

VELOCIDADE DE ABSORÇÃO DO GLUFOSINATE DE AMÔNIO E SEUS EFEITOS EM *Ipomoea grandifolia*.

FREITAS E SILVA, I. P. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – ilca_pfs@yahoo.com.br), CARBONARI, C. A. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – carbonari@fca.unesp.br), VELINI, E. D. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – velini@fca.unesp.br), SILVA JUNIOR, J. F. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – Josué_ferreira@hotmail.com), TROPALDI, L. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – ltropaldi@gmail.com), GOMES, G. G. L. C. (FCA – UNESP, Botucatu/SP – gigi.gomes@uol.com.br)

RESUMO: O glufosinate é um herbicida derivado do fosfotricina, uma toxina microbiana natural isolada a partir de duas espécies de fungos do gênero *Streptomyces*. O mecanismo de ação é a inibição direta da enzima glutamina sintetase, que resulta no aumento da concentração de amônio, sendo tóxico para as células. O objetivo deste estudo foi avaliar a velocidade de absorção do glufosinate de amônio e seus efeitos em *I. grandifolia*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e foram testados cinco períodos sem a ocorrência de chuvas (1; 3; 6; 24 e 48 horas após aplicação) e mantido um tratamento testemunha, sem aplicação, todos com quatro repetições. Foram realizadas coletas das plantas aos dois dias após aplicação para a quantificação do teor de amônia, glutamato, glutamina e glufosinate. Também foram realizadas avaliações da intoxicação visual das plantas. Houve incremento na absorção do glufosinate de amônio até os períodos de 48 horas. Apesar do aumento nos teores de glufosinate nos maiores períodos sem chuva, observou-se elevados teores de amônio e reduções nos teores de glutamato mesmo nos períodos entre 1 e 6 horas sem a ocorrência de chuvas. As menores reduções nos níveis de glutamina foram nos períodos até 24 horas sem chuva. Ocorreu intoxicação severa a partir do período de três horas sem a ocorrência de chuvas.

Palavras-chave: Fitotoxicidade, modo de ação, amônio, glutamato e glutamina

INTRODUÇÃO

Glufosinate é um herbicida derivado de fosfotricina (PPT), sendo um composto produzido por alguns microrganismos, cuja propriedade antibiótica e herbicida foram descobertas (DROGE-LASER et al., 1994) e a partir de então passou-se a ser sintetizado como herbicida (MANDERSCHIED e WILD, 1986). É um herbicida utilizado em sistemas de plantio direto e em áreas não agrícolas. Glufosinate é conhecido por ser uma opção segura e eficaz no controle das plantas daninhas, particularmente no final da emergência das

mesmas. A limitação do uso em culturas está no fato de não ser seletivo.

O modo de ação desse herbicida é inibir a atividade da glutamina sintetase, enzima que converte o glutamato e amônia em glutamina (LOGUSCH et al., 1991). A glutamina sintetase é a enzima inicial na rota que converte nitrogênio inorgânico em compostos orgânicos. A inibição da atividade da glutamina sintetase leva ao acúmulo rápido de altos níveis de amônia, o que, por sua vez, leva à destruição das células (SENSEMAN, 2007). Assim, incremento de amônio tem sido utilizado como um indicador para o desempenho do glufosinate (PETERSEN e HURLE 2001; PORNPROM et al., 2000).

Segundo Kumaratilake et al., (2002), a absorção ocorre nas primeiras 24 horas após o tratamento com glufosinate de amônio para as espécies de *Lolium rigidum* e *Avena sterilis*. Rodrigues e Almeida (2011) citam a necessidade de um período de seis horas sem a ocorrência de chuva depois da aplicação para um melhor desempenho desse herbicida. Portanto verificar a quantidade de horas sem chuva após a aplicação do glufosinate se faz necessária para tornar o controle de plantas daninhas mais sustentável. Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a velocidade de absorção do glufosinate e seus efeitos em *I. grandifolia*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com temperatura média de 15 a 28°C e umidade relativa de 70 a 90% no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia - NuPAM, pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu/SP.

