

AValiação DA EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA DE *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* E *Digitaria* sp. SUBMETIDAS AO HERBICIDA AMICARBAZONE.

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

¹ Mestrado em Agronomia da FCA/UNESP - Botucatu/SP. araldi@fca.unesp.br

² Professor Adjunto da FCA/UNESP - Botucatu/SP. velini@fca.unesp.br

³ Engenheira Agrônoma da Bioativa - Botucatu/SP. mlbtrindade@uol.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo da FCA/UNESP - Botucatu/SP. carbonari@fca.unesp.br

Resumo

Entre as diversas opções de herbicidas registrados para a cultura da cana-de-açúcar encontra-se o amicarbazone, pertencente ao grupo químico das triazolinonas, que apresenta ação em pré e pós-emergência inicial. O mecanismo de ação principal do amicarbazone é a inibição da fotossíntese das plantas, atuando na reação de Hill, inibindo o transporte de elétrons e paralisando a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais ao crescimento das plantas. Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar a taxa de transporte de elétrons (ETR) no fotossistema II para a *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. submetidas ao amicarbazone em diferentes concentrações. As mesmas foram imersas em soluções contendo 0,250 e 0,500 ppm de amicarbazone e foram mantidas em câmara climatizada. O monitoramento da fluorescência foi realizado com o fluorômetro nos intervalos de 1, 4, 24, 48, 120 e 144 horas após o contato do sistema radicular das plantas com o amicarbazone. Os valores de ETR foram expressos em porcentagem da testemunha e correlacionados com o consumo de água das plantas. Para o intervalo de quatro horas após a aplicação do amicarbazone na concentração de 0,250 ppm os valores de ETR sofreram redução de 42, 13 e 55% de ETR para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp respectivamente. Em 24 horas após aplicação a redução foi de 76, 51 e 82% respectivamente para *I. grandifolia*, *B. decumbens* e *Digitaria* sp. Já no intervalo de 120 horas após a aplicação obteve-se quase a inibição total do transporte de elétrons. Quanto ao consumo de água não houve diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, destacando a *Digitaria* sp com menor consumo. Para a concentração de 0,500 ppm ocorreu o mesmo comportamento do ETR para as espécies com uma maior velocidade na redução do ETR. Destacando assim, a agilidade na detecção da inibição da fotossíntese das plantas daninhas com o uso do fluorômetro.

Palavras-chave: amicarbazone, braquiária, corda-de-violão, capim-colchão, fluorescência, fluorômetro

Abstract

Among the various options of herbicides registered for the cultivation of sugarcane is amicarbazone, belonging to the chemical triazolinone, featuring action in pre-and post-emergence. The main mechanism of action of amicarbazone is the inhibition of photosynthesis of plants, working on the Hill reaction, inhibiting the electron transport and paralyzing CO₂ fixation and production of ATP and NADPH₂, which are essential for plant growth. The study aimed to evaluate the transport rate (ETR) in photosystem II for *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* and *Digitaria* sp submitted to amicarbazone in different concentrations. They were immersed in solutions containing 0,250 and 0,500 ppm amicarbazone and were kept in an incubator. The monitoring of fluorescence was performed with the fluorometer in intervals of 1, 4, 24, 48, 120 and 144 hours after contact of the root system of plants amicarbazone. ETR values were expressed as percentage of control and correlated with the consumption of water plants. For the interval of four hours after application of amicarbazone in 0,250 ppm ETR values were reduced to 42, 13 and 55% of ETR for *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* and *Digitaria* sp respectively. Within 24 hours after applying the reduction was 76, 51 and 82% respectively for *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* and *Digitaria* sp. In the interval of 120 hours after the application received almost the inhibition of electron transport. The water consumption was no significant difference between treatments highlighting the *Digitaria* sp with lower consumption. And for the concentration of 0,500 ppm, the same behavior of ETR for the species with a faster reduction in the ETR. Thus underscoring, the speed of detection of inhibition in weed using the fluorometer.

