

Manejo de plantas daninhas em milho RR[®] com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate

Weed management in RR[®] maize with herbicides applied isolated or associated with glyphosate

Felipe José Menin Basso, Leandro Galon*, César Tiago Forte, Luciane Renata Agazzi, Felipe Nonemacher, Gismael Francisco Perin, Renan Carlos Fiabani & Fábio Luís Winter

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, RS, Brasil. *Autor para correspondência: leandro.galone@gmail.com.

Submissão: 15/08/2017 | Aceite: 09/05/2018

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura de tanque na cultura do milho RR[®]. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: testemunha infestada, testemunha capinada, glyphosate, glyphosate + [atrazine + simazine], glyphosate + [atrazine + simazine], glyphosate + tembotrione, glyphosate + mesotrione, glyphosate + nicosulfuron, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + [atrazine + S-metolachlor], glyphosate + [atrazine + S-metolachlor], glyphosate + S-metolachlor, glufosinate ammonium, [nicosulfuron + mesotrione], glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione] e glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione] + [atrazine + simazine]. A fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas ao híbrido de milho SYN Supremo VIP3 e o controle de *Urochloa plantaginea* e de *Digitaria ciliaris* foram avaliados aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Na pré-colheita da cultura, determinou-se o controle das plantas daninhas e, em dez plantas por unidade experimental, foram analisadas as variáveis relacionadas aos componentes de rendimento de grãos, como altura de inserção da espiga, comprimento da espiga, o número de fileiras e de grãos por fileiras e por espigas de milho. Na colheita do milho, avaliou-se a massa de mil grãos e a produtividade de grãos. Observou-se que todos os tratamentos herbicidas ocasionaram baixa fitotoxicidade ao milho, exceto a mistura em tanque aplicada em pós-emergência composta por glyphosate + 2,4-D e glyphosate + mesotrione, que demonstraram as maiores injúrias nas quatro épocas avaliadas. A maioria dos herbicidas mostrou bom controle de *D. ciliaris* e *U. plantaginea*, com exceção da mistura de glyphosate + 2,4-D na pré-colheita. A mistura em tanque de glyphosate + [atrazine + simazine] aplicada em pós-emergência demonstrou a maior produtividade de grãos. Conclui-se que, dependendo da associação de herbicidas, ocorre efeito sinérgico tanto para o controle das plantas daninhas como para a fitotoxicidade da cultura, sendo a produtividade de grãos a principal variável influenciada.

PALAVRAS-CHAVE: *Digitaria ciliaris*, *Urochloa plantaginea*, *Zea mays*.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effectiveness, selectivity and effect on yield components of RR[®] maize as a function of herbicide application, applied alone or in a tank mix. The experiment was conducted in a randomized block design, with four replications, and treatments were control without weeding, control with weeding, glyphosate, glyphosate + [atrazine+simazine], glyphosate + [atrazine + simazine], glyphosate + tembotrione, glyphosate+mesotrione, T8-glyphosate + nicosulfuron, glyphosate + 2,4-D, glyphosate + [atrazine + S-metolachlor], T11-glyphosate + (atrazine + S-metolachlor), glyphosate + S-metolachlor, glufosinate ammonium, [nicosulfuron + mesotrione], glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione] and glyphosate + [nicosulfuron+mesotrione] + [atrazine + simazine]. Herbicide phytotoxicity to a SYN Supremo VIP3 maize hybrid and control of *Urochloa plantaginea* and *Digitaria ciliaris* were evaluated at 7, 14, 21 and 28 days after treatment application. Prior to crop harvest, we determined weed control and, in ten plants per experimental unit, the variables related to grain yield components such as ear insertion height, ear length, number of rows and grains per rows on the ears of corn. During harvest, the mass of one thousand grains and yield were evaluated. It was observed that all herbicide treatments caused low phytotoxicity in maize, except for the post-emergence tank mix composed of glyphosate + 2,4-D and glyphosate + mesotrione, that showed the highest injuries in the four evaluated periods. Most of the herbicides showed good control of *D. ciliaris* and *U. plantaginea*, except for the pre-harvest mixture of glyphosate + 2,4-D. The post-emergence glyphosate + [atrazine + simazine] tank mix demonstrated the highest grain yield. It can be concluded, therefore, that depending on the association of herbicides,

synergistic effect occurs for both weed control and crop phytotoxicity, being productivity being the main influenced variable.

