

## FITOTOXICIDADE E TAXA DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS EM ALGODÃO SENSÍVEL E RESISTENTE AO AMÔNIO GLUFOSINATE

LATORRE, D.O. (UNESP – FCA, Botucatu/SP - ddolatorre@fca.unesp.br); BRITO, I.P.F.S. (UNESP – FCA, Botucatu/SP - ivanapaulaf@yahoo.com.br); SIMÕES, P.S. (UNESP – FCA, Botucatu/SP - plinosaulosimoies@hotmail.com); CARBONARI, C.A. (UNESP – FCA, Botucatu/SP - carbonari@fca.unesp.br); CAVENAGHI, A.L. (UNIVAG/MT - alcavenaghi@uol.com.br); VELINI, E.D. (UNESP – FCA, Botucatu/SP – velini@fca.unesp.br).

**RESUMO:** O algodão Liberty Link® (LL) é resistente ao amônio glufosinate, um herbicida do grupo dos inibidores da glutamina sintetase (GS), enquanto que o algodão FM975 Widestrike® (WS) apresenta resistência a algumas pragas da cultura, porém no processo de obtenção da transgenia foi inserido como marcador o gene *bar*. O gene *bar* é responsável pela ativação da enzima que promove a metabolização do ingrediente ativo do herbicida. As plantas que apresentam o gene *bar* como marcador, apresentam comportamento diferenciado quando submetidas ao tratamento com o herbicida amônio glufosinate, contudo ainda não existem estudos detalhados do comportamento metabólico destas plantas em relação à intoxicação, e mecanismos de desintoxicação, após o tratamento com o herbicida. O objetivo do trabalho foi avaliar a intoxicação das plantas de algodão Widestrike® comparadas a plantas Liberty Link® e convencionais. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia - UNESP - Campus de Botucatu (SP). As doses testadas para cada tratamento foram 50%, 100% e 200% da dose comercial (400 g i.a. ha<sup>-1</sup>/ 2 L p.c. ha<sup>-1</sup>) do herbicida amônio glufosinate e, os períodos de aplicação de cada tratamento foram 25, 40 e 55 dias após a emergência (DAE). A cultivar de algodão FM 975WS apresentou comportamento equivalente à cultivar IMACD 6001LL, resistente ao herbicida amônio glufosinate, onde os tratamentos até à dose comercial: mantiveram a mesma taxa de transporte de elétrons e não ocasionaram elevada fitointoxicação às plantas.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L., ETR, Injúria, Widestrike®, Liberty Link®.

### INTRODUÇÃO

Um dos principais tratamentos culturais da cultura do algodão é o controle de plantas daninhas, que deve ser realizado ao longo do ciclo, principalmente no período denominado de Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI), correspondente dos 8 aos 70 dias após emergência (DAE) das plantas. O principal método de controle adotado na cultura do algodão é o químico. O evento de culturas geneticamente modificadas resistentes aos herbicidas surgiu

da necessidade de facilitar o manejo de plantas daninhas na cultura e possibilitar a seletividade de herbicidas para as culturas. O algodão Liberty Link<sup>®</sup> (LL) é resistente ao amônio glufosinate, que é um herbicida do grupo dos inibidores da glutamina sintetase (GS).

A resistência ao amônio glufosinate é conferida pelo gene *bar*, que codifica a síntese da enzima fosfinotricina-N-acetiltransferase (PAT), que metaboliza rapidamente o glufosinate em um composto estável e não tóxico para a planta, o ácido 2-acetamido-4-methylphosphinico-butanóico (N-acetyl-L-glufosinate - NAG) ou ácido 4-metilfosfinico-butanoico (MPB).

Para o desenvolvimento de novos eventos de transgenia relacionados com resistência a insetos e doenças, normalmente são inseridos juntamente com os genes de interesse um gene de resistência a herbicidas, para assim facilitar as avaliações de sucesso ou insucesso da inserção. Um exemplo é a cultivar de algodão FM975 Widestrike<sup>®</sup> (WS), que apresenta resistência a algumas pragas da cultura, porém no processo de obtenção da transgenia foi inserido como marcador o gene *bar*. Plantas que apresentam o gene *bar* como um marcador, apresentam um comportamento diferenciado quando submetidas ao tratamento com o herbicida amônio glufosinate, contudo, ainda não existem estudos detalhados do comportamento metabólico destas plantas em relação a intoxicação e mecanismos de desintoxicação, após o tratamento com o herbicida.

