas com efeito residual, aplicados ao solo, antes ou logo após a semeadura da cultura.

Problemas de sensibilidade de cultivares são registrados com maior frequência quando se usam produtos de pré-emergência, comparativamente aos herbicidas aplicados em pós-emergência. Trabalhos conduzidos por Velloso (1980) e Gazziero & Menosso (1984) mostraram haver significativo número de cultivares sensíveis ao metribuzin. A resposta diferencial de cultivares de soja a este herbicida aparentemente resulta do aumento do metabolismo em cultivares tolerantes, quando comparados a cultivares suscetíveis (Smith & Wilkinson, 1974). Entretanto, também pode ocorrer seletividade por posicionamento diferenciado da semente em relação ao herbicida. Nas recomendações oficiais da Embrapa Soja (2000), são citados cultivares que não podem ser utilizados em áreas tratadas com esse produto. Sabe-se que uma mesma espécie, inclusive a soja, pode responder diferencialmente ao estresse químico causado pelos herbicidas, em razão de diferenças genotípicas (Wax et al., 1976; Cunha et al., 1984; Friesen & Wall, 1986; Buzzell & Hamill, 1988; Dayan et al., 1997).

O sulfentrazone é o ingrediente de um herbicida com significativa participação no mercado. Possui atividade pré-emergente (Dayan & Weete, 1996) e amplo espectro de ação, controlando plantas daninhas anuais dicotiledôneas e algumas gramíneas. Além disso, inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX ou PPO) que está presente na rota de síntese da clorofila e de citocromos. Essa rota metabólica também é chamada rota

de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles (Vidal & Merotto, 2001).

Resultados de pesquisa e observações de campo em áreas de produção comercial de soja no Brasil têm mostrado que alguns cultivares podem apresentar sensibilidade diferencial ao sulfentrazone, especialmente quando submetidos a práticas agrícolas que aumentam sua exposição a este produto. No entanto, a capacidade de metabolização é o fator mais importante na tolerância da soja ao sulfentrazone, determinando as diferenças entre cultivares em relação a essa característica (Dayan et al., 1997). Contudo, a absorção durante as fases de germinação e emergência de plântula é a base para a resposta entre os cultivares de soja (Li et al., 1999).

Jacobs et al. (1996) encontraram variação na eficiência de plantas tolerantes aos herbicidas inibidores de "Protox", em relação à presença de compostos que atuam na inativação de protoporfirinogênio IX. Isso evidencia que a diferente suscetibilidade entre plantas pode estar relacionada à presença desses compostos em concentrações variáveis em cada espécie. A autodestruição de protoporfirinogênio IX foi menor em plantas jovens, determinando, assim, maior suscetibilidade nesse estágio (Jacobs et al., 1996).

Li et al. (2000) usaram o comprimento do hipocótilo de plântulas de soja como índices de classificação de respostas de cultivares sensíveis ao sulfentrazone. Observaram que as reduções no comprimento do hipocótilo e das raízes e no peso das plântulas estavam associadas à absorção do produto pelo cultivar.

O presente trabalho teve por objetivo adaptar a metodologia do teste de germinação de sementes em condições de laboratório para avaliar a tolerância de cultivares de soja ao herbicida sulfentrazone.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no laboratório de sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, em janeiro de 2001. Foram utilizadas sementes de dois cultivares de soja (*Glycine max*): Coodetec 207 e Coodetec 206, consideradas, respectivamente, suscetível e tolerante quando submetidas à intensa exposição ao sulfentrazone em campo.

Para avaliar a influência do herbicida sulfentrazone sobre aos cultivares, foi utilizado o teste-padrão de germinação conduzido em rolos de papel-toalha. Após a pesagem das folhas de papel-toalha, acrescentou-se a solução de sulfentrazone, com concentrações definidas para cada tratamento, em volume equivalente a três vezes o peso seco (Brasil, 1992). Na diluição do herbicida foi utilizada água destilada.

Preliminarmente, foram testadas soluções para embebição do papel de germinação, em que as doses corresponderam a 0 (testemunha), 1, 2, 6, 12 e 500 mg L<sup>-1</sup> de concentração de sulfentrazone. O efeito fitotóxico provocado por essas doses variou de nenhum a muito drástico, não possibilitando a distinção de tolerância entre os cultivares. A partir das observações iniciais, novos tratamentos foram testados, representados por soluções de herbicidas que variaram de 0 (testemunha), 25, 50, 100 e 250 mg L<sup>-1</sup>. Foram estabelecidos cinco tratamentos para cada cultivar.

As unidades experimentais foram rolos de papel-toalha com 50 sementes distribuídas eqüidistantemente, com quatro repetições, totalizando 200 sementes para cada tratamento. Cada unidade experimental consistia de 50 sementes, distribuídas sobre duas folhas de papel-toalha embebido pelas respectivas soluções, cobertas com mais uma folha e, em seguida, enroladas.

