

# EFEITO DO METRIBUZIN SOBRE A FOTOSSÍNTESE E A TOLERÂNCIA EM PLANTAS DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL)

P.J. Silva Neto<sup>1</sup>  
N.F. Lopes<sup>2</sup>  
J.F. Silva<sup>3</sup>  
M.A. Oliva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Pesquisador da CEPLAC, C.P.  
2081 - 68370 Altamira, PA.  
Prof. Adjunto IV, Depto. Biologia Ve -  
getal-UFV - 36570 Viçosa, MG.  
<sup>3</sup>Prof. Titular, Depto. Fitotecnia -  
UFV36570 Viçosa, MG.

## RESUMO

Com o objetivo de estudar o efeito de diferentes doses de metribuzin na taxa fotossintética líquida e na tolerância de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 'Uberaba' e 'Alvorada'), foi conduzido um experimento, em casa de vegetação, no Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC), Ilhéus, BA.

Não se constataram diferenças significativas para o efeito das variedades e para a interação variedades x doses, para todos os da dos analisados. Os valores médios da taxa fotossintética líquida foram 22,92; 19,87 e 18,20 mg CO<sub>2</sub>.dm<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>, para as variedades 'Uberaba' e 'Alvorada' submetidas as doses de 0,0; 0,4 e 0,8 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de metribuzin, respectivamente. O efeito do metribuzin sobre a taxa fotossintética líquida foi evidenciado somente nas plantas submetidas a dose de 0,8 kg i.a. ha<sup>-1</sup>. O herbicida não influenciou a abertura estomática nem a taxa transpiratória.

Com o aumento das doses de metribuzin, ocorreu redução no peso médio da matéria seca da parte aérea,

da raiz e da área foliar média das plantas de soja. Destes da dos analisados, verificou-se que o herbicida em menor dose causou mais redução no peso da matéria seca da raiz do que da parte aérea.

Doses subletais do metribuzin causaram efeito estimulante na matéria seca relativa da parte aérea, da raiz e da área foliar, nas plantas da variedade 'Uberaba'. Na determinação da inibição de 50% (I<sub>50</sub>) dos valores acima, verificou se que o metribuzin exerceu maior efeito fitotóxico nas raízes das plantas da variedade 'Alvorada', mostrando ter esta variedade menor capacidade para metabolizar o metribuzin em compostos não-fitotóxicos do que a 'Uberaba'.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resistência es-  
tomática, transpiração, biomassa inibição do  
crescimento.

## SUMMARY

EFFECTS OF METRIBUZIN ON PHOTO-  
SYNTHESIS AND TOLERANCE OF SOYBEAN  
(*Glycine max* (L.) MERRILL) PLANTS

The effects of different doses of metribuzin on net photosynthetic rates and tolerance of soybean

(*Glycine max* (L.) Merrill, 'Alvora da' e 'Uberaba') planta was studied in glasshouse conditions at Centro de Pesquisa do Cacau (CE-PEC), Ilhéus, BA.

No significant differences were observed either among the varieties or the interaction varieties x doses for all parameters analysed. The average of the net photosynthetic rates for both varieties were 22,92, 19,87 and 18,20 mg CO<sub>2</sub>.dm<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> treated with 0,0, 0,4 and 0,8 kg a.i. ha<sup>-1</sup> of metribuzin, respectively. The negative effect of metribuzin on net photosynthetic rate was evident only in the soybean treated with 0,8 kg a.i./ha<sup>-1</sup>. The herbicide did not affect the stomatal resistance and transpiration rate.

As the doses of metribuzin increased the dry weight of plants parts and leaf area decreased. The effect was more prominent on root dry weight than shoot biomass.

Sublethal doses of metribuzin enhanced the shoot and root relative dry weights and leaf area in soybean Uberaba. By estimating the dose which inhibit growth in 50% (I50), it was shown that metribuzin had an accentuated phytotoxic effect on roots of Alvorada soybean, suggesting that this variety has a lower capacity of metabolizing metribuzin in non-phytotoxic compounds than the Uberaba.

**KEYWORDS:** Stomatal resistance, transpiration, biomass, growth inhibition.

## INTRODUÇÃO

Várias pesquisas com herbicidas inibidores fotossintéticos marcados tem sugerido que as triazinas interferem na cadeia de transporte de elétrons com o mesmo car-

regador, através de similar mecanismo (12). Admite-se, contudo, que tais herbicidas formam pontes de hidrogênio entre grupos carboxílicos da uréia, ou grupo amina das triazinas, e grupos reativos das enzimas e/ou proteínas ligadas aos transportadores de elétrons, mudando a conformação dos mesmos e causando suas respectivas inativações (12).

