

## QUALIDADE E EFICIÊNCIA DA APLICAÇÃO EM ASSOCIAÇÃO DE HERBICIDAS E ADJUVANTES NO MANEJO DE AZEVÉM COM SUSPEITA DE RESISTÊNCIA AO GLYPHOSATE

Darwin Caleff Ramos<sup>1</sup>, Cleber Daniel de Goes Maciel<sup>1</sup>, João Igor de Souza<sup>1</sup>, André Augusto Pazinato da Silva<sup>1</sup>, Enelise Osco Helvig<sup>1</sup>, André Cosmo Dranca<sup>1</sup>, Gustavo Malaquias Czarnieski<sup>1</sup>, Guilherme Bispo Leal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, Departamento de Agronomia, Campus de Guarapuava. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, CEP: 85.040-080, Guarapuava, PR. E-mail: darwin.caleff@hotmail.com, cmaciell@unicentro.br, jpmatias2@gmail.com, andre pazinato0@gmail.com, ene\_osco@hotmail.com, gmc081@hotmail.com;

<sup>2</sup>Faculdade Integrado de Campo Mourão, Departamento de Agronomia, Rodovia BR-158 Km 207, CEP: 87300-970, Campo Mourão, PR. E-mail: guilherme.bleal@hotmail.com

**RESUMO:** A resistência de azevém ao herbicida glyphosate tem sido relatada com preocupação por vários agricultores da região do Sul do Paraná. Assim, objetivou-se avaliar a eficiência e a qualidade da aplicação da associação de glyphosate e herbicidas inibidores da enzima ACCase com o uso de adjuvantes, na dessecação de azevém (*Lolium perene* ssp. multiflorum) com suspeita de resistência na região de Guarapuava/PR. Dois experimentos foram conduzidos a campo e laboratório, contendo 12 tratamentos constituído por: glyphosate (1440 g ha<sup>-1</sup>), clethodim (120 g ha<sup>-1</sup>), quizalofop-p-tefuril (100 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + clethodim (1440 + 120 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + quizalofop-p-tefuril (1440 + 100 g ha<sup>-1</sup>), associado aos adjuvantes Assist<sup>®</sup> (1,0 L ha<sup>-1</sup>) e TA35<sup>®</sup> (0,1 L ha<sup>-1</sup>), assim como glyphosate (1440 g ha<sup>-1</sup>) associado ao adjuvante Orobor N1<sup>®</sup> (0,1 L ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha sem aplicação. As misturas de glyphosate com clethodim ou quizalofop-p-tefuril, ou mesmo clethodim ou quizalofop-p-tefuril isolados, foram eficientes no controle do azevém, com destaque para a rápida ação inicial glyphosate + clethodim, independentemente do adjuvante utilizado. Para todos os tratamentos não foram caracterizadas diferenças significativas entre a frequência de deposição total ou média da pulverização nas folhas de azevém. Entretanto, os menores valores médios de deposição foram constatados para o glyphosate associado apenas aos adjuvantes, o que conjuntamente com as menores tensões superficiais obtidas nas soluções com os inibidores de ACCase, sugerem que a presença desses herbicidas podem influenciar no aumento da deposição da pulverização sobre as plantas de azevém.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lolium perene* ssp. multiflorum, mistura em tanque, controle, EPSPs.

## SELECTIVITY OF HERBICIDES APPLIED IN CARPET GRASS AND WEED CONTROL DANDELION

**ABSTRACT:** Ryegrass resistance to glyphosate herbicide has been reported with concern by many farmers in South Region of Parana State. Thus, the objective of this work was to assess the efficiency and quality of association application of glyphosate and ACCase enzyme inhibitors herbicides with adjuvant use, in ryegrass desiccation (*Lolium perene* ssp. multiflorum) with suspected of resistance in Guarapuava region, Parana State. Two experiments were conducted in field and laboratory conditions, containing 12 treatments constituted by: Glyphosate (glyphosate 1440 g ha<sup>-1</sup>), Clethodim (120 g ha<sup>-1</sup>), Quizalofop-p-tefuril (100 g ha<sup>-1</sup>), Glyphosate + Clethodim (1440 + 120 g ha<sup>-1</sup>), Glyphosate + Quizalofop-p-tefuril (1440 + 100 g ha<sup>-1</sup>), associated to Assist<sup>™</sup> (1.0 L ha<sup>-1</sup>) and TA35<sup>™</sup> (0.1 L ha<sup>-1</sup>) adjuvant, as well as Glyphosate (1440 g ha<sup>-1</sup>) associate to Orobor N1<sup>™</sup> (0.1 L ha<sup>-1</sup>) adjuvant

and a check without application. Mixtures of Glyphosate with Clethodim or Quizalofop-p-tefuril, or even Clethodim or Quizalofop-p-tefuril isolated, were efficient in controlling ryegrass, highlighting for fast initial action of Glyphosate + Clethodim, independently of used adjuvant. For all treatments have not been characterized significant differences between the frequency of total deposition or medium spraying in ryegrass leaves. However, the lowest medium values of deposition were observed for glyphosate associated only to adjuvant, that joint to the smallest surfaces tension obtained in solutions with ACCase inhibitors, suggest that the presence of these herbicides may influence in increasing of spray deposition over ryegrass plants.