Key words: amicarbazone, grass, rope-glory, crabgrass, fluorescence, fluorometer

Introdução

Entre as diversas opções de herbicidas registrados para a cultura da cana-de-açúcar encontra-se o amicarbazone, pertencente ao grupo químico das triazolinonas, que apresentam ação em pré e pós-emergência inicial. Além disso, pode apresentar efeito residual de controle nos solos superior a 120 dias (Procópio et al., 2004). O amicarbazone também pode ser aplicado em combinação com outros herbicidas para ampliar o espectro e eficiência de controle (Philbrook et al., 1999). Por exemplo, misturas de trifloxysulfuron, ametryn e amicarbazone promovem um amplo controle das plantas daninhas sem causar injúrias na cana-de-açúcar com uma atividade residual acima de quatro meses após a aplicação (Seerutun et al., 2008).

Quando aplicado em pré-emergência o amicarbazone é absorvido pelas raízes e se transloca via xilema, pelo fluxo de transpiração. Segundo Senseman (2007), o mecanismo de ação principal do amicarbazone é a inibição da fotossíntese das plantas, atuando na reação de Hill (fotossistema II), inibindo o transporte de elétrons e paralisando a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais ao crescimento das plantas. A morte das plantas, entretanto, pode ocorrer devido a outros processos, como a peroxidação de lipídios e proteínas, promovendo a destruição das membranas e perda de clorofila. A aplicação deste herbicida em plantas sensíveis causa a redução do crescimento, clorose e necrose dos tecidos das folhas, podendo levar a morte da planta. Entretanto, há poucos dados disponíveis em relação ao efeito do amicarbazone na eficiência fotossintética do fotossistema II nos cloroplastos das plantas daninhas.

Em um trabalho desenvolvido por Franck et al. (2009) foi monitorado o transporte de elétrons no fotossistema II em plantas de Milho, *Digitaria* sp. e *Abrutylon theophrasti* quando submetidas à aplicação de amicarbazone. A taxa de transporte de elétrons (ETR) para *Digitaria* sp. e *Abrutylon theophrasti* foi completamente inibida com oito horas após a aplicação do herbicida, enquanto o milho manteve uma redução de aproximadamente 70% do ETR fotossintético com 24 horas após a aplicação do herbicida, sendo o milho mais tolerante ao amicarbazone quando comparado às plantas daninhas.

Negrisoni et al. (2007) trabalhando com amicarbazone no controle de *Ipomoea grandifolia* em cana-de-açúcar colhida mecanicamente identificou sintomas de intoxicação aos sete dias após a aplicação. Toledo et al. (2009) também aos sete dias após a aplicação de amicarbazone em plantas daninhas obteve um controle de 17,5% para *Ipomoea grandifolia* e de 5% para *Brachiaria decumbens*. A maior sensibilidade do amicarbazone para *Ipomoea grandifolia* quando comparada a *Brachiaria decumbens* foi encontrado por Negrisoni et al. (2007).

Gomes et al. (2009) monitoraram o consumo de água em *Ipomoea grandifolia* submetidas às concentrações de 0,40, 0,80, 0,160 e 0,240 ppm de amicarbazone em solução. A partir de 0,80 ppm de amicarbazone em solução a *Ipomoea grandifolia* se apresentou bastante sensível. Com 0,160 ppm as plantas de *I. grandifolia* apresentaram redução no consumo de água. Dessa forma, o conhecimento do volume de água utilizado no processo transpiratório das plantas pode ser importante para justificar a maior ou menor eficiência na porcentagem de controle entre as plantas daninhas.

Uma das maneiras de verificar a eficiência imediata dos herbicidas, principalmente dos inibidores do fotossistema II, no controle de plantas daninhas é através do fluorômetro. Com o aparelho é possível registrar a fluorescência que o aparato fotossintético da planta emite durante a fase inicial da fotossíntese nos cloroplastos, relacionado indiretamente com funcionamento adequado da planta. A taxa de transporte de elétrons (ETR) é um dos parâmetros fornecido pelo aparelho que permite avaliar o comportamento da eficiência fotossintética das plantas após a aplicação de herbicidas.