KEYWORDS: *Digitaria ciliaris*, *Urochloa plantaginea*, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é de grande importância tanto para a alimentação humana e animal como para a produção de energias renováveis. No Brasil, na safra 2016/17 a área semeada foi de aproximadamente 17 milhões de hectares, com produtividade média de 5.305 kg ha⁻¹ (CONAB 2017). O País ocupa a terceira posição na produção mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (FAO 2017).

As culturas agrícolas, entre elas o milho, dependem de fatores ambientais, os quais influenciam no seu crescimento e desenvolvimento. Sabe-se que, além dos fatores climáticos e edáficos, as plantas daninhas podem comprometer a produtividade das culturas e interferir no sistema de produção empregado (WANDSCHEER et al. 2014). Entre as plantas daninhas que competem com o milho pelos recursos do ambiente, destacam-se *U. plantaginea* (Link) R. D. Webster (papuã) e *D. ciliaris* (Retz.) Koeler (milhã), as quais são encontradas em várias localidades do Brasil, principalmente na região Sul. Essas plantas daninhas, ao infestarem a cultura do milho, dificultam o controle químico, por haver poucos herbicidas graminicidas que sejam eficientes e ao mesmo tempo apresentem seletividade ao milho. De acordo com MEROTTO JUNIOR et al. (1997), a eficácia de controle e a seletividade dos herbicidas dependem de fatores como: características físico-químicas do produto, condições edafoclimáticas, época de aplicação e espécies de plantas daninhas a serem controladas.

U. plantaginea e *D. ciliaris* afetam negativamente os componentes de rendimento e a produtividade de grãos do milho quando em competição com a cultura, ocasionando perdas de 85 a 100% (KARAM & MELHORANÇA 2002, GALON et al. 2010, DAN et al. 2010). Devido aos prejuízos que essas plantas daninhas trazem para as culturas, medidas de controle precisam ser tomadas. O método químico é o mais empregado na atualidade, pela facilidade, eficácia e baixo custo quando comparado com outros métodos de controle (TIMOSSI & FREITAS 2011).

Com a introdução de híbridos de milho resistentes ao glyphosate, tem-se mais uma alternativa para o controle de plantas daninhas, porém muitas espécies apresentam resistência a esse herbicida em razão do uso repetitivo e da ausência de rotação de mecanismos de ação na lavoura (AGOSTINETTO & VARGAS 2014). A associação do glyphosate com herbicidas que pertençam a outros mecanismos de ação pode ser uma alternativa para diminuir a seleção de novos biótipos resistentes e manejar aquelas plantas daninhas que já apresentam resistência a herbicidas (AGOSTINETTO & VARGAS 2014). Já existem casos de resistência no Brasil de espécies de plantas daninhas pertencentes ao gênero *Urochloa* spp. e também de *Digitaria* spp. aos herbicidas inibidores de ALS e de fotossistema II, sendo possível a existência de alguns biótipos resistentes ao mecanismo de ação inibidor de EPSPs (AGOSTINETTO & VARGAS 2014).

As misturas em tanque são feitas para ampliar o espectro e melhorar o controle das plantas daninhas, constituindo-se em importantes ferramentas para o manejo de biótipos resistentes ou tolerantes, principalmente quando se usam dois ou mais mecanismos de ação associados (AGOSTINETTO & VARGAS 2014). Essas associações de herbicidas proporcionam bons níveis de controle, mostrando-se eficientes para o manejo, além de apresentarem baixa toxicidade à cultura do milho (CARVALHO et al. 2010). A mistura de atrazine e nicosulfuron, quando aplicada em pós-emergência inicial das plantas daninhas, apresentou-se como alternativa interessante para o controle de *U. plantaginea* no milho, mantendo a cultura no limpo por todo o seu ciclo (GALON et al. 2010).