**KEY WORDS:** *Lolium perene ssp. multiflorum*, tank mixture, control, EPSPs.

## INTRODUÇÃO

O azevém (*L. multiflorum*) é uma espécie gramínea de ciclo anual, que se desenvolve principalmente no Sul do Brasil durante a estação fria, sendo amplamente utilizado como espécie forrageira durante o inverno e para o fornecimento de palha para o sistema de plantio direto. É uma espécie de fácil dispersão, onde pode se constituir em planta daninha em culturas tais como soja, trigo e milho. Além disso, plantas espontâneas de azevém é fonte de permanência das sementes e infestações futuras, comprometendo culturas e incrementando o banco de sementes. Assim, tem sido considerada planta daninha em praticamente todas as lavouras de cereais de inverno e pomares da região Sul do Brasil (Roman et al., 2004; Vargas et al., 2007). Além disso, a contaminação de lavouras com azevém anual inviabiliza a produção de sementes de trigo. A legislação federal estabelece que não possa haver plantas de azevém em campos de sementes de trigo (Brasil, 2005).

Os primeiros relatos de biótipos de azevém (*L. multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate ocorreram em pomares no Chile (Perez e Kogan, 2003), sendo que no Brasil o azevém foi identificado em culturas anuais e pomares de maçã no estado do Rio Grande do Sul (Roman et al., 2004). O problema de azevém resistente ao glyphosate se dispersou rapidamente para todos os estados do Sul do Brasil, sendo que atualmente já foram identificados biótipos com resistência múltipla ao glyphosate e aos inibidores de ACCase (acetil CoA carboxilase) e ao glyphosate e aos inibidores de ALS (acetolactato sintase) (Fraga et al., 2012). No estado do Paraná biótipos de azevém resistente a glyphosate podem estar sendo selecionados principalmente devido à comercialização de sementes que contêm biótipos resistentes (Christoffoleti et al., 2014).

Nesse contexto, a suspeita de falhas na dessecação do azevém com glyphosate para a semeadura do trigo e plantio de lavouras de verão, pode até inviabilizar a atividade agrícola regional, uma vez que o controle ineficiente dessa espécie pode resultar em perdas de

rendimento. Segundo Vargas et al. (2013), as perdas de rendimento da atividade agrícola causadas pelo azevém podem variar de 45% a 70%, dependendo da complexidade do caso.

Portanto, aplicação repetida e continuada de um mesmo herbicida para o controle das plantas daninhas é a principal causa da seleção de biótipos resistentes. Nesse sentido, a seleção de azevém resistente ao glyphosate, aos inibidores de ALS e da ACCase representa grande impacto econômico e técnico para a agricultura brasileira (Gazziero et al., 2014). Para o agricultor, a razão do uso intensivo do glyphosate é o baixo custo e a alta eficácia de controle. Desta forma, a rotação de mecanismos de ação é uma ferramenta capaz de impedir a evolução da resistência ao glyphosate e deve ser adotada como medida preventiva.

De forma geral, como alternativas de manejo, temos os herbicidas de ação total paraquat e amônio-glufosinato, assim como os graminicidas inibidores da ACCase que controlam com eficiência o azevém resistente e sensível ao glyphosate (Vargas et al., 2013). Entretanto, todos esses herbicidas são recomendados pelos fabricantes para serem utilizados juntamente com adjuvantes, para que desenvolvam desempenho pleno em termos de eficácia (Rodrigues e Almeida, 2011).

Segundo Silva-Matte et al. (2014), a constituição da calda de pulverização é de fundamental importância para obtenção do potencial da ação do defensivo agrícola. Portanto, os adjuvantes embora não sejam ingredientes ativos, podem influenciar na qualidade e dinâmica da aplicação de forma a otimizar a performance de controle dos herbicidas. Os adjuvantes proporcionam melhorias na calda de pulverização, assim como da proteção e absorção dos herbicidas (Theisen et al., 2004), sendo fundamentais para manutenção da eficácia dos inibidores de ACCase.

O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de alternativas de controle de azevém (*L. multiflorum*) em área do município de Guarapuava-PR com suspeita de resistência ao glyphosate, utilizando diferentes combinações de herbicidas e adjuvantes..

## MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido em duas etapas, sendo uma a campo e outra em laboratório, no município de Guarapuava-PR, entre maio e julho de 2014, em área com suspeita da presença da espécie azevém resistente ao controle com o herbicida glyphosate. Esta localidade pertence da área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Campus CEDETEG. A instalação do projeto foi realizada nas coordenadas geográficas S 23° 12' 28,8" de latitude, W 53° 18' 14,7" de longitude e a 1.020 m de altitude.

O solo da área foi classificado como Latossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2013). O clima da região foi classificado como Cfb subtropical mesotérmico úmido (KÖPPEN, 1948), com verões frescos, invernos com ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca. A temperatura média máxima anual é de 23,5°C e a temperatura média mínima anual é de 12,7°C (IAPAR, 2013). Na Figura 1, verificam-se os dados meteorológicos referentes ao período de execução do trabalho

No conjunto do trabalho, dois experimentos foram conduzidos a campo, visando avaliar a eficácia da associação de glyphosate com herbicidas inibidores da enzima ACCase no controle de azevém (Experimento 1), assim como utilizando-se o traçador azul brilhante (catalogado internacionalmente pela Food, Drug e Cosmetic como FD e C Blue n.1, 1500 ppm), em todas as soluções herbicidas estudadas, para estimar a qualidade de deposição da aplicação e a tensão superficial estática de todos os tratamentos (Experimento 2).