Dessa forma, o trabalho teve como objetivou avaliar a taxa de transporte de elétrons no fotossistema II de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. submetidas ao amicarbazone em diferentes concentrações.

Material e métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, campus de Botucatu-SP. O trabalho foi conduzido com as espécies daninhas *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp.

As plantas daninhas foram cultivadas em substrato e 30 dias após o plantio as mesmas foram retiradas do tubete cuidadosamente e tiveram suas raízes lavadas. Na seqüência as plantas foram imersas em soluções contendo duas concentrações de amicarbazone. As concentrações foram selecionadas com base nas informações obtidas nos estudos de técnica de aplicação e movimentação de amicarbazone no solo. A primeira dose foi de 0,250 ppm de amicarbazone na solução e a segunda aplicação foi com o dobro da dose recomendada 0,500 ppm de amicarbazone. Também foi mantida uma testemunha com imersão em água.

As plantas foram colocadas em solução com herbicidas em tubos falcon de 50 ml. Tiveram as superfícies dos recipientes isoladas com papel alumínio para evitar a evaporação e garantir que a única saída de água do sistema fosse pela transpiração. Foram conduzidos frascos apenas com água e papel alumínio para registrar a evaporação mínima ocorrida no local. As mesmas foram mantidas em câmara climatizada com condições controladas de temperatura e umidade relativa.

O monitoramento da eficiência fotossintética foi realizada com o 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 $\mu\text{Mols elétrons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. As avaliações do ETR foram realizadas na parte mediana das folhas de cana-de-açúcar nos intervalos de 1, 4, 24, 48, 120 e 144 horas após o contato do sistema radicular das plantas daninhas com o amicarbazone. Foram avaliadas duas folhas por planta. Os valores de ETR foram expressos em porcentagem do valor médio de ETR obtido da testemunha.

Os dados de ETR foram associados às informações sobre consumo de água, verificado diariamente através da pesagem. O total da transpiração foi estimado pela redução do peso de cada falcon nos intervalos monitorados. Ao final do ensaio, foi mensurada a área foliar de cada planta de acordo com a metodologia de Kinoshita et al., (2008) para calcular o consumo de água em cm^3 por cm^2 de planta.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo três plantas daninhas e duas concentrações de amicarbazone. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 1% de probabilidade e a comparação das médias foi realizada 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 intervalo de tempo, em horas, para as espécies *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. submetidas para a solução com concentração de 0,250 ppm de amicarbazone. Houve diferença significativa para a *Brachiaria decumbens* no intervalo de quatro a 120 horas após a aplicação, sendo a espécie com maiores valores de ETR, o que indica uma menor sensibilidade desta espécie ao amicarbazone.