A produtividade de grãos do milho está diretamente ligada ao manejo adotado com as plantas daninhas que infestam a cultura, e o método de controle mais usado é o químico. No entanto, para utilização dos herbicidas, há necessidade de identificar a seletividade deles, a fim de que não comprometam o desenvolvimento da cultura, como demonstrado por PETER et al. (2011), que, ao aplicarem lactofen, flumioxazin e a associação destes herbicidas, verificaram baixa produtividade do milho, com redução de até 61% do rendimento de grãos. É importante avaliar alguns herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura de tanque com o glyphosate, como forma alternativa para o controle de plantas daninhas infestantes do milho, aumentando assim o espectro de controle e minimizando os problemas com a resistência de espécies.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas aplicados isolados ou em mistura de tanque na cultura do milho RR[®].

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim, RS, de novembro de 2015 a abril de 2016. A semeadura do milho foi efetuada em sistema de plantio direto instalado há cinco anos no local; 30 dias antes dessa operação, efetuou-se a dessecação da vegetação, composta de aveia-preta e nabo, com os herbicidas glyphosate + 2,4-D na dose de 1.440 + 1.209 g ha⁻¹ de i.a., respectivamente.

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com 16 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos herbicidas avaliados foram: glyphosate, [atrazine + simazine], tembotrione, mesotrione, nicosulfuron, 2,4-D, [atrazine + S-metolachlor], S-metolachlor, glufosinate ammonium, [nicosulfuron + mesotrione], os quais estão descritos na Tabela 1, juntamente com as doses e modalidades de aplicação.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento, respectivas doses e época de aplicação para controle de plantas daninhas no híbrido de milho SYN Supremo Vip3. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Table 1. Treatments used in the experiment, respective doses and time of application for weed control in the SYN Supremo Vip3 corn hybrid. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Tratamentos	Doses g ha ⁻¹ i.a ou e.a	Adjuvante
Testemunha infestada	-	-
Testemunha capinada	-	-
[Atrazine+simazine] ¹ + glyphosate ²	1080+(1250+1250)	-
Glyphosate ²	1080	-
Glyphosate ² + [atrazine + simazine] ²	1080+(1250+1250)	Joint Oil (0,75)
Glyphosate ² + tembotrione ²	1080+100,8	Aureo (1,00)
Glyphosate ² + mesotrione ²	1080+192	Joint Oil (0,75)
Glyphosate ² + nicosulfuron ²	1080+45	Joint Oil (0,10)
Glyphosate ² + 2,4-D ²	1080+1005	-
[Atrazine + S-metolachlor] ¹ + glyphosate ²	1080+(1480+920)	-
Glyphosate ² + [atrazine + S-metolachlor] ²	1080+(1480+920)	-
Glyphosate ² + S-metolachlor ¹	1080+1440	-
Glufosinate ammonium ²	400	-
[Nicosulfuron + mesotrione] ²	23,4+109,4	Nimbus (0,75)
Glyphosate ² + [nicosulfuron+mesotrione] ²	1080+(23,4+109,4)	Nimbus (0,75)
[Atrazine+simazine] ¹ + glyphosate ² + [nicosulfuron+mesotrione] ²	1080+(23,4+109,4)+(1250+1250)	Nimbus (0,75)

Aplicação dos herbicidas em pré-emergência da cultura e das plantas daninhas. ²Aplicação dos herbicidas em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas.