Foram utilizados vasos com capacidade de cinco litros, preenchidos com substrato Tropstrato HT Hortaliças, onde foram cultivadas dez plantas de *I. grandifolia*. O experimento foi instalado com delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos constaram da aplicação do herbicida glufosinate de amônio (2,0 L p.c. ha⁻¹) com cinco períodos sem a ocorrência de chuvas: 1; 3; 6; 24 e 48 h após aplicação e uma testemunha sem aplicação. As plantas para as análises laboratoriais foram coletadas com 2 dias após aplicação. As variáveis analisadas foram teor de amônia, teor dos compostos pertencentes a rota metabólica de ação do glufosinate (glutamato e glutamina) e teor de glufosinate e sintomas de intoxicação. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador estacionário equipado com uma barra constituída por quatro pontas XR 110.02 operado com velocidade de 1 m s⁻¹ com consumo de calda de 200 L ha⁻¹ e pressão constante de 1,5 bar. O mesmo equipamento foi utilizado para a simulação das chuvas de 40 mm em cada um dos tratamentos.

A análise para quantificação da amônia foi realizada segundo protocolo de Petersen e Hurle (2000). Para as quantificações dos compostos glutamato, glutamina e glufosinate foi

utilizado um sistema LC-MS/MS conforme descrito por Barberis (2012). As avaliações de intoxicação foram realizadas visualmente por meio de uma escala percentual de notas onde “0” representa nenhum efeito e “100” a morte das plantas aos 3, 6, 8 e 10 dias após a aplicação (DAA) de glufosinate de amônio.

Para análise dos resultados da quantificação da amônia, glutamato, glutamina glufosinate e para os resultados da intoxicação das plantas, foram realizadas análises de regressão por meio do programa Sigma Plot, versão 11, ajustando-se os modelos mais adequados a cada variável analisada. Também foi estabelecido o intervalo e confiança para as médias dos diferentes tratamentos, pelo teste t a 5% de probabilidade utilizando-se a equação $IC = (t \times desvpad) / \text{raiz nr}$, onde: IC = intervalo de confiança; t = valor de t tabelado, ao nível de 10% de probabilidade; desvpad = desvio padrão; raiz nr = raiz quadrada do número de repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de glufosinate absorvido pelas plantas de *I. grandifolia* foi crescente até 48 horas após a aplicação e sem a simulação de chuva. A concentração de amônia estabilizou com aproximadamente 2 a 5 horas sem chuva, apesar do aumento do herbicida absorvido a partir desses períodos. O maior acúmulo de amônia demonstra que as quantidades do herbicida absorvido nas primeiras horas após a aplicação foram capazes de promover elevados teores deste composto nas plantas, que indica maiores níveis de intoxicação. A redução de glutamato em 1 h sem chuva foi de 68%, chegando a 76% de redução com 6 horas sem chuva, demonstrando a intensa intoxicação causada por esses herbicidas com poucas horas sem chuva. Os menores níveis de glutamina foram observados com aproximadamente 10 horas sem chuva (Figura 1).