Visando suprir parte dessa carência, o objetivo do trabalho foi avaliar a intoxicação das plantas de algodão Widestrike<sup>®</sup> comparadas a plantas Liberty Link<sup>®</sup> e convencionais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NuPAM), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA / UNESP - Campus de Botucatu (SP). Cada unidade experimental foi composta por vasos plásticos com capacidade de 1 L, que foram preenchidos com solo e substrato Bioplant (na proporção 1:1), e semeadas, com a finalidade de manter 2 plantas por vaso das cultivares de algodão FM 993 (convencional), FM 975WS e IMACD 6001LL.

Instalou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado (DIC), analisando três cultivares de algodão, com quatro doses do herbicida amônio glufosinate, com aplicações sequenciais do herbicida em três momentos após a semeadura, com quatro repetições. Os tratamentos dentro de cada cultivar foram divididos em função das doses aplicadas e dos períodos de aplicação. As doses calculadas para cada tratamento foram 50%, 100% e 200% da dose comercial (400 g i.a. ha<sup>-1</sup>/ 2 L p.c. ha<sup>-1</sup>) do herbicida amônio glufosinate (Finale) e, os períodos de aplicação de cada tratamento foram 25, 40 e 55 DAE. Quando as plantas de

algodão apresentaram 2 folhas verdadeiras completamente emergidas, aos 25 DAE, foi realizada a primeira aplicação dos tratamentos e, aos 40 DAE e 55 DAE a segunda e terceira aplicações sequências, respectivamente.

As avaliações do fluxo de transporte de elétrons foram realizadas aos 0, 1, 2, 5, 8 dias após a aplicação (DAA) na cultivar FM 993, e nas FM 975WS e IMACD 6001LL aos 0, 1, 2, 5, 8, 15, 17 e 22 DAA. Para estas avaliações utilizou-se um fluorômetro portátil (Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS 5p – Opti Sciences), com cinco repetições de leituras por planta tratada, adotando-se o protocolo Yield.

O cálculo da porcentagem do valor da taxa de transporte de elétrons [ETR (%)] foi calculado considerando-se os valores obtidos nas plantas testemunha 100%, e os valores das plantas tratadas em função dos valores da testemunha, conforme fórmula abaixo:

$$ETR (\%) = \text{valor ETR planta tratada} * 100 / \text{valor ETR planta testemunha}$$

As avaliações de fitointoxicação foram realizadas aos 0, 2, 3, 5, 8, 15, 22, 29 DAA para a cultivar FM 993 e até os 36 e 43 DAA para as cultivares FM 975WS e IMACD 6001LL, com base em notas visuais de 0 a 100 (onde 0 determinou plantas saudias e 100 determinou 100% das plantas mortas), de acordo com a metodologia da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 (A, B e C) encontram-se representadas as taxas do transporte de elétrons do fotossistema II (PS II) em folhas maduras de algodão das cultivares FM 993, IMACD 6001LL e FM 975WS, respectivamente, após a primeira aplicação dos tratamentos com o herbicida amônio glufosinate.

A cultivar FM 993 no segundo dia após a aplicação do herbicida apresentou queda mais acentuada, de 85%, em sua taxa de transporte de elétrons no tratamento com a dose de 3 L p.c. ha<sup>-1</sup>, chegando a 95% no último período de avaliação (Figura 1A). De maneira geral, pode-se observar que as doses apresentaram um comportamento semelhante ao longo dos períodos de avaliação, não demonstrando indícios de recuperação após a aplicação dos tratamentos.

Já a cultivar IMACD 6001LL (Figura 1B) apresentou redução máxima de 18% em sua taxa de transporte de elétrons no tratamento com a dose de 3 L p.c. ha<sup>-1</sup> no último período de avaliação (22 DAA). Por as plantas apresentarem teor de amônia mais baixo e atividade da enzima GS, os níveis de glioxilato também são mantidos baixo, mantendo a atividade da enzima RUBISCO e, portanto, a atividade fotossintética das plantas foi pouco reduzida após o tratamento com o herbicida amônio glufosinate (STEPHENSON et al., 2006).