A correção da fertilidade do solo foi feita de acordo com a sua análise química e seguindo as recomendações de adubação para a cultura do milho (CQFS-RS/SC 2004). A adubação química no sulco de semeadura foi de 327 kg ha⁻¹ da fórmula 05-30-15 de N-P-K, e a aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizada em dois momentos: nos estádios V5 e V8 da cultura, na dose de 90 kg ha⁻¹ de N em cada estádio. A semeadura do milho foi feita em 29/10/2015, de forma mecanizada, utilizando-se o híbrido SYN Supremo Vip3. A semeadura foi realizada adotando-se espaçamento entre linhas de 0,5 m e densidade de semeadura que permitisse a obtenção de população equivalente a 70.000 plantas ha⁻¹.

Cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela de 15 m² (5 x 3 m), semeadas com seis linhas da cultura, em espaçamento de 0,5 m. As densidades médias das plantas daninhas presentes na área experimental foram de 215 e 87 plantas m⁻² de *U. plantaginea* e *D. ciliaris*, respectivamente.

A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, mantendo-se a pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida. As condições no momento da aplicação em pré-emergência (29/10/2015) eram: céu limpo, temperatura do ar de 31 °C, umidade relativa do ar de 40%, solo úmido e vento de 6,5 km h⁻¹. Já na aplicação em pós-emergência (30/11/2015), o céu apresentava-se parcialmente nublado, com temperatura do ar de 24 °C, umidade relativa do ar de 63%, solo úmido e vento de 3,06 km h⁻¹. No momento da aplicação dos herbicidas pós-emergentes a cultura apresentava-se com 5 a 6 folhas completamente desenvolvidas (estádios V5 a V6), e as plantas daninhas, com 2 a 4 folhas.

As avaliações de fitotoxicidade das plantas de milho e o controle de *U. plantaginea* e *D. ciliaris* foram realizados aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), além do controle das plantas daninhas na pré-colheita da cultura. Para avaliar a fitotoxicidade e o controle dos herbicidas, foram

atribuídas notas percentuais, sendo a nota zero (0%) correspondente aos tratamentos com ausência de controle de *U. plantaginea* e/ou de *D. ciliaris* ou fitotoxicidade à cultura, e a nota 100 (100%), ao controle total das plantas daninhas ou morte completa das plantas de milho (SBCPD 1995).

As variáveis avaliadas na pré-colheita do milho foram: a altura de inserção da espiga (AIE), na qual se aferiu a leitura com uma régua, desde a base da planta até a inserção da primeira espiga das plantas de milho; e o comprimento de espiga (CE), o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga, que foram determinados de forma aleatória em 10 plantas de cada unidade experimental. O CE foi efetuado com auxílio de uma régua graduada em milímetros (mm). O número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga foram determinados por contagem.

A colheita do milho foi realizada quando os grãos atingiram 20% de umidade, em área útil de 3 m² por unidade experimental, efetuando-se posteriormente a trilha, com trilhadeira de milho. Determinou-se também a massa de mil grãos (g), contando-se oito amostras de 100 grãos em cada repetição e pesando-as em balança analítica. Para as análises, a umidade dos grãos foi ajustada para 13%, e os dados de produtividade foram extrapolados para kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua homocedasticidade e normalidade, para testar se apresentavam homogeneidade de variância e distribuição normal, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F; sendo eles significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis avaliadas, fitotoxicidade do milho, controle de *U. plantaginea* e *D. ciliaris* e efeito dos herbicidas sobre os componentes de rendimento de grãos do milho, ocorreu efeito significativo dos tratamentos (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Tabela 2. Fitotoxicidade (%) ao híbrido de milho SYN Supremo Vip3 em função da aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Table 2. Phytotoxicity (%) to the SYN Supremo Vip3 corn hybrid as a function of pre and post-emergence herbicide application. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Tratamentos	Modalidade	Fitotoxicidade (%)			
		7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunha infestada	-	0 f	0 e	0 c	0 c
Testemunha capinada	-	0 f	0 e	0 c	0 c
[Atrazine + simazine] + glyphosate	Pré/Pós	6 e	5 c	0 c	0 c
Glyphosate	Pós	4 e	3 d	0 c	0 c
Glyphosate + [atrazine+simazine]	Pós	4 e	4 d	0 c	0 c
Glyphosate + tembotrione	Pós	8 d	5 c	0 c	0 c
Glyphosate + mesotrione	Pós	22 b	9 b	6 b	5 b
Glyphosate + nicosulfuron	Pós	10 c	4 d	0 c	0 c
Glyphosate + 2,4-D	Pós	29 a	13 a	34 a	28 a
[Atrazine + S-metolachlor] + glyphosate	Pré/Pós	5 e	0 e	0 c	0 c
Glyphosate + [atrazine + S-metolachlor]	Pós	6 e	3 d	0 c	0 c
S-metolachlor + glyphosate	Pré/Pós	5 e	2 d	0 c	0 c
Glufosinate ammonium	Pós	8 d	4 d	0 c	0 c
[Nicosulfuron + mesotrione]	Pós	6 e	4 d	0 c	0 c
Glyphosate + [nicosulfuron+ mesotrione]	Pós	7 d	5 c	0 c	0 c
[Atrazine + simazine] + glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]	Pré/Pós	6 e	0 e	0 c	0 c
CV (%)		21,58	28,10	48,61	39,94