**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes aos meses de maio a julho de 2013, período no qual foram conduzidas as avaliações. Guarapuava-PR, 2014.

O delineamento experimental dos experimentos foi representado por blocos casualizados constituídos por doze tratamentos (Tabela 1), com quatro e vinte repetições, respectivamente, para os experimentos 1 e 2. Quanto as unidades experimentais, no Experimento 1 foram representadas por parcelas com dimensões de 4,0 x 6,0 metros (24 m<sup>2</sup>), sendo que no momento das avaliações, desconsiderou-se 0,50 m das extremidades e uma linha lateral das parcelas. No Experimento 2, para determinação da deposição da calda de pulverização dos herbicidas, as unidades experimentais foram representadas pelos alvos biológicos de um perfilho com três folhas para as plantas de azevém.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em 25/05/2013 utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com barra de seis pontas TTi 110.015, espaçadas entre si

em 0,5 m e a 0,5 m de altura das plantas, com pressão de trabalho de 2,0 kgf cm<sup>-2</sup> e velocidade de deslocamento de 3,6 km h<sup>-1</sup>, o que constituiu taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

As condições climáticas durante a aplicação foram monitoradas com um termo-anômetro digital e registraram no horário inicial (15h05m) e final (15h55m), média da umidade relativa do ar, temperatura e velocidade dos ventos foram, respectivamente, de 59,6% a 68,7%; 20,4 a 17,9°C e ventos de 1,5 a 2,1 km h<sup>-1</sup>. No momento das aplicações a infestação de azevém encontrava-se altamente perfilhadas, com touceiras de 7 a 10 perfilhos em estágio fenológico de desenvolvimento vegetativo, não sendo ainda caracterizado emissão de inflorescências.

**Tabela 1** - Tratamentos e doses realizadas para dessecação do azevém com suspeita de resistência ao glyphosate, Guarapuava/PR.

Trat.	Herbicidas	Dose (L ou kg pc ha <sup>-1</sup> )	Dose (g i.a. ou e.a. ha <sup>-1</sup> )
1	Glyphosate + Assist <sup>®1</sup>	2,0 + 1,0	1440 + 1,0
2	Clethodim + Assist <sup>®</sup>	0,5 + 1,0	120 + 1,0
3	Quizalofop <sup>2</sup> + Assist <sup>®</sup>	1,0 + 1,0	100 + 1,0
4	Glyphosate + Clethodim + Assist <sup>®</sup>	2,0 + 0,5 + 1,0	1440 + 120 + 1,0
5	Glyphosate + Quizalofop + Assist <sup>®</sup>	2,0 + 1,0 + 1,0	1440 + 100 + 1,0
6	Glyphosate + TA35 <sup>®3</sup>	2,0 + 0,1	1440 + 0,1
7	Clethodim + TA35 <sup>®</sup>	0,5 + 0,1	120 + 0,1
8	Quizalofop + TA35 <sup>®</sup>	1,0 + 0,1	100 + 0,1
9	Glyphosate + Clethodim + TA35 <sup>®</sup>	2,0 + 0,5 + 0,1	1440 + 120 + 0,1
10	Glyphosate + Quizalofop + TA35 <sup>®</sup>	2,0 + 1,0 + 0,1	1440 + 100 + 0,1
11	Glyphosate + Orobor N1 <sup>®4</sup>	2,0 + 0,1	1440 + 0,1
12	Testemunha sem aplicação	-	-

<sup>1</sup> Assist<sup>®</sup> = óleo mineral; <sup>2</sup> Quizalofop = quizalofop-p-tefuril; <sup>3</sup> TA35<sup>®</sup> = nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol; <sup>4</sup> Orobor N1<sup>®</sup> = óleo vegetal.

As características avaliadas no Experimento 1 foram porcentagem de controle do azevém aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), por meio de escala de notas visuais (SBCPD, 1995), onde 0% correspondeu à ausência de injúrias e 100% à morte das plantas. No Experimento 2, para determinar o depósito da pulverização dos herbicidas, o procedimento de recuperação das soluções traçadoras constituídas pelas caldas de pulverização foi desenvolvido conforme metodologia utilizada por Maciel et al. (2007; 2014). Esse procedimento foi desenvolvido através da lavagem das plantas alvo (*L. multiflorum*) com volume de 20 mL de água destilada em sacos plásticos, através de agitação constante por 20 segundos. A determinação das quantidades do traçador depositada em cada amostra foi realizada utilizando-se de procedimentos de espectrofotometria. Os resultados em absorbância das leituras, no comprimento de onda 630 nm foram transformados em µg L<sup>-1</sup>, de acordo com

o coeficiente angular da curva-padrão. Os valores de depósito da pulverização foram posteriormente transformados em  $\mu\text{L.g}$  de matéria seca<sup>-1</sup>, uma vez que as plantas alvo após coleta e lavagem foram acondicionados em sacos de papel, e secas em estufa de circulação forçada de ar, por período de 72 horas a 65 °C.