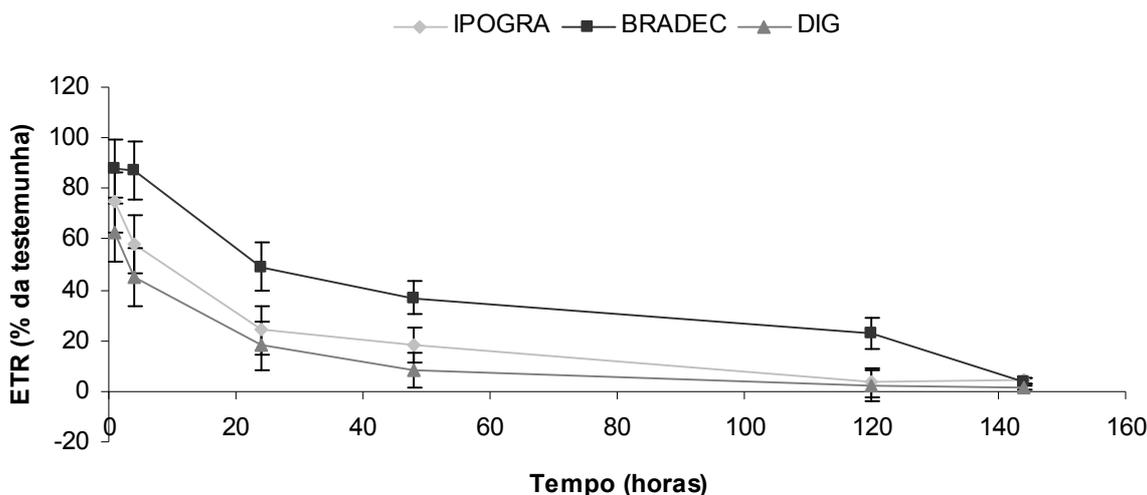


Figura 1. Relação da taxa de transporte de elétrons (ETR) com o tempo para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. submetidas à concentração de 0,250 ppm de amicarbazone. Botucatu/SP-2010.

Para o intervalo de quatro horas após a aplicação dos tratamentos, na concentração de 0,250 ppm de amicarbazone os valores de ETR sofreram redução de 42, 13 e 55% de ETR para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. respectivamente. Franck et al. (2009) trabalhando com *Digitaria* sp. em solução de amicarbazone conseguiu inibição do ETR em oito horas após a aplicação do herbicida.

Em 24 horas após aplicação do amicarbazone, a redução foi de 76, 51 e 82% respectivamente para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. Nesse intervalo, a *Ipomoea grandifolia* e *Digitaria* sp. reduziram o ETR respectivamente 25% e 31% a mais em relação a *Brachiaria decumbens*, sendo a *Brachiaria decumbens* mais tolerante ao amicarbazone quando comparada com a *Ipomoea grandifolia* e *Digitaria* sp. De acordo com Carbonari (2009) e Negrisoni et al. (2007) a *Ipomoea grandifolia* apresentou-se mais sensível ao amicarbazone quando comparado com a *Brachiaria decumbens*.

No intervalo de 120 horas após a aplicação obteve-se quase a inibição total do transporte de elétrons, com uma redução do ETR para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. de 97, 77 e 98% respectivamente em relação a testemunha.

Quanto ao consumo de água pelas plantas nos tratamentos não houve diferença significativa. No entanto, a *Digitaria* sp. apresentou uma tendência de menor consumo para o período avaliado.

Na Figura 2 verifica-se o comportamento da taxa de transporte de elétrons (ETR) em relação ao intervalo de tempo, em horas, para as espécies *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. submetidas à concentração de 0,500 ppm de amicarbazone em solução. Novamente ocorreu diferença significativa para a *Brachiaria decumbens* do intervalo de quatro a 48 horas após a aplicação em relação aos outros tratamentos.

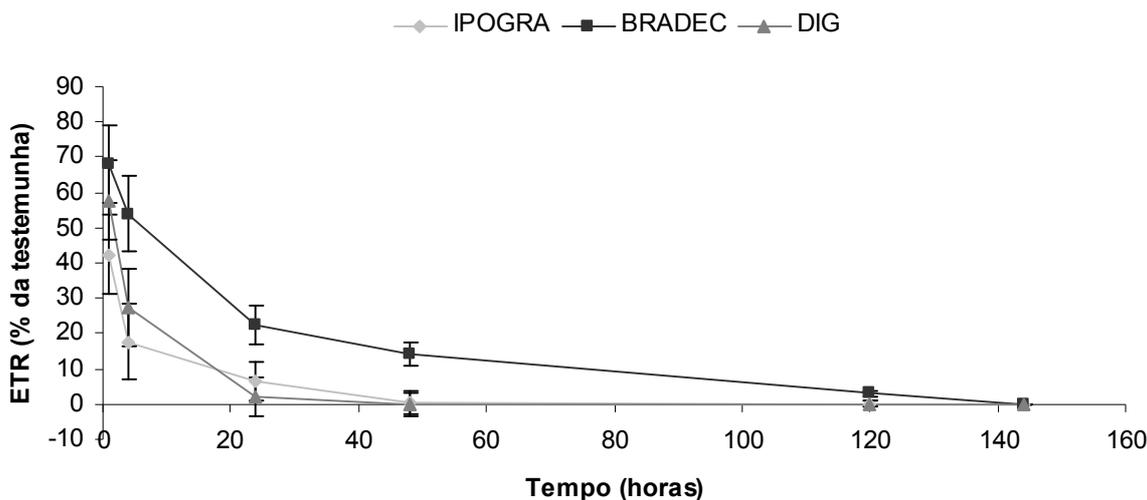


Figura 2. Relação da taxa de transporte de elétrons (ETR) com o tempo para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. submetidas à concentração de 0,500 ppm de amicarbazone. Botucatu/SP-2010.