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Os resultados demonstram que a aplicação dos herbicidas ocasionou fitotoxicidade ao milho que foi de 3% a 34%, dos 7 até os 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). O uso de glyphosate + 2,4-D, em mistura de tanque, ocasionou as maiores fitotoxicidades ao milho em todas as épocas avaliadas, seguido de glyphosate + mesotrione. Os sintomas de danos ocasionados pelo uso do glyphosate + 2,4-D foram: enrolamento das folhas, menor porte das plantas, menor fechamento das entrelinhas e deformações ou reduzido crescimento radicular. REIS et al. (2010) encontraram resultados similares, em relação às injúrias observadas no presente trabalho, ao avaliarem a seletividade de doses de 2,4-D aplicadas sobre o milho em pré e pós-emergência. A aplicação de glyphosate + mesotrione demonstrou clorose e albinismo

acentuados nas folhas de milho principalmente nas épocas iniciais de avaliação, porém a cultura, com o passar do tempo, recuperou-se desses danos. FREITAS et al. (2009) também observaram sintomas semelhantes ao aplicarem o mesotrione em cultivares de milho-pipoca. Os demais tratamentos herbicidas apresentaram injúrias abaixo de 9% até os 14 DAT; após os 21 DAT, os danos sobre as plantas de milho desaparecem por completo, exceto para o tratamento composto de glyphosate + 2,4-D e o glyphosate + mesotrione (Tabela 2).

A aplicação dos herbicidas mesotrione + atrazina, atrazina, tembotrione, tembotrione + atrazina e nicosulfuron + atrazina no híbrido de milho BRS 1030 após os 14 DAT ocasionou fitotoxicidade abaixo de 2,5% (ADEGAS et al. 2011). O uso de mesotrione em milho-pipoca em pós-emergência provocou clorose e albinismo nas folhas; as variedades UNB2UC3, Amarelo, UFV, PR-023, Branco, SE-013, Angela e Viçosa-Maringá recuperaram-se com o desenvolvimento da cultura, ao passo que para as variedades PA-038, UFV e Beija-Flor os sintomas se agravaram com a morte das plantas (FREITAS et al. 2009). Em milho BRS 1030, ao se aplicar o mesotrione (60, 90 e 120 g ha⁻¹) e o tembotrione (50,4, 75,6 e 100,8 g ha⁻¹), observou-se apenas leve branqueamento em algumas folhas das plantas (ADEGAS et al. 2011).