O comportamento da taxa de transporte de elétrons da cultivar FM 975WS (Figura 1C) foi intermediário em comparação com as outras duas cultivares, visto que após a aplicação dos tratamentos houve uma maior severidade sobre a atividade fotossintética das plantas em relação à cultivar IMACD 6001LL, porém não tão elevada ao ponto de ocasionar a morte das plantas como na cultivar FM 993. A máxima redução ocasionada pelo herbicida sobre as plantas foi de 24% aos 2 DAA na dose de 3 L p.c. ha<sup>-1</sup> e, apresentando aos 8 DAA uma atividade fotossintética superior à testemunha na dose de 2 L p.c. ha<sup>-1</sup>.

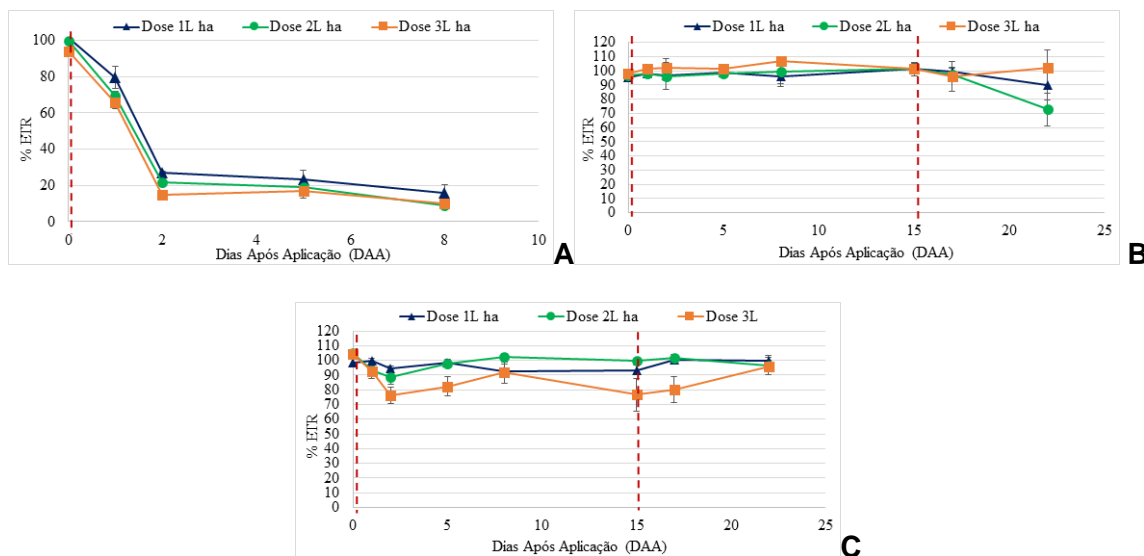


Figura 1. Taxa de transporte de elétrons em função dos dias após a aplicação do herbicida amônio glufosinate sobre as cultivares de algodão: [A] FM 993, [B] IMACD 6001LL e [C] FM 975WS. --- Representa o momento da aplicação. A barra de erros indica o erro padrão entre os dados. Botucatu/SP, 2014.

Após a aplicação dos tratamentos houve aumento nos sintomas visuais de fitotoxicidade nas plantas de algodão da cultivar FM 993 (Figura 2A), até atingir a morte total, aos 29 DAA para as doses de 2 e 3 L ha<sup>-1</sup>. A dose de 1 L p.c. ha<sup>-1</sup> proporcionou a máxima fitointoxicação, de 93% aos 22 DAA, reduzindo os sintomas visuais após esse período de avaliação.