No intervalo de quatro horas após a aplicação do amicarbazone na concentração de 0,500 ppm houve uma redução do ETR de 83, 46 e 73% para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp respectivamente. Numa porcentagem de redução de 41, 33 e 13% a mais em relação a concentração de 0,250 ppm para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. no mesmo período monitorado.

Em 24 horas após a aplicação do amicarbazone ocorreu quase a inibição do ETR com 94, 88 e 98% de redução do ETR em relação à testemunha para *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Digitaria* sp. respectivamente, registrando assim, uma baixa eficiência fotossintética das plantas com poucas horas após a aplicação do herbicida. E quanto ao consumo de água houve diferença significativa apenas para *Digitaria* sp. no intervalo de 96 horas após a aplicação com um consumo de 42% do consumo da testemunha enquanto a *Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria decumbens* apresentaram consumo de 82 e 72% da testemunha. Isso talvez seja justificado pela *Digitaria* sp. ter diminuído mais rapidamente o transporte de elétrons da fotossíntese e

conseqüentemente afetado todo metabolismo da planta, principalmente os mecanismos de fechamento estomático.

Em síntese, pode-se verificar que com poucas horas após a aplicação do amicarbazone em solução a eficiência fotossintética foi reduzida para as plantas daninhas, detectando precocemente a intoxicação das plantas pelo herbicida. E as espécies *Digitaria* sp. e *Ipomoea grandifolia* apresentaram maior sensibilidade ao amicarbazone.

Literatura citada

CARBONARI, C. A. **Efeito da palha na disponibilidade do herbicida amicarbazone na solução do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar**. Botucatu, 2009. Tese (Doutorado) –I Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

FRANCK, E.D.; TRINDADE, M.L.B.; VELINI, E.D. Amicarbazone, a new photosystem II inhibitor. **Weed Science**, v.57, p.579-583, 2009.

GOMES, G.L.G.C.; CARBONARI, C.A.; ARALDI, R. **Monitoramento do consumo de água de *Ipomoea grandifolia* após a aplicação de amicarbazone**. In: I SIMPROT. Simpósio em Proteção de Plantas. Botucatu-SP, 2009.

KINOSHITA, I.; SANBE, A.; YOKOMURA, E.I. Difference in light-induced increase in ploidy level and cell size between adaxial and abaxial epidermal pavement cells of *Phaseolus vulgaris* primary leaves. **J. Exp. Bot.**, v.59, p.1419–1430, 2008.

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D.; CAVENAGHI, A.L.; COSTA, E.A.D.; TOLEDO, R.E.B. 2007. Weed control by amicarbazone applied in the presence of sugar-cane straw. **Planta Daninha**, v.25, p.603–611, 2007.

PHILBROOK, B. D., KREMER, M.; MUELLER, K.H.; DEEGE, R. BAY MKH 3586—a new herbicide for broad spectrum weed control in corn (maize) and sugar cane. **Brighton Conference. Weeds**, v.1, p.29–34, 1999.

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.

SEERUTTUN, S.; BARBE, C.; GAUNGOO, A. New herbicide tank-mix, Krismat + Dinamic: a cost-effective broad-spectrum pre- & post-emergence treatment for managing weeds in sugarcane. **Sugar Cane Internat.**, v.26, p.18–21, 2008.

SENSEMAN, S. A. **Herbicide Handbook**. Lawrence, KS: Weed Science Society of America, 2007.

TOLEDO, R.E.B. et al. Performance do herbicida Dianamic (amicarbazone) em área de cana soca infestada com *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro. **Anais...** Gramado: SBCPD, 2004, p.156.