Para a determinação das tensões superficiais estáticas das soluções utilizou-se a metodologia descrita por Mendonça et al. (2007) e Maciel et al. (2010), a qual refere-se a mensurar a massa das gotas formadas na extremidade de uma bureta posicionada dentro de uma balança analítica (precisão de 0,001 mg), em tempo determinado entre 25 a 30 segundos. Cada conjunto de duas gotas pesadas correspondeu a uma repetição, onde para evitar perdas por evaporação utilizou-se para captura das gotas óleo vegetal em um Becker de 25 mL, posicionado abaixo da ponta da bureta e sobre o prato da balança.

Os dados de controle de azevém foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as suas médias agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974) ( $p \leq 0,05$ ). Com os dados médios de controle aos 28 e 35 DAA, também foi calculado o incremento médio de eficiência de controle (IEC%) dos tratamentos em relação as associações de glyphosate com os adjuvantes Assist<sup>®</sup> e TA35<sup>®</sup>, de forma semelhante à utilizada por Rockenbach et al. (2015):

$$\text{IEC\%} = \text{ECtr} - \text{EMCtr} \dots \dots \dots (1)$$

Onde, ECtr representa a eficiência de controle do tratamento desejado e EMCtr a média da eficiência de controle do tratamento glyphosate com os adjuvantes Assist<sup>®</sup> e TA35<sup>®</sup>, sendo que os valores negativos foram considerados como zero.

A comparação entre os valores de deposição e tensão superficial das soluções foi realizada através do Intervalo de Confiança para diferenças entre as médias, a 5% de probabilidade (IC95%). Os resultados de deposição das soluções também foram ainda demonstrados na forma de suas frequências acumuladas, permitindo assim uma interpretação biológica mais ampla dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos com as misturas entre os herbicidas glyphosate e os inibidores da ACCase (clethodim e quizalofop-p-tefuril) apresentaram controle de azevém aos 7 DAA significativamente superior aos herbicidas aplicados isolados, independentemente do tipo de adjuvante utilizado (Tabela 2). Essa maior velocidade de ação provavelmente esta condicionada a melhoria dos processos de absorção e translocação resultante da interação entre as diferentes moléculas e/ou formulações dos herbicidas. Normalmente, tanto os inibidores de ACCase como o glyphosate demoram mais para apresentar sintomas de danos

nas plantas em razão da lenta translocação e do mecanismo de ação atuar nos meristemas (Roman et al., 2007; Rodrigues e Almeida, 2011)

As associações de glyphosate + clethodim ou glyphosate + quizalofop-p-tefuril com o adjuvante Assist<sup>®</sup> constituíram excelente níveis de controle do azevém (90,3% e 92,0%) aos 14 DAA, mas não diferindo do tratamento glyphosate + clethodim + TA35<sup>®</sup> (87,0%) (Tabela 2). Nesse período, apesar do tratamento glyphosate + quizalofop-p-tefuril + TA35<sup>®</sup> ter obtido controle satisfatório (80,0%), segundos critérios da SBCPD (1995), foi significativamente inferior as demais misturas de glyphosate e os inibidores da ACCase. Esses resultados evidenciam a possibilidade de efeito sinérgico, e consequentemente, a maior velocidade de ação dessas misturas sobre azevém, em relação à eficiência dos produtos aplicados isolados, os quais no referido período apresentaram controle insatisfatório, variando entre 10,3 e 65,0%. Esses resultados corroboram com os observados por Christoffoleti et al. (2005), que também descreveram a resposta rápida da ação de glyphosate + clethodim, independentemente do estágio de crescimento do azevém, assim como por Rockenbach et al. (2015), utilizando as misturas de glyphosate + clethodim, glyphosate + quizalofop-p-tefuril e glyphosate + fluazifop-p-butyl.

Essa característica de efeito sinérgico entre as associações de glyphosate com inibidores da ACCase já foi relatada por Adegas et al. (2010) e Melo et al. (2012) e Barroso et al. (2014) para o manejo de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate, com eficiência similar a encontrada para azevém, utilizando associações de glyphosate ao clethodim, tepraloxym, fluazifop-p-butyl e haloxyfop-methyl, quizalofop p-tefuril, sendo que em todos foram utilizados adjuvantes recomendados pelos fabricantes.