Em cada tratamento foi colocado um saco plástico individual, a fim de evitar o contato entre os tratamentos e os possíveis contaminantes. Os sacos plásticos foram mantidos abertos na parte superior para permitir oxigenação, essencial à respiração no processo de germinação das sementes. Em seguida, foram levados ao germinador regulado com temperatura de 25 °C e aproximadamente 90% de umidade relativa, onde permaneceram por

cinco dias na presença de luz durante o dia. Após esse período, os rolos foram abertos e, em cada um, foi contado o número de sementes que não germinaram. Foram escolhidas 10 plântulas que representavam o padrão do tratamento para que fosse medido o comprimento do hipocótilo e da raiz e o comprimento e peso total das plântulas. Esses parâmetros foram utilizados para avaliar o diferencial de tolerância dos cultivares ao herbicida. As medidas foram feitas com auxílio de uma régua graduada em centímetros, subdivididos em milímetros, sendo o peso determinado em balança com precisão de 0,001 g.

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2 (cultivares) x 5 (doses de herbicida), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores comparativos da testemunha não-tratada, ou dose zero, que representou o uso de solução-padrão de água destilada, mostraram que as plântulas do cultivar Coodetec 207 apresentaram maior comprimento total, maior comprimento de hipocótilo e maior comprimento de raízes que as plântulas do cultivar Coodetec 206. Entretanto, ao se considerar o peso total das plântulas, que incluem os cotilédones e o epicótilo, as plântulas do cultivar Coodetec 207 pesaram menos que as do cultivar Coodetec 206 (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

Quando as sementes dos cultivares de soja foram expostas ao herbicida sulfentrazone, o comprimento do hipocótilo das plântulas (Tabela 1), das raízes (Tabela 2), o comprimento total das plântulas (Tabela 3) e o peso destas (Tabela 4) foram reduzidos, tendo esse efeito sido mais drástico para o cultivar Coodetec 207. Li et al. (1999) encontraram resultados semelhantes no que se refere ao comprimento da raiz ao compararem o comportamento de cultivares americanos em relação ao mesmo herbicida.

Na Tabela 1 verifica-se que o tratamento com a dose de 25 mg L<sup>-1</sup> de sulfentrazone não reduziu significativamente o hipocótilo das plântulas de soja do cultivar Coodetec 206, porém, no Coodetec 207, nessa mesma dose a redução foi significativa.



Na dose de 50 mg L<sup>-1</sup>, a redução do comprimento do hipocótilo foi significativa para o cultivar Coodetec 206, em relação à dose de 25 mg L<sup>-1</sup>, ao passo que no cultivar Coodetec 207 o efeito foi ainda mais drástico e nítido, tendo reduzido esse comprimento à metade do registrado na testemunha. Nessa mesma dose, o cultivar Coodetec 206 reduziu em

menos de 10% seu comprimento em relação ao tratamento sem sulfentrazone. Li et al. (1999) afirmaram que o comprimento do hipocótilo está intimamente associado à sensibilidade do cultivar ao herbicida e que a redução no seu tamanho pode ser usada como indicativo para predizer a sensibilidade dos cultivares de soja.

**Tabela 1** - Efeito do herbicida sulfentrazone no comprimento (cm) do hipocótilo de soja. Londrina-PR, 2001

Cultivar	Dose (mg L <sup>-1</sup> )				
	0	25	50	100	250
Coodetec 207	12,175 Aa	9,450 Bb	6,975 Bc	5,425 Bd	2,913 Ae
Coodetec 206	10,875 Bab	11,835 Aa	9,825 Ab	8,200 Ac	3,088 Ad

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 2** - Efeito do herbicida sulfentrazone no comprimento (cm) de raiz de plântulas da cultura de soja. Londrina-PR, 2001

Cultivar	Dose (mg L <sup>-1</sup> )				
	0	25	50	100	250
Coodetec 207	16,798 Aa	5,068 Bb	3,075 Bc	2,500 Bc	1,875 Ac
Coodetec 206	14,975 Ba	9,225 Ab	6,913 Ac	4,550 Ad	2,900 Ad

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 3** - Efeito do herbicida sulfentrazone no comprimento de plântulas de soja. Londrina-PR, 2001

Cultivar	Dose (mg L <sup>-1</sup> )				
	0	25	50	100	250
Coodetec 207	28,503 Aa	14,463 Bb	10,100 Bc	7,825 Bcd	4,763 Ad
Coodetec 206	25,663 Ba	20,950 Ab	19,250 Ab	12,425 Ac	6,000 Ad