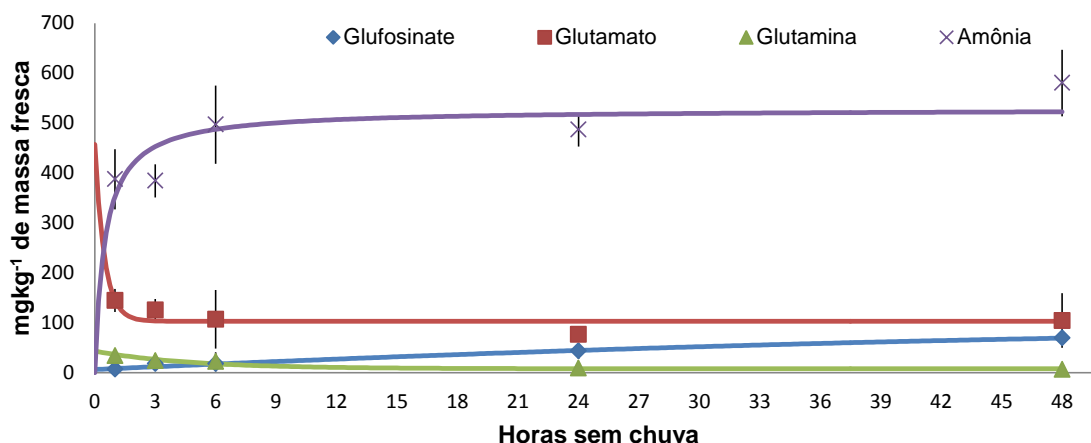


Figura 1. Concentração de glufosinate, glutamato, glutamina e amônia (mgkg^{-1} de massa fresca) nas plantas de *I. grandifolia* para os períodos 1, 3, 6, 24 e 48 horas sem chuva aos dois dias após aplicação (DAA). As barras indicam o intervalo de confiança. Botucatu, 2012

A inibição da glutamina sintetase, pela intoxicação do glufosinate, gera uma diminuição da glutamina, inibição da biossíntese de aminoácidos e acúmulo de amônia nas plantas (HESS, 2000). Sob aplicação de 1,02mM de glufosinate, a atividade da glutamina sintetase nas cultivares de arroz TNG 67, FSK e R11-2 diminuiu drasticamente dentro de 6 horas após o tratamento (TSAI et al., 2006). Em *Amaranthus palmeri* S.Wats., 80% da atividade da glutamina sintetase foi inibida pelo glufosinate entre 6 e 24 horas após o tratamento herbicida (COETZER e AL-KHATIB 2001).

Segundo Pline et al., (1999), a absorção foliar de glufosinate em *Solanum carolinense* e *Asclepias syriaca* foi rápida durante as primeiras 12 h após o tratamento e somente aumentou significativamente após 12 h. Em estudo realizado por Wesley et al., (2009), para *I. grandifolia* a absorção do ¹⁴C-glufosinate aumenta ao longo das 72 horas após o tratamento e para algodão não-transgênico, não foi maior que 5% com 1 hora após o tratamento.

A intoxicação aos 3 DAA observa-se que foi crescente para os maiores períodos sem a ocorrência de chuvas, o que demonstra que as maiores quantidades de glufosinate absorvidas nos maiores períodos sem chuva promoveram sintomas mais intensos. No entanto, nos demais períodos de avaliação (6, 8 e 10 DAA) não houve diferenças a partir do período de 3 horas sem a simulação de chuvas, chegando a aproximadamente 90% de intoxicação aos 10 DAA (Figura 2).