As misturas de glyphosate + clethodim ou glyphosate + quizalofop-p-tefuril associadas aos adjuvantes Assist<sup>®</sup> e TA35<sup>®</sup> apresentaram excelentes níveis de controle de azevém a partir dos 21 DAA, os quais foram mantidos significativamente superiores a todos os demais tratamentos até os 35 DAA (Tabela 2). De forma contrária, para as associações dos herbicidas clethodim com os adjuvantes Assist<sup>®</sup> ou TA35<sup>®</sup> e quizalofop-p-tefuril com Assist<sup>®</sup>, observou-se que o controle de azevém manteve-se em níveis insatisfatórios até os 28 DAA (< 78,3%), mas ainda significativamente superiores à associação de quizalofop-p-tefuril + TA35<sup>®</sup>, no referido período (57,0%). Aos 35 DAA, todos os herbicidas inibidores de ACCase isolados ou em misturas com glyphosate, independente da associação com os adjuvantes Assist<sup>®</sup> e TA35<sup>®</sup>, constituíram controle eficiente de azevém, e significativamente superiores ao glyphosate isolado. Entretanto, é importante considerar que a utilização de adjuvantes é importante para a boa absorção e eficiência dos herbicidas inibidores da ACCase (Roman et

al., 2007) assim como em alguns casos, o potencial dos adjuvantes pode até mesmo diminuir o risco de deriva das pulverizações (Cunha et al., 2010; Chechetto et al., 2013).

**Tabela 2** - Controle de azevém (*L. multiflorum*) aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) de glyphosate com ou sem herbicidas inibidores da ACCase (clethodim, quizalofop-p-tefural) e adjuvantes (Assist<sup>®</sup>, TA35<sup>®</sup> e Orobor N1<sup>®</sup>). Guarapuava - PR, 2013.

Trat.	Herbicidas	Dose (L ou kg pc ha <sup>-1</sup> )	Controle % azevém ( <i>L. multiflorum</i> )				
			7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
1	Glyphosate + Assist <sup>®1</sup>	2,0 + 1,0	20,3 C	65,0 C	79,0 B	74,0 C	89,3 C
2	Clethodim + Assist <sup>®</sup>	0,5 + 1,0	3,5 E	21,5 E	65,8 D	78,3 B	92,8 B
3	Quizalofop <sup>2</sup> + Assist <sup>®</sup>	1,0 + 1,0	3,0 E	12,5 F	51,3 F	78,3 B	94,0 B
4	Glyphosate + Clethodim + Assist <sup>®</sup>	2,0 + 0,5 + 1,0	40,8 A	90,3 A	95,5 A	97,8 A	99,0 A
5	Glyphosate + Quizalofop + Assist <sup>®</sup>	2,0 + 1,0 + 1,0	30,3 B	92,0 A	93,0 A	97,3 A	98,5 A
6	Glyphosate + TA35 <sup>®3</sup>	2,0 + 0,1	12,0 D	58,8 C	72,0 C	71,5 C	83,8 D
7	Clethodim + TA35 <sup>®</sup>	0,5 + 0,1	3,0 E	19,5 E	59,0 E	75,8 B	91,5 C
8	Quizalofop + TA35 <sup>®</sup>	1,0 + 0,1	4,3 E	10,3 F	46,3 F	57,0 D	90,5 C
9	Glyphosate + Clethodim + TA35 <sup>®</sup>	2,0 + 0,5 + 0,1	32,3 B	87,0 A	92,3 A	96,0 A	98,5 A
10	Glyphosate + Quizalofop + TA35 <sup>®</sup>	2,0 + 1,0 + 0,1	27,0 B	80,0 B	89,5 A	94,0 A	96,5 A
11	Glyphosate + Orobor N1 <sup>®4</sup>	2,0 + 0,1	17,8 C	48,3 D	66,3 D	72,0 C	82,0 D
12	Testemunha sem aplicação	-	0,0 E	0,0 G	0,0 G	0,0 E	0,0 E
Fcal	-	-	53,015*	156,941*	182,597*	362,849*	522,103*
CV	-	-	23,62	11,33	5,93	3,76	2,81

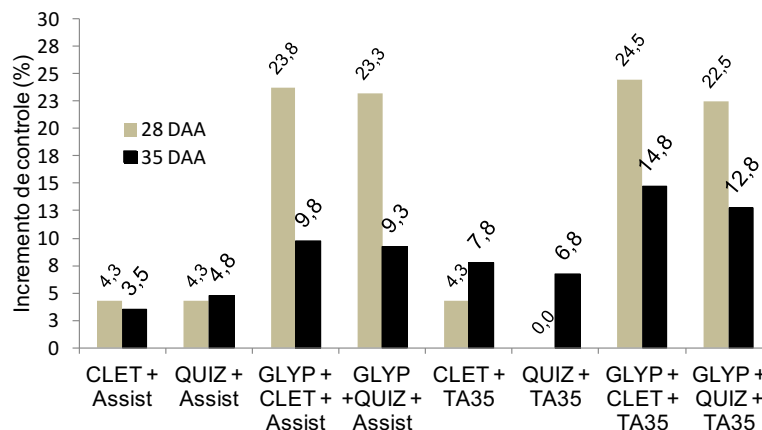
<sup>1</sup> Assist<sup>®</sup> = óleo mineral; <sup>2</sup> Quizalofop = quizalofop-p-tefural; <sup>3</sup> TA35<sup>®</sup> = nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol; <sup>4</sup> Orobor N1<sup>®</sup> = óleo vegetal. - Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo agrupamento do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os resultados de incremento médio de eficiência dos tratamentos ao glyphosate com os adjuvantes, indicam melhorias expressivas no ganho de performance de controle do azevém 28 e 35 DAA, principalmente para as misturas dos herbicidas alternativos associados aos adjuvante TA35<sup>®</sup> e Assist<sup>®</sup> (Figura 2).