A mistura em tanque de glyphosate + 2,4-D causou o maior índice de fitotoxicidade, com ocorrência de enrolamento das folhas, menor porte das plantas, menor fechamento das entrelinhas e deformações ou reduzido crescimento radicular, conforme já descrito, em todas as avaliações (Tabela 2), não se recomendando essa associação, nas doses em que foram aplicadas sobre o híbrido de milho SYN Supremo Vip3. Em estudo realizado por REIS et al. (2010) observou-se que o incremento das doses de 2,4-D levou ao aumento dos sintomas de fitotoxicidade nas plantas de milho da cultivar ORION. Em outra pesquisa, o 2,4-D (0,75 e 1,5 L ha⁻¹) aplicado aos 15 dias após a semeadura, em mistura com o pendimethalin ou de forma isolada, mesmo nas maiores doses não apresentou sintomas de fitotoxicidade para o híbrido de milho AG 1051 (DUARTE et al. 2016).

No tocante ao controle de *U. plantaginea*, observou-se nas avaliações que todos os tratamentos foram eficientes no controle, exceto a aplicação de [nicosulfuron + mesotrione] aos 7 e 14 DAT e de glyphosate + 2,4-D na pré-colheita do milho (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de controle de *Urochloa plantaginea* em função da aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Table 3. Percentage control of *Urochloa plantaginea* as a function of pre and post-emergence herbicide application. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Tratamentos	Modalidade	Controle de papuã (%)				
		7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	Pré Colheita
Testemunha infestada	-	0 d	0 d	0 c	0 c	0 c
Testemunha capinada	-	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
[Atrazine + simazine] + glyphosate	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	95 b	93 a
Glyphosate	Pós	97 b	100 a	100 a	97 a	96 a
Glyphosate + [atrazine + simazine]	Pós	98 b	100 a	100 a	97 a	95 a
Glyphosate + tembotrione	Pós	98 b	100 a	100 a	96 a	90 a
Glyphosate + mesotrione	Pós	97 b	100 a	100 a	96 a	94 a
Glyphosate + nicosulfuron	Pós	98 b	100 a	100 a	97 a	92 a
Glyphosate + 2,4-D	Pós	99 a	100 a	100 a	94 b	47 b
[Atrazine + S-metolachlor] + glyphosate	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	97 a	95 a
Glyphosate + [atrazine + S-metolachlor]	Pós	97 b	100 a	100 a	97 a	97 a
S-metolachlor + glyphosate	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	93 b	88 a
Glufosinate ammonium	Pós	95 b	93 b	98 a	91 b	90 a
[Nicosulfuron + mesotrione]	Pós	66 c	88 c	94 b	94 b	94 a
Glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]	Pós	97 b	100 a	100 a	97 a	90 a
[Atrazine + simazine] + glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	96 a	94 a
CV (%)		2,33	1,50	1,52	2,47	6,53

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Salienta-se que, para ser considerado eficiente, um herbicida precisa apresentar controle de determinada planta daninha superior a 80% (OLIVEIRA et al. 2009). Assim, todos os tratamentos herbicidas testados no presente estudo mostraram índice de controle superior a 80% a partir dos 14 DAT, permanecendo até a pré-colheita, com exceção da mistura em tanque de glyphosate + 2,4-D. No entanto, convém destacar que determinadas plantas daninhas, mesmo em baixas populações, podem diminuir

drasticamente a produtividade do milho, como é o caso de *U. plantaginea*, que apresenta elevada habilidade competitiva quando infesta essa cultura (GALON et al. 2008), reduzindo em até 98% a produtividade de grãos caso nenhuma medida de controle seja adotada (GALON et al. 2010). Por esse motivo, é fundamental o controle do papuã mesmo quando aparecer em baixas densidades nas lavouras de milho.

Para controle de *U. plantaginea*, os tratamentos herbicidas que se igualaram à testemunha capinada em todas as épocas de avaliação (7, 14, 21 e 28 DAT e pré-colheita do milho) em aplicação de pré-emergência foram a mistura de [atrazine + S-metolachlor], seguida da aplicação em pós-emergência de glyphosate, e o tratamento com uso em pré-emergência de [atrazine + simazine], seguido da mistura em tanque em pós-emergência de glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]. Os tratamentos aplicados com herbicