

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA SOBRE A EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DA CANA-DE-AÇÚCAR

SILVA, I. P. F.¹; VELINI, E. D.²; GIROTTO, M.¹; ARALDI, R.¹; GOMES, G. L. G. C.¹; TRINDADE, M. L. B.³, CARBONARI, C. A.⁴

¹ Mestrado em Agronomia, FCA/UNESP Botucatu/SP; ilca_pfs@yahoo.com.br

² Professor Adjunto, FCA/UNESP Botucatu/SP; velini@fca.unesp.br

³ Eng. Agr. Dr.^a, Bioativa Pesquisa e Compostos Bioativos Ltda.; mlbtrindade@uol.com.br.

⁴ Eng. Agr. Dr., FCA/UNESP Botucatu/SP; carbonari@fca.unesp.br

Resumo

A produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é diretamente influenciada, entre outros fatores, pela presença de plantas daninhas, as quais, além de dificultarem o corte e a colheita, fazem com que o rendimento industrial decresça, em função da interferência que exercem sobre o desenvolvimento da cultura. Essas perdas podem ser evitadas com o uso dos métodos químicos para o controle das plantas daninhas. Entre as opções de herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar encontram-se oxyfluorfen, s-metolachlor, MSMA dentre outros que apresentam ação em pré e pós-emergência inicial, sendo recomendados para o controle de gramíneas, folhas largas e perenes de difícil controle. O objetivo desse trabalho foi avaliar a seletividade desses herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar SP80 3280, através do monitoramento da taxa do transporte de elétrons no fotossistema II (ETR). As plantas foram submetidas à aplicação de oxyfluorfen, s-metolachlor e MSMA, e após 1, 4, 24, 48, 72 e 96 horas foram realizadas as avaliações do ETR utilizando o fluorômetro portátil Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p. Os valores de ETR foram expressos em porcentagem do valor médio de ETR obtido da testemunha. Quatro horas após a aplicação dos herbicidas ocorreu uma redução de 40, 20 e 13% do ETR das plantas submetidas à aplicação dos herbicidas oxyfluorfen, s-metolachlor e MSMA respectivamente. Após 48 horas da aplicação houve uma recuperação de 25% do ETR para as plantas tratadas com oxyfluorfen, 13% para as tratadas com s-metolachlor e uma redução de 24% no ETR das plantas onde foi aplicado o MSMA. Já para o intervalo de 96 horas após a aplicação dos herbicidas houve uma recuperação completa do ETR das plantas tratadas com o oxyfluorfen, s-metolachlor e MSMA. Para a porcentagem de fitointoxicação houve diferença significativa apenas entre o MSMA e o oxyfluorfen, com valores de 12 e 6% de fitointoxicação respectivamente.

Palavras - chave: oxyfluorfen, s-metolachlor, MSMA, SP803280, seletividade, monitoramento.

Abstract

The productivity of sugarcane, *Saccharum* spp. is directly affected by many factors, the presence of weeds, which, besides preventing the cutting and harvesting make the industrial yield decreases, depending on the interference engaged on the development of culture. These losses can be avoided with the use of chemical control for weed control. Among the options of herbicides registered for controlling weeds in the sugarcane are oxyfluorfen, s-metolachlor, MSMA and others that have action in pre-and post-emergence, depending on the situation, and are recommended in control of grasses and broadleaf evergreen difficult to control. Thus, the study aimed at monitoring the flow of electron transport (ETR) in photosystem II for the sugarcane when subjected to application of herbicides from different mode of action. The study was conducted with a variety of cane sugar SP80 3280 submitted to the application of oxyfluorfen, s-metolachlor and MSMA post-emergence. The monitoring of fluorescence was performed with the portable fluorometer Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p. And the assessments were performed in ETR shares median leaves at intervals of 1, 4, 24, 48, 72 and 96 hours after application. ETR values were expressed as percentage of the average ETR obtained from witnesses. For the interval of four hours after herbicide application was a reduction of 40, 20 and 13% of ETR of plants subjected to oxyfluorfen, s-metolachlor and MSMA respectively. With 48 hours after application there was a recovery of 25% of ETR for the plants treated with oxyfluorfen, 13% for those treated with s-metolachlor and a 24% reduction in ETR plants applied MSMA. As for the range of 96 hours after herbicide application was a complete recovery of ETR of plants treated with oxyfluorfen, s-metolachlor and MSMA. For the percentage of phytotoxicity significant different only between MSMA and oxyfluorfen, with values of 12 and 6% respectively of phytotoxicity.

Key Works: oxyfluorfen, s-metolachlor, MSMA, SP803280, selectivity, monitoring.

Introdução

A produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), é diretamente influenciada, entre outros fatores, pela presença de plantas daninhas, as quais, além de dificultarem o corte e a colheita, fazem com que o rendimento industrial decresça, em função da interferência que exercem sobre o desenvolvimento da cultura. Essas perdas podem ser evitadas com o emprego do controle químico, que é o método mais utilizado, uma vez que, além de ser uma lavoura tecnificada e mecanizada, as áreas de cultivo são muito extensas (Pitelli, 1985).

Na cana-de-açúcar a seletividade dos herbicidas utilizados depende de fatores relacionados ao posicionamento do herbicida no solo, a absorção foliar e a degradação do herbicida pela cultura. Em relação aos herbicidas aplicados na superfície foliar ou solo, as variedades comerciais de cana-de-açúcar podem comportar-se de maneira diferente (Victoria Filho e Christoffoleti, 2004).

A seletividade é definida como o uso de um herbicida, ou mistura deles, para o controle satisfatório de determinadas plantas daninhas sem danificar a cultura (Oliveira, 2001). O principal meio de seletividade é o metabolismo diferencial do herbicida pela cultura e pela planta daninha. O tipo de metabolismo varia significativamente entre as diferentes combinações de cultura-herbicida, assim, é impossível fazer uma correlação simples de como cada classe de herbicida é metabolizado em cana-de-açúcar (Carvalho, 2004).

Entre as diversas opções de herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pode-se destacar o oxyfluorfen, s-metolachlor, MSMA, dentre outros. A maioria desses herbicidas apresenta ação em pré e pós-emergência inicial, dependendo da situação, sendo recomendados no controle de gramíneas, folhas largas e perenes de difícil controle (Procópio, et al., 2004).

Na presença do oxyfluorfen nas plantas, ocorre a inibição competitiva da Protox, o que resulta em acúmulo de protoporfirinogênio-IX no cloroplasto (Camargo et al., 1991). A Protox está presente na rota de síntese da clorofila e citocromos. Esta rota metabólica também é chamada rota de síntese de porfirinas ou de tetrapirroles. As partes das plantas atingidas pelo oxyfluorfen morrem em dois ou três dias, sendo que os primeiros sintomas aparecem como manchas verde-escuras nas folhas, que progridem para necrose (Rizzarda et al., 2004).

O s-metolachlor é um herbicida utilizado em cana-de-açúcar que inibe a divisão celular, e a biossíntese de diversos componentes da planta tais como lipídios, proteínas, isoprenóides e flavonóides. A cana-de-açúcar apresenta uma boa tolerância ao s-metolachlor mesmo depois de germinada, em qualquer estágio de desenvolvimento (Rodrigues e Almeida, 2005).

O MSMA pertence ao grupo químico dos arsenais orgânicos, seu nome químico é metanoarseniato ácido monossódico. O mecanismo de ação não é bem conhecido. Supõe-se que o produto ocasiona um aumento na concentração dos aminoácidos e/ou utilização acelerada do amido nos órgãos de reserva. Durigan, et al. (2004) trabalhando com MSMA em pós-emergência da cultivar RB80 6043 verificou a formação de manchas necróticas nos locais onde o herbicida atingiu as folhas de cana-de-açúcar. Braz et al. (1997) verificaram alta seletividade do herbicida MSMA (2,4 kg ha⁻¹) às plantas de cana-de-açúcar, variedades SP 8014842 e SP 791011. Para a variedade NA 56-79, Braz e Durigan (1992) observaram, para os herbicidas MSMA, diuron e ametrine, aplicados isoladamente e em mistura, sintomas muito leves de fitointoxicação, até os 30 dias após a aplicação.

Uma das maneiras de verificar rapidamente a intoxicação de cultivares de cana-de-açúcar por herbicidas é através de medidas da taxa de transporte de elétrons no fotossistema II, quanto menor a taxa, mais comprometida está à fase inicial da fotossíntese nos cloroplastos das plantas.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a seletividade desses herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar SP803280, através do monitoramento da taxa do transporte de elétrons no fotossistema II (ETR).

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu-SP. O trabalho foi conduzido com a cultivar de cana-de-açúcar SP80 3280. As gemas foram plantadas em vasos de 12 litros, colocando-se três gemas por vaso. Utilizou-se solo de textura média, previamente adubado de acordo com o resultado da análise de solo, a fim de atender às necessidades nutricionais das plantas.

A aplicação dos herbicidas MSMA, oxyfluorfen e s-metolachlor de forma isolada nas doses de 2,0; 3,0 e 1,5 L ha⁻¹ respectivamente, e com adição de 0,2% de surfactante na calda, foi realizada nas plantas no estágio de três folhas. Para a pulverização foi utilizado um simulador de aplicação localizado no NUPAM, com barra de pulverização constituída por quatro pontas de pulverização XR

11002 vs, espaçadas entre si em 0,5 m e posicionadas a 0,5 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Para a pulverização dos herbicidas, o sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 3,6 Km.h⁻¹, com consumo de calda correspondente a 200 L.ha⁻¹. O equipamento foi operado com pressão constante de 1,5 bar pressurizado por ar comprimido.

O monitoramento da eficiência fotossintética foi realizado com fluorômetro portátil Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p. Foi utilizado o Protocolo Yield para leitura da taxa de transporte de elétrons (ETR) ajustado com um PAR (radiação fotossinteticamente ativa) de 500 μMols elétrons.m⁻² s⁻¹. As avaliações do ETR foram realizadas na parte mediana das folhas nos intervalos de 1, 4, 24, 48, 72 e 96 horas após a aplicação. Foram avaliadas duas folhas por planta. Os valores de ETR foram expressos em porcentagem do valor médio do ETR obtido da testemunha.

Aos sete dias após a aplicação foi realizada a avaliação visual da porcentagem de fitointoxicação das plantas tratadas em relação à testemunha. Ao final do ensaio foi coletada a parte aérea das plantas, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar por um período de 72 horas a 40°C, para posterior pesagem e quantificação da massa seca.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo uma cultivar de cana-de-açúcar e três herbicidas. Foi realizada análise de variância e a comparação das médias através do teste t a 5 % de significância.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 observa-se o comportamento da taxa de transporte de elétrons (ETR) em relação ao tempo, em horas, para a cultivar de cana-de-açúcar SP80 3280 submetida a aplicação dos herbicidas MSMA, oxyfluorfen e s-metolachlor em pós-emergência.

Para o intervalo de quatro horas após a aplicação dos herbicidas, apenas, o oxyfluorfen diferiu significativamente dos demais tratamentos com uma redução de 40% do ETR, enquanto que o s-metolachlor e o MSMA reduziram respectivamente 20 e 13% do ETR em relação à testemunha.

No intervalo de 48 horas após a aplicação, apenas o s-metolachlor diferiu dos demais herbicidas, com 7% de redução do ETR. Já o oxyfluorfen e o MSMA reduziram cerca de 15% do ETR. Já para o intervalo de 96 horas após a aplicação dos herbicidas houve uma recuperação completa do ETR das plantas tratadas com os três herbicidas testados.

Os herbicidas estudados apresentam diferentes mecanismos de ação, tais como inibidores da protox (oxyfluorfen), da divisão celular (s-metolachlor) e o MSMA. Não foi utilizado herbicida representante da classe dos inibidores do fotossistema II, mesmo assim a eficiência fotossintética foi afetada e o método pode ser utilizado para detecção precoce de fitointoxicação.

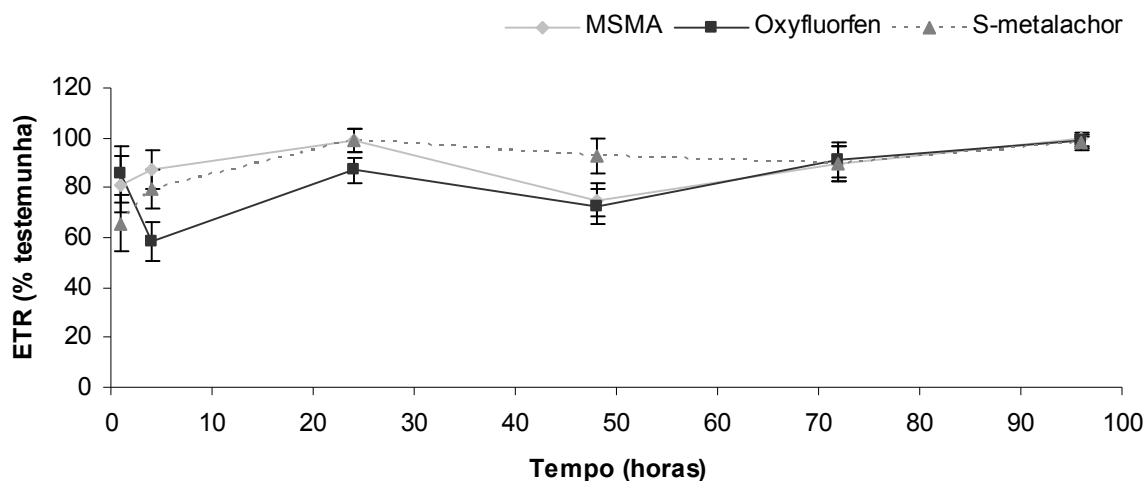


Figura 1. Relação da taxa de transporte de elétrons (ETR) com o tempo para a cultivar de cana-de-açúcar, SP80 3280, submetida à aplicação dos herbicidas MSMA, oxyfluorfen e s-metolachlor. Botucatu/SP-2010.

Nas Figuras 2 e 3 apresentam-se os dados de massa seca e fitointoxicação, respectivamente, aos sete dias após aplicação dos herbicidas, evidenciando que a cana-de-açúcar cultivar SP80 3280 foi pouco afetada pela aplicação dos herbicidas.

Em relação à massa seca, (Figura 2) não houve diferença significativa entre os herbicidas avaliados. Sendo de 80, 67 e 66% da massa seca em relação à testemunha para oxyfluorfen, s-metolachlor e MSMA respectivamente.

Para a porcentagem de fitointoxicação, (Figura 3), houve diferença significativa apenas entre o MSMA e o oxyfluorfen, com valores de 12 e 6% de fitointoxicação, respectivamente. O s-metolachlor não diferiu dos demais tratamentos mantendo uma porcentagem de 9% de fitointoxicação na cultura aos sete dias após a aplicação. Durigan et al. (2004) trabalhando com MSMA em pós-emergência na cultivar (RB80 6043) verificou a formação de manchas necróticas nos locais onde o herbicida atingiu as folhas de cana-de-açúcar, detectadas desde os sete dias após a aplicação, a recuperação das plantas foi gradual com a emissão de folhas novas.

Braz e Durigan (1992) observaram para os herbicidas MSMA, diuron e ametrine, aplicados isoladamente e em mistura, sintomas muito leves de fitotoxicidade, até os 30 dias após a aplicação.

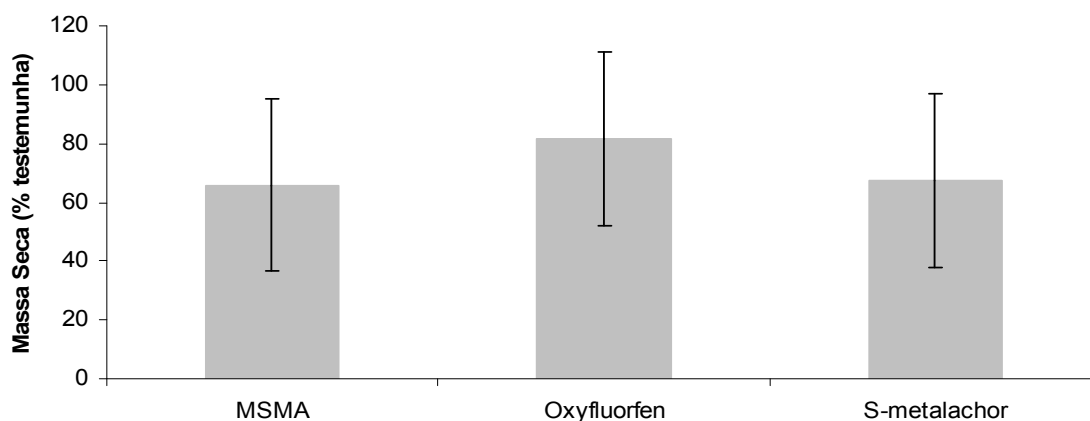


Figura 2. Massa Seca, em porcentagem da testemunha, da cultivar SP80 3280 aos sete dias após a aplicação dos herbicidas MSMA, oxyfluorfen e s-metolachlor. Botucatu/SP-2010.

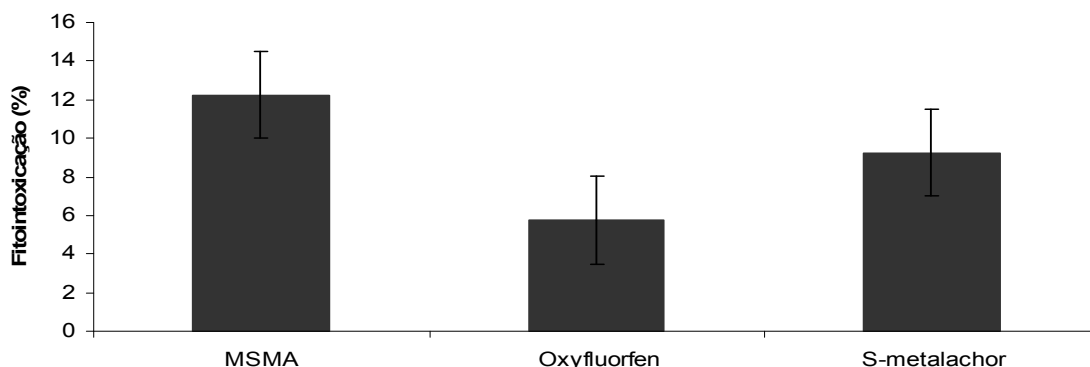


Figura 3. Porcentagem de fitointoxicação da cultivar SP80 3280 em porcentagem da testemunha, aos sete dias após a aplicação dos herbicidas MSMA, oxyfluorfen e s-metolachlor. Botucatu/SP-2010.

Herbicidas com diferentes mecanismos de ação afetaram a eficiência fotossintética de a cana-de-açúcar cultivar SP80 3280 nas primeiras avaliações. A avaliação do ETR pode ser usada para detectar precocemente a intoxicação de plantas por herbicidas.

Literatura Citada

BRAZ, B.A., DURIGAN, J.C. Eficiência biológica de herbicidas aplicados em pós-emergência isolados ou em misturas, para o controle de *Brachiaria decumbens* Stapf, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) **STAB**, v. 10, n. 5, p. 15-23, 1992.

BRAZ, B.A. et al. Comportamento de flazasulfurom e de MSMA em dois locais no controle de tiririca e intoxicação às plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambú: SBCPD, 1997. p.244.

CAMARGO, J.M.; MATRINGE, M.; SCALLA, R.; LABBE, P. Kinetic studies on protoporphyrinogen oxidase inhibition by diphenyl ether herbicides. **Biochemical Journal**, v.277, p.17-21, 1991.

CARVALHO, J.C. Mecanismo de ação dos herbicidas e sua relação com a resistência a herbicidas. In: CHRISTOFFOLETI, P.J.; OVEJERO, R.F.L.; CARVALHO, J.C. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2 ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos herbicidas, 2004, p.22-44.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, G.J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, p.127-135, 2004.

OLIVEIRA, M.F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001, p.207-260.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

RIZZARDI, M.A.; VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; KISSMANN, K. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.105-144.

RODRIGUES, N.R.; ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. 5. ed. Londrina, 2005.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana-de-açúcar. **Visão Agrícola**, n.1, p.32-37, 2004.