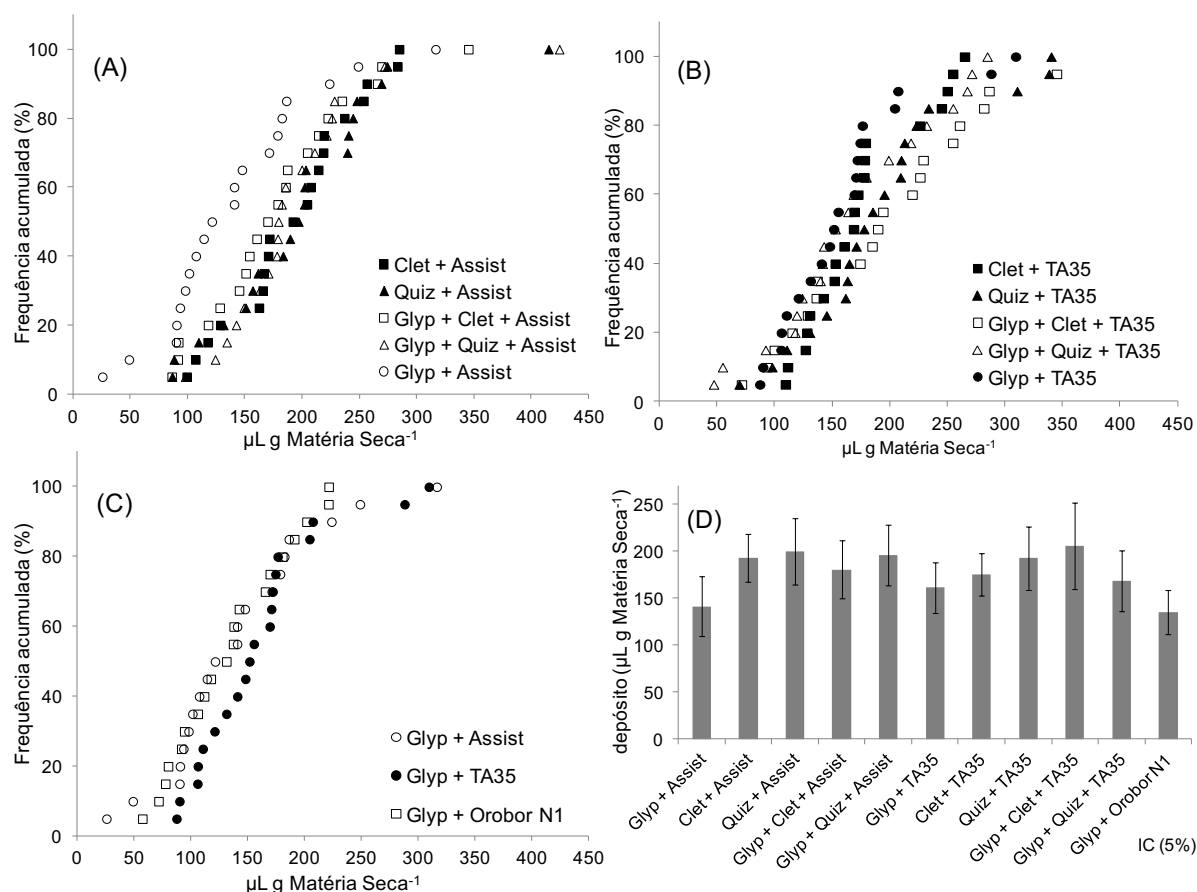
Em relação à deposição da pulverização, não foram caracterizadas diferenças expressivas na dinâmica de comportamento dos tratamentos em relação frequência e média dos depósitos nas folhas de azevém (Figura 2). Entretanto, embora os menores valores médios de deposição tenham sido constatados para o glyphosate associado apenas aos adjuvantes, o que juntamente com as informações de menores tensões superficiais obtidas nas soluções com os inibidores de ACCase (Figura 3), sugerem que a presença dos herbicidas inibidores de ACCase podem estar condicionando maior aumento da deposição da pulverização sobre as plantas de azevém que os próprios adjuvantes. Esses resultados corroboram com o descrito por Maciel et al. (2001), em que não foram encontradas alterações significativas na deposição da pulverização em folhas de *Ipomoea grandifolia*, com ou sem a adição de adjuvantes. Contudo, a eficácia do controle químico pode estar relacionada ao aumento do espalhamento das gotas de pulverização promovido pelo adjuvantes sobre as superfícies foliares, devido à



redução da tensão superficial (Rodrigues-Costa et al., 2010). Alguns adjuvantes multifuncionais utilizam em sua formulação uma mistura de aditivos, como óleo mineral ou vegetal, surfatantes não iônicos, sequestrantes de cátions, acidificantes, entre outras substâncias (DAN et al., 2010).

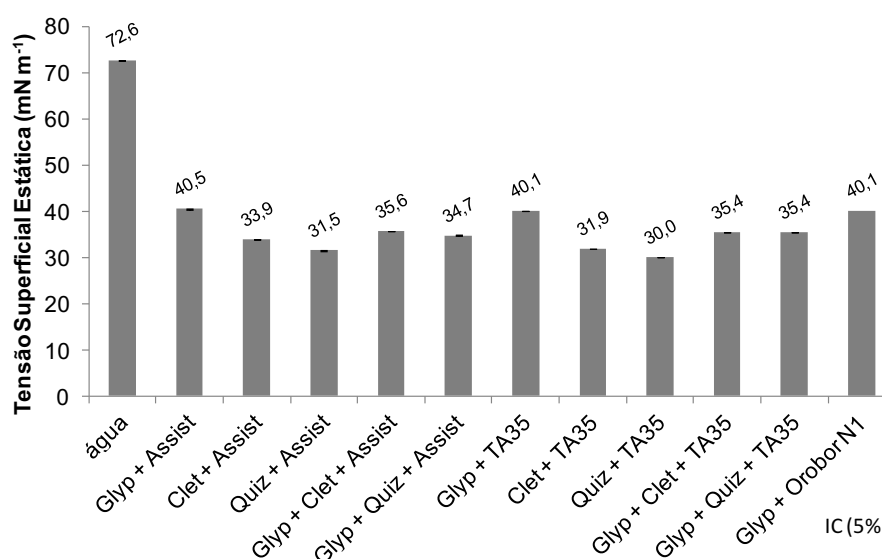


**Figura 2** - Incremento médio de eficiência de controle (IEC%) de azevém (*L. multiflorum*) obtida com os herbicidas associados aos adjuvantes aos 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), em relação ao glyphosate com Assist® e TA35®. Guarapuava - PR, 2013.



**Figura 3.** Frequências acumuladas da deposição (A, B, C) e média total (D) da calda de pulverização em plantas de azevém utilizando associações de glyphosate (glyph) com ou sem os herbicidas inibidores da ACCase (clet = clethodim, quiz = quizalofop-p-tefuril) e adjuvantes (Assist®, TA35® e Orobor N1®). Guarapuava - PR, 2013.

Cunha e Alves (2009), avaliando diferentes propriedades físico-químicas de soluções aquosas contendo adjuvantes agrícolas, observaram que a adição do nonil fenol etoxilado+óxido de etileno, reduziu a tensão superficial. Bueno et al. (2013), trabalhando com volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate, concluíram que o adjuvante nonil fenol etoxilado adicionado à calda de pulverização, em relação à calda somente com glyphosate, promoveu alterações de pequena magnitude nas propriedades físico-químicas da solução. Trabalhos de Mendonça et al. (1999), avaliando a tensão superficial de soluções do herbicida glyphosate associado a surfatantes, observaram decréscimo dos valores de tensão superficial quando se acrescentaram às soluções os surfatantes.



**Figura 4.** Tensão superficial estática da calda de pulverização com associações de glyphosate (glpy) com e sem herbicidas inibidores da ACCase (clet = clethodim, quiz = quizalofop-p-tefuril) e adjuvantes (Assist<sup>®</sup>, TA35<sup>®</sup> e Orobol N1<sup>®</sup>). Guarapuava-PR, 2013.

Mesmo com um controle eficaz do azevém com as associações de glyphosate e inibidores de ACCase, outras estratégias de controle são fundamentais no manejo de plantas daninhas, principalmente em se tratando de espécies com suspeita de resistência.

## CONCLUSÃO

As misturas de glyphosate com clethodim ou quizalofop-p-tefuril, ou mesmo clethodim ou quizalofop-p-tefuril isolados, foram eficientes no controle do azevém com suspeita de resistência ao glyphosate, com destaque para a rápida ação inicial glyphosate + clethodim, independentemente do adjuvante utilizado.

Para todos os tratamentos não foram caracterizadas diferenças significativas entre a frequência de deposição da pulverização nas folhas de azevém, onde os menores valores médios de deposição foram constatados para o glyphosate associado apenas aos adjuvantes.

As menores tensões superficiais foram obtidas nas soluções com os inibidores de ACCase, onde a presença desses herbicidas podem influenciar no aumento da deposição da pulverização sobre as plantas de azevém.

## REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D.L.P.; VOLL, E.; OSIPE, R. Alternativas de controle químico de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010, Ribeirão preto. **Resumos...** Responsabilidade social e ambiental no manejo de plantas daninhas. Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p. 756-760.

BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; REIS, F.C.; FILHO, R.V. Interação entre herbicidas inibidores da accase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. **Planta daninha**, Viçosa, v.32, n.3, p.619-627, 2014.

BUENO, M.R.; ALVES, G.S.; PAULA, A.D.M. CUNHA, J.P.A.R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta daninha**, v.31, n.3, p.705-713, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 25. Padrão para produção e comercialização de sementes de trigo e trigo duro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF 20 dez. 2005.

CHECHETTO, R.G.; ANTUNIASSI, U. R.; MOTA, A.A.B.; CARVALHO, F.K.; SILVA, A. C.A.; VILELA C.M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.37-46, 2013

CHRISTOFFOLETI, P.J.; TRENTIN, R.; TOCCHETTO, S.; MAROCHI, A.; GALLI, A.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) resistant to glyphosate at different phenological stages. **Journal of Environmental Science and Health, Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, v.40, n.1, p.59-67, 2005.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; MELO, M.S.C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: MONQUERO, P.A. (Coord.). **Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas**. São Carlos: Editora RiMA, 2014, p. 257-283.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S. Características físicoquímicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Interciência**, v. 34, n. 9, p. 655-659, 2009.