A molécula de um herbicida inibidor fotossintéticos pode, por fotoxidação, inativar ou destruir 300 a 500 moléculas de clorofila. Isto mostra que uma quantidade extremamente pequena desse herbicida é suficiente para causar severa inibição na reação de Hill. A sensibilidade das plantas para o metribuzin tem sido atribuída a diferentes constituintes genéticos, estágio de desenvolvimento e condições ambientes (7, 9, 13, 16).

Tendo em vista que ainda é pouco quantificada a resposta fotos-sintética das variedades de soja 'Uberaba' e 'Alvorada' à aplicação do metribuzin em pré-emergência, bem como a tolerância a este herbicida, o presente estudo visou obter informações acerca do efeito de doses do metribuzin na taxa fotossintética, tentando associa-lo com o grau de tolerância dessas variedades.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em casa de vegetação, no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), localizado no Município de Ilhéus, Bahia, durante o período de 30 dias (19/11 a 18/12/86).

O solo utilizado apresentava fertilidade média, textura franco-argilo-arenosa e 4,7% de matéria orgânica e foi colocado em vasos com

capacidade para 1 kg e adubado com 20 ppm N, 400 ppm P e 100 ppm de K, nas formas de sulfato de amônio, fosfato ácido de cálcio e cloreto de potássio, respectivamente.

O delineamento experimental em pregado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2x4x4, com respondente a duas variedades e quatro doses de herbicida, com quatro repetições.

No plantio foram utilizadas as sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cultivares 'Uberaba' e 'Alvorada') por vaso, na profundidade de 0,02 m, previamente inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. O metribuzin (4-amino-6-t-butil-3-metil-1,2,4-triazina-5-(4H)-one) foi aplicado, em pre-emergência, nas doses de 0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, usando-se um pulverizador costal com capacidade para 20 l, calibrado para um consumo de 400 l.ha<sup>-1</sup>, à pressão de 207 a 241 KPa, munido de um bico Teejet 110.03.

O desbaste foi realizado cinco dias após a emergência das plantas de soja, deixando-se duas plantas em cada vaso, que foi considerado como unidade experimental. Os vasos foram irrigados, periodicamente, de modo a manter as plantas sem déficit hídrico.

A área foliar do primeiro trifoliolo completamente expandido foi medida, em cada tratamento, por meio de um integrador de área marca HAYASHIDNKOL, modelo AAM-5, através de um esboço de cada uma dessas folhas. Posteriormente, nessas folhas foram realizadas, em condições ambientes, no período das 13 as 14 h, com radiação solar em torno de  $1.500 \pm 70 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  e  $350 \pm 20$  ppm de CO<sub>2</sub>, medições da fotossíntese (Pn), resistência estomática (Rst) e transpiração (T),

quando as plantas de soja encontravam-se nos estádios vegetativos (V3 -V4), de acordo com a escala de Fehr e Caviness (8), por meio de um analisador de gás infravermelho portátil ICOR, modelo LI - 6000.

Trinta dias após o plantio, as plantas foram cortadas rente ao solo e separadas em parte aérea e sistema radicular. A área foliar total foi determinada e a matéria seca da parte aérea e da raiz, obtida em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 75°C, onde permaneceu até peso constante.

As doses de metribuzin que resultaram em 50% da inibição (150) do peso da matéria seca da parte aérea e da raiz, bem como da área foliar das plantas de soja, foram determinadas, para os dois cultivares, através de análise de regressão polinomial.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando-se, para a comparação entre as médias, o teste de Duncan.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa somente na taxa fotossintética para o efeito de doses de metribuzin. Este herbicida não influenciou na abertura estomática e nem na taxa transpiratória, em virtude, provavelmente, de essas plantas já terem se recuperado dos danos iniciais provocados pelo metribuzin. Não se constataram diferenças significativas para o efeito das variedades e a interação variedade x dose de metribuzin, para todos os parâmetros analisados.