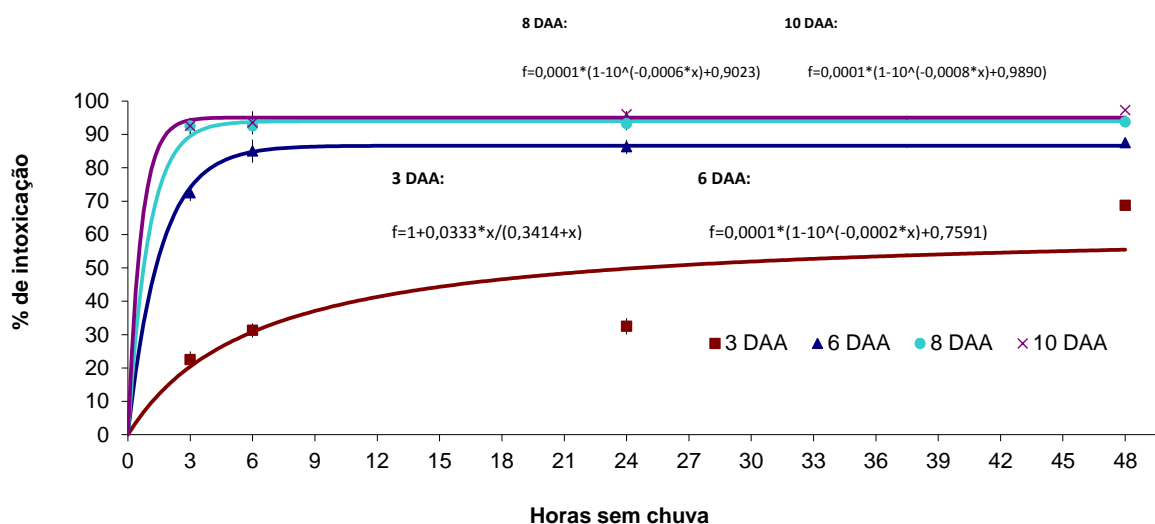


Figura 2. Porcentagem de intoxicação das plantas *I. grandifolia* em relação a horas sem chuva após aplicação de glufosinate de amônio. As barras indicam intervalo de confiança. Botucatu, 2012

CONCLUSÕES

Há aumento na absorção do glufosinate de amônio e no teor de amônia, por outro

lado ocorre a redução da glutamina e intoxicação severa das plantas de *I. grandifolia* a partir dos períodos sem a ocorrência de chuvas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBERIS, L. R. M. **Metodologia para determinação de efeitos fisiológicos de metabólicos do glufosinate em soja**. 2012. 75f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DROGE-LASER, W.; SIEMELING, U.; PUHLER, A.; BROER, I. The metabolites of the herbicidal-phosphinothricin (glufosinate) (identification, stability, and mobility in transgenic, herbicide-resistant, and untransformed plants). **Plant Physiol.**, v. 105, p. 159–166, 1994.

HESS, F. D. Light-dependent herbicides: an overview. **Weed Science**, v.48, p.160-170, 2000.

KUMARATILAKE, A. R. et al. Comparative study of glufosinate efficacy in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) and sterile oats (*Avena sterilis*). **Weed Sci.**, v. 50, p. 560–566, 2002.

MANDERSCHIED, R.; WILD, A. Studies on the mechanism of inhibition by phosphinothricin of glutamine synthetase isolated from *Triticum aestivum* L. J. **Plant Physiol.** V. 123, p. 135–142, 1986.

LOGUSCH, E.W. et al. Inhibition of plant glutamine synthetases by substituted phosphinothricins, **Plant Physiol.**, v. 95, p. 1057–1062, 1991.

PETERSEN, J.; HURLE, K. Influence of climatic conditions and plant physiology on glufosinate-ammonium efficacy, **Weed Res.**, v. 41, p. 31–39, 2001.

PETERSEN, J.; HURLE, K. Einsatz von Liberty zur Klettenlabkrautbeka "mpfung in glufosinat resistentem Winterraps. **Z PflKrankh PflSchutz**, Sonderh, v. 17, p. 389-396, 2000.

PLINE, W. A.; WU, J.; HATZIOS, K. K. Absorption, translocation, and metabolism of glufosinate in five weed species as influenced by ammonium sulfate and pelargonic acid. **Weed Sci.**, v. 47, p. 636–643, 1999.

PORNPROM, T. et al. Ammonia accumulation as an index of glufosinate-tolerant soybean cell lines, **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 68, p. 102–106, 2000.

Senseman, S.A. 9 ed. Herbicide Handbook. Lawrence, EUA: Weed Science Society of America. 2007.

TSAI CHIN-JU; CHANG-SHENG WANG; CHING-YUH WANG TSAI; CHIN-JU; WANG; CHANG-SHENG; WANG, CHING-YUH. Physiological characteristics of glufosinate resistance in rice. **Weed Sci.**, v.54, p.634-640, 2006.

WESLEY, J. E.; WALTER, E. T.; JAMES, D. B.; ALAN, C. Y.; JOHN, W. W. Absorption, translocation, and metabolism of glufosinate in transgenic and nontransgenic cotton, palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*). **Weed Science**, v. 57, p. 357-361, 2009.