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Tabela 4** - Efeito do herbicida sulfentrazone no peso (gramas) de plântulas de soja. Londrina-PR, 2001

Cultivar	Dose (mg L <sup>-1</sup> )				
	0	25	50	100	250
Coodetec 207	27,215 Ba	23,283 Bb	21,245 Bbc	18,590 Bcd	16,455 Bd
Coodetec 206	39,275 Aa	38,175 Aa	29,703 Ab	27,500 Ab	18,880 Ac

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Apesar de o peso das plântulas de soja ter mantido as diferenças iniciais em relação aos cultivares, a avaliação desse fato permitiu reforçar a indicação verificada nos outros parâmetros, que sugere que a concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> pode ser utilizada para diferenciar a sensibilidade entre materiais.

O diferencial na absorção de sulfentrazone entre os cultivares, durante os primeiros estádios de desenvolvimento, é a base fisiológica que explica a variação na sensibilidade (Li et al., 2000). Entretanto, chuvas excessivas combinadas com temperaturas amenas podem aumentar a injúria de sulfentrazone, como se observa nos trabalhos de Swantek et al. (1998). Pesquisas de Li et al. (2000) não confirmam esses resultados, mas destacam a importância desses fatores na interação com outros, como concentração do produto e cultivares.

Observações empíricas de campo no Brasil coincidem com as afirmações anteriores e incluem a compactação do solo como importante fator a ser considerado nessa interação.

Embora a fitointoxicação de sulfentrazone em campo esteja ligada a vários fatores, sabe-se que o uso de cultivares sensíveis pode contribuir significativamente na manifestação da injúria. O experimento permite concluir que o teste-padrão de germinação modificado pode servir como indicativo para a seleção de materiais tolerantes a este herbicida e sugere a concentração de 50 mg L<sup>-1</sup> como a indicada para diferenciar a sensibilidade, sendo o comprimento do hipocótilo o melhor parâmetro para diferenciação.

## LITERATURA CITADA

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras de análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 365 p.

BUZZELL, R. I.; HAMILL A. S. Improved tolerance of soybean (*Glycine max*) to metribuzin. **Weed Technol.**, v. 2, n. 2, p. 170-171, 1988.

CUNHA, R. A. et al. Tolerância de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao diuron e metribuzin em diferentes tipos de solos. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Londrina: SBHED, 1984. p. 100-101.

DAYAN, F. E.; WEETE, J. D. Mechanism of tolerance to a novel phenyl triazolinone herbicide. **Proc. Am. Soc. Plant Physiol.**, v. 111, p. 119, 1996.

DAYAN, F. E. et al. Soybean (*Glycine max*) cultivar difference in response to sulfentrazone. **Weed Sci.**, v. 45, p. 634-641, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Estado do Paraná 2000/01**. Londrina: 2000. p. 168 (Embrapa Soja, Documentos, 145).

FRIESEN, G. H.; WALL, D. A. Tolerance of early-maturing soybean cultivars to metribuzin. **Can. J. Plant. Sci.**, v. 66, p. 125-130, 1986.

GAZZIERO, D. L. P.; MENOSSO, O. G. Comportamento de 24 cultivares de soja recomendada para o estado do Paraná ao herbicida metribuzin. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: 1984. p. 99.

JACOBS, J. M.; JACOBS, N. J.; DUKE, S. O. Protoporphyrinogen destruction by plant extracts and correlation with tolerance to protoporphyrinogen oxidase-inhibiting herbicides. **Pest. Biochem. Physiol.**, v. 55, p. 77-83, 1996.

LI, ZaoHu et al. Use of seedling growth parameters to classify soybean (*Glycine max*) cultivar sensitivity to sulfentrazone. **Weed Technol.**, v. 13, n. 3, p. 530-535, 1999.

LI, ZaoHu.; WEHTJE, G. R.; WALKER, R. H. Physiological basis for the differential tolerance of *Glycine max* to sulfentrazone during seed germination. **Weed Sci.**, v. 48, n. 3, p. 281-285, 2000.

SWANTEK, J. M.; SNELLER, C. H.; OLIVER, L. R. Evolution of soybean injury from sulfentrazone and inheritance of tolerance. **Weed Sci.**, v. 46, p. 271-277, 1998.

SMITH, A. E.; WILKINSON, R. E. Differential absorption, translocation and metabolism of metribuzin (4-amino-6-tert-butyl-3 (methylthio)-as-triazine-5 (4H) one) by soybean cultivars. **Plant Physiol.**, v. 3, p. 29-34, 1974.

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. **Planta Daninha**. v. 3, p. 29-34, 1980.

VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: 2001. 76 p.

WAX, L. M. et al. Response of soybean cultivars to metribuzin. **Agron. J.**, v. 68, p. 484-486, 1976.