Os valores médios da taxa fotossintética líquida (Quadro 1) fo-

**Quadro 1.** Valores médios da taxa fotossintética líquida, resistência estomática e transpiração de plantas de soja submetidas a três doses de metribuzin\*

Doses de metribuzin (kg i.a.ha <sup>-1</sup> )	Taxa fotossintética líquida (mg CO <sub>2</sub> .dm <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )	Resistência estomática (s.cm <sup>-1</sup> )	Transpiração (mg H <sub>2</sub> O.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> )
0,0	22,92 a	1,46 a	126,72 a
0,4	19,87 a	1,27 a	121,96 a
0,8	18,20 b	1,37 a	120,55 a

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

\* Médias provenientes de 36 repetições.

ram de 22,92; 19,87 e 18,20 mg CO<sub>2</sub>.dm<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>, para as duas variedades ('Uberaba' e 'Alvorada') submetidas às doses de 0,0; 0,4 e 0,8 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin, respectivamente. Nota-se que o efeito do metribuzin sobre a taxa fotossintética líquida dessas plantas foi evidenciado somente na dose de 0,8 kg i.a.ha<sup>-1</sup>, tendo em vista que não foi possível realizar essas medições nas plantas submetidas à dose de 1,2 kg i.a.ha<sup>-1</sup>, em razão do forte efeito fitotóxico do herbicida nas mesmas. Observa-se que esses resultados estão na faixa dos obtidos por Curtis *et al.* (5), que mediram a taxa de fotossíntese da primeira folha trifoliada de 26 variedades de soja cultivadas em câmara de crescimento e obtiveram resultados variando de 12 a 24 mg CO<sub>2</sub>.dm<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Taxas semelhantes ou maiores têm sido verificadas, por diversos pesquisadores, em folhas mais velhas de plantas de soja cultivadas em câmara de crescimento, em casa de vegetação, e nas folhas mais altas de plantas cultivadas em

O aparecimento dos primeiros sintomas de fitotoxicidade (clorose) ocorreu nas folhas unifoliadas, sendo bem mais caracterizados nas folhas do cultivar 'Alvorada'. Nas duas variedades, verificou-se sintoma de fitotoxicidade na primeira folha trifoliada somente na dose de 1,2 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin.

As plantas submetidas à dose de 0,8 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin recuperaram-se rapidamente, não mostrando sintomas visíveis desde o aparecimento da primeira folha trifoliada e após a queda das unifoliadas. As plantas de soja que superaram o efeito fitotóxico do herbicida mostraram boa recuperação até o desaparecimento total dos sintomas visíveis de fitotoxicidade, o que pode ser explicado pelo fato de estar a tolerância das plantas de soja diretamente relacionada com a sua eficiência fotossintética e com o acúmulo de material de reserva.

Houve efeito significativo de doses de metribuzin no peso da matéria seca da parte aérea, da raiz e da área foliar, não sendo cons-

tatadas diferenças significativas para o efeito de variedades e para interação variedades x doses.

O Quadro 2 mostra que todas as doses de metribuzin reduziram o peso médio da matéria seca da parte aérea, da raiz e da área foliar média, embora não se tenham constatado diferenças significativas entre as doses 0,4 e 0,8 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin para esses parâmetros. Com relação ao peso médio da matéria seca da raiz, verifica-se que somente a dose de 0,4 se igualou estatisticamente à testemunha, mostrando que o herbicida em menor dose causou mais redução no peso de matéria seca da raiz do que na parte aérea. Em geral, tem-se verificado que um fator que atue em uma das partes da planta (ramos / raízes) afeta mais a utilização de assimilados pela outra parte. O metribuzin, sendo um inibidor fotos-sintético atua primariamente nas folhas. Entretanto, a recuperação da maquinaria fotossintética é preferencial, e os assimilados devem ser alocados preferencialmente na formação de novas folhas, em detrimento do desenvolvimento do sistema radicular.

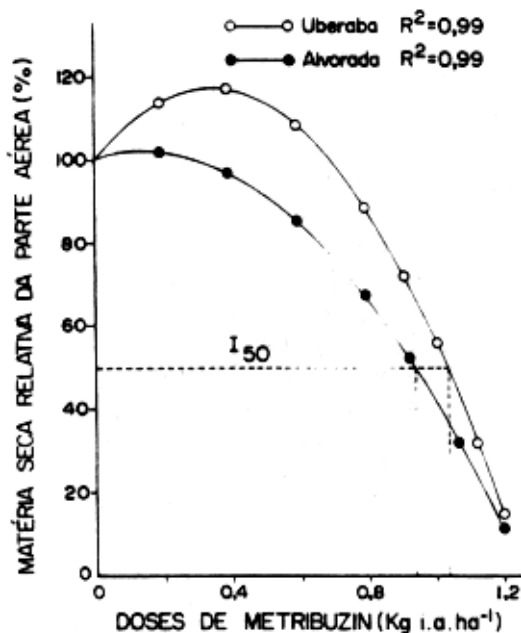
A dose de 1,2 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin reduziu acentuadamente a matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e da área foliar (Quadro 2).