Os sintomas visuais de fitotoxicidade observados na cultivar IMACD 6001LL (Figura 2B) apresentaram maior severidade (15%) aos 36 DAA na dose de 3 L p.c. ha<sup>-1</sup>. As plantas tratadas com a dose de 1 L p.c. ha<sup>-1</sup> apresentaram os primeiros sintomas de fitotoxicidade somente após a segunda aplicação do herbicida. De maneira geral, após a aplicação dos tratamentos as plantas apresentaram certo grau de intoxicação e, ao decorrer dos dias ocorreu redução desta fitointoxicação em todos os tratamentos. Quanto a cultivar FM 975WS (Figura 2C), observa-se para todos os tratamentos aos 3 DAA sintomas visuais de fitotoxicidade, cuja maior severidade, de 35% foi atingida aos 29 DAA na dose de 3 L p.c. ha<sup>-1</sup>. As plantas tratadas com a dose de 1 L

p.c. ha<sup>-1</sup> apresentaram os sintomas de fitotoxicidade mais baixos, atingindo a máxima intoxicação de 20% aos 29 DAA. De maneira geral, após a aplicação dos tratamentos as plantas apresentaram certo grau de intoxicação e, ao decorrer dos dias ocorreu redução desta intoxicação em todos os tratamentos.

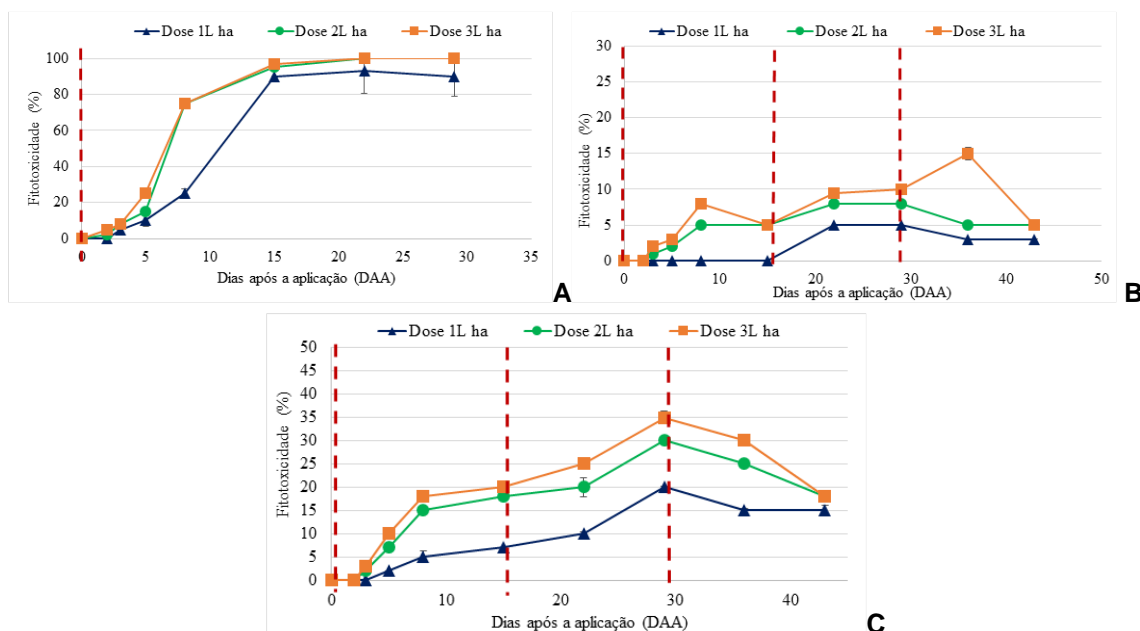


Figura 2. Fitotoxicidade do herbicida amônio glufosinate sobre a cultivar de algodão: [A] FM 993, [B] IMACD 6001LL e [C] FM 975WS em função dos dias após a aplicação do herbicida. --- Representa o momento da aplicação. A barra de erros indica o erro padrão entre os dados. Botucatu/SP, 2014.

## CONCLUSÕES

A cultivar de algodão FM 975WS apresentou comportamento equivalente à cultivar IMACD 6001LL, resistente ao herbicida amônio glufosinate, onde os tratamentos até à dose comercial mantiveram a mesma taxa de transporte de elétrons e não ocasionaram elevada fitointoxicação às plantas.

## LITERATURA CITADA

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. p.42  
STEPHENSON, G.R. et al. Glossary of terms relating to pesticides (IUPAC Recommendations 2006). **Pure and Applied Chemistry**, v. 78, n. 11, p. 2075-2154, 2006.