CUNHA, J.P.A.R.; BUENO, M.R.; FERREIRA, M.C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v.28, p.1153-1158, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FRAGA, D.S.; VARGAS, L.; MARIANI, F.; AGOSTINETO, D. RUBIN, R.S.; PERBONI, L.T. Distribuição geográfica de azevém resistente a herbicidas inibidores da enzima ACCase e da EPSPs no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. A ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012. 1 CD-ROM.

FORNAROLLI, D. A. et al. Manejo de biótipos de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glifosato. In: III SIMPÓSIO SINTERNAZIONALE SOBRE GLYPHOSATE: Uso Sustentável, 3., Botucatu. **Anais...** Botucatu: 2011. p. 317-320.

GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D.; ADEGAS, F.S.; VARGAS, L.; VOLL, E. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: MONQUERO, P.A. (Coord.). **Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas**. São Carlos: Editora RiMA, 2014, p. 229-234.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Agrometeorologia**. 2013. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597/>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudio de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D.; RAETANO, C.G.; SOUZA, R.T.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; SILVA, M.A.S. Estimativa de depósito e distribuição da calda de pulverização em papel hidrossensível e plantas de *Ipomoea grandifolia*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 2., 2001, Jundiaí - SP. **Anais...** Jundiaí: IAC, 2001

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D.; BERNARDO, R.S. Desempenho de pontas de pulverização em *Brachiaria brizantha* cv. MG- 4 para o controle de ninfas de cigarrinhas das pastagens. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.esp., p.66-74, 2007.

MACIEL, C.D.G.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A.M.; POLETINE, J.P.; BASTOS, S.L.W.; DIAS, N.M.S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de glyphosate e + chlorimuron-ethyl isoladas ou associadas com adjuvantes. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.3, p.673-685, 2010.

MACIEL, C.D.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; SILVA, A.A.P.; KARPINSKI, R.A.K.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; HELVIG, E.O. Efficiency and quality of glyphosate + carfentrazone application in controlling *Commelina diffusa* depending on the spray nozzles and Triunfo Flex<sup>TM</sup> adjuvant. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, v.13, n.2, p.156-162, 2014.

MELO, M.S.C.; ROSA, L.E.; BRUNHARO, C.A.C.G.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.11, p. 195-203, 2012.

MENDONÇA, C.G.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MENDONÇA, C.G. Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca. **Planta Daninha**, Londrina, v.13, n.3, p.355-65, 1999.

MENDONÇA, C.G.; RAETANO, C.G.; MENDONÇA, C.G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.esp., p.16-23, 2007.

PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. **Weed Research**, Oxford, v.43, n.1, p.12-19, 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.

RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; COSTA, N.V.; CARDOSO, L.A.; PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, D. Avaliação de pontas de jato plano na deposição da calda de pulverização com diferentes combinações de plantas de feijão, *Brachiaria plantaginea* e *Bidens pilosa*. **Planta daninha**, Viçosa, v.28, edição especial, p.1159-1171, 2010.

ROMAN, E.S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A.; MATTEI, R.W. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.301-306, 2004.

ROMAN, E.S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M.A.; WOLF, T.M. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Berthier, 2007. 158p.

ROCKENBACH, A.P.; SCHNEIDER, T.; BIANCHI, M.A. Ryegrass control derived from isolated application with herbicides association. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.1, p.30-36, 2015.

SILVA-MATTE, S.C.; COSTA, N.V.; PAULY, T.; COLTRO-RONCATO, S.; OLIVEIRA, A. DA C.; CASTAGNARA, D.D. Variabilidade da quebra da tensão superficial da gota pelo adjuvante (Aureo<sup>®</sup>) em função de locais de captação de água. **Revista Agrarian**, v.7, n.24, p.264-270, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p.507-512, 1974.

THEISEN, G.; RUEDELL, J.; BIANCHI, M.A. Tecnologia de Aplicação de Herbicidas: Teoria e Prática. In: THEISEN, G.; RUEDELL, J. (Eds.). **Aspectos técnicos da aplicação de herbicidas**. Cruz Alta: Aldeia Norte, 2004, p.25-54.

VARGAS, L.; MORAES, R.M.A.; BERTO, C.M. Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 567-571, 2007.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. **Azevém resistente ao glifosato:** características, manejo e controle. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 4 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 298). Disponível em:<[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co298.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co298.htm)>. Acesso em: 11 jun. 2014

VARGAS, L.; AGOSTINETO, D.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Resistência de plantas daninhas no Brasil: histórico, custo, e o desafio do manejo no futuro. In: RIOS, A. (Ed). **Viabilidad Del glifosato em sistemas productivos sustentables**. Montevideo: INIA, 2013. p. 111-118 (INIA. Serie Técnica, 204).

VARGAS, L.; FRAGA, D.S.; AGOSTINETTO, D.; MARIANI, F.; DUARTE, T.V.; SILVA, B.M. Dose-response curves of *Lolium multiflorum* biotypes resistant and susceptible to clethodim. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 887-892, 2013.