A inibição de 50% do peso da matéria seca relativa da parte aérea (Figura 1) ocorreu nas doses de 1,04 e 0,95 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin, para as variedades 'Uberaba' e 'Alvorada', respectivamente. Nota-se que para a variedade 'Uberaba' submetida à dose de 0,4 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin houve aumento de aproximadamente 17% em relação à testemunha. Em trabalho realizado sobre a persistência do metribuzin em solos cultivados com soja, Blanco *et al.* (3) constataram que o herbicida poderia ter aumentado a fertilidade do solo, estimulando o crescimento da planta-teste (*Avena sativa* L.). Possivelmente, as triazinas estimulam a nitrificação com aumentos consideráveis dos níveis de nitrogênio e fósforo disponíveis no solo (11). Entretanto, Aguilar (2) verificou que em doses subletais o metribuzin teve efeito estimulante na matéria verde da parte aérea das plantas de pepino

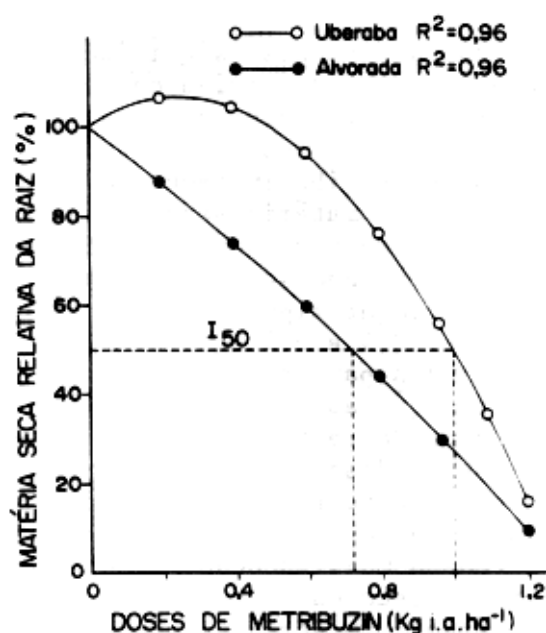
**Quadro 2.** Peso médio da matéria seca da parte aérea, da raiz e da área foliar média de plantas de soja submetidas a quatro doses de metribuzin.

Doses de metribuzin (kg i.a. ha <sup>-1</sup> )	Parte aérea (g.vaso <sup>-1</sup> )	Raiz (g.vaso <sup>-1</sup> )	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
0,0	3,98 a	2,99 a	694,43 a
0,4	3,81 a	2,18 ab	651,66 a
0,8	3,22 a	2,06 b	631,52 a
1,2	0,45 b	0,22 c	112,77 b

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Duncan.



**Figura 1.** Diferença de tolerância, expressa em biomassa da parte aérea, entre cultivares de soja, ao metribuzin, avaliada aos 30 dias após o plantio.



**Figura 2.** Diferença de tolerância, expressa na biomassa radical, entre cultivares de soja, ao metribuzin, avaliada aos 30 dias após o plantio.

(*Cucumis sativus* L., cv. 'Aodai') e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. 'Santa Cruz Koda', podendo isso ser causado por aumento na absorção e metabolismo do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) por parte da planta. O mecanismo pelo qual aplicações subtóxicas dos herbicidas inibidores da reação de Hill aumentam o crescimento das plantas ainda não está claro, todavia se especula que doses subtóxicas aumentam a síntese proteica à custa dos carboidratos solúveis em água (15). A inibição de 50% do peso da matéria seca da raiz (Figura 2) ocorreu nas doses de 1,00 e 0,72kg i.a ha<sup>-1</sup> de metribuzin, para as variedades 'Uberaba' e 'Alvorada', respectivamente. Observa-se que na variedade 'Alvorada', considerada

sensível ao metribuzin, houve maior redução na matéria seca relativa da raiz quando comparada com a 'Uberaba'.

A inibição de 50% da área foliar (Figura 3) ocorreu nas doses de 1,07 e 0,99 kg i.a.ha<sup>-1</sup> de metribuzin, para as variedades 'Uberaba' e 'Alvorada', respectivamente. Pode-se notar que, até a dose de 0,8 kg i.a.ha<sup>-1</sup> do produto, as plantas da variedade 'Uberaba' apresentaram maior área foliar que a das plantas-testemunha, enquanto a 'Alvorada', na dose de 0,4 kg i.a.ha<sup>-1</sup>, já apresentava menores valores, mostrando ter menor capacidade para metabolizar o metribuzin em compostos não-fitotóxicos, quando comparada com a 'Uberaba'.

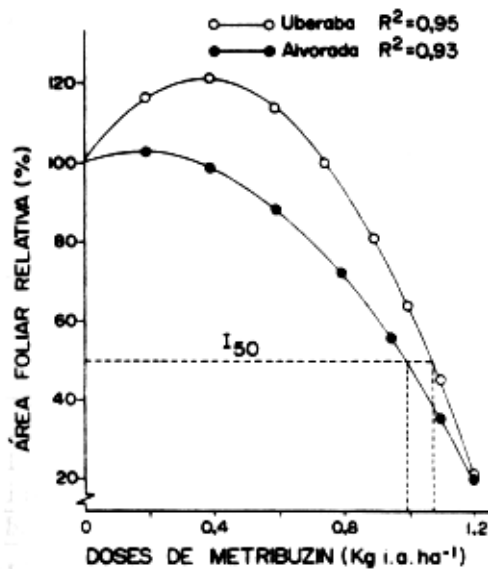


Figura 3. Diferença de tolerância, expressa em área foliar, entre cultivares de soja, ao metribuzin, avaliada aos 30 dias após o plantio.

#### LITERATURA CITADA

- Ackerson, R.C.; Havelka, U.D. & Boyle, M.G. CO<sub>2</sub> - Enrichment effects on soybean physiology. II. Effects of stage - specific CO<sub>2</sub> exposure. *Crop Sci.*, 24: 1150-1154, 1984.
- Aguilar, A.S. Influência do fósforo e do nitrogênio sobre a tolerância do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ao metribuzin e sobre a atividade herbicida deste no solo. Viçosa, UFV, 1979. 56p. (Tese M.S.).
- Blanco, H.G.; Novo, M.C.S.S.; Santos, C.A.L. dos & Chiba, S. Persistência do herbicida metribuzin em solos cultivados com soja. *Pesq. Agron. Bras.*, 18: 1073-1084, 1983.
- Bowes, G.; Ogren, W.L. & Hageman, R.H. Light saturation, photosynthesis rate, RuDP carboxylase activity, and specific leaf weight in soybeans grown under different light intensities. *Crop Sci.*, 12: 77-79, 1972.
- Curtis, P.E.; Ogren, W.L. & Hageman, R.H. Varietal effects in soybean photosynthesis and photorespiration. *Crop Sci.*, 9: 323-327, 1959.
- Dornhoff, G.M. & Shibles, R.M. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.*, 10: 42-45, 1970.
- Fedtke, C. Physiological response of soybean (*Glycine max*) plants to metribuzin. *Weed Sci.*, 27: 192-195, 1979.
- Fehr, W.R. & Caviness, C. E. State of soybean development. Special Report 80. Co-operative Extension Service. Iowa State University, Ames, Iowa, 1977. 11p.
- Hardcastle, H.W. Differences in the tolerance of metribuzin by varieties of soybeans. *Weed Res.*, 14: 181 - 184, 1974.
- Johnston, T.J.; Pendleton, J. W.; Peters, D.B. & HICKS, D.R. Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* L.). *Crop Sci.*, 9: 577-581, 1969.
- Kaiser, P.; Pochon, J.J. & Casini, R. Influence of triazine herbicides on soil mi-

- croorganisms. In: RESIDUE REVIEW; residue of pesticides and other foreign chemicals in foods and feeds. New York, Springer-Verlag, 1970. p.211-233 (Residue Reviews, 32).
12. Moreland, D.E. Mechanisms of action of herbicides. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31:597-638, 1980.
  13. Moshier, L.J. & Russ, O.G. Metribuzin injury in soybeans as influenced by application timing and cultivation. *Agron. J.*, 73: 677-679, 1981.
  14. Patterson, D.T. & Flint, E.P. Comparative water relations, photosynthesis, and growth of soybean (*Glycine max*) and seven associated weed. *Weed Sci.*, 31: 318-323, 1983.
  15. Ries, S.K. Subtoxic effects on plants. In: Audus, L.J. (ed.). *Herbicides physiology, biochemistry and ecology*. New York, Academic Press, 1976. v.2, p. 313-344.
  16. Silva, J.F. da & Warren, G.F. Effect of stage of growth on metribuzin tolerances. *Weed Sci.*, 24: 612-615, 1979.
  17. Sionit, N.; Rogers, H.H.; Singham, G.E. & Strain, B.R. Photosynthesis and stomatal conductance with CO<sub>2</sub> - enrichment of container and field growth soybeans. *Agron. J.*, 76: 447-451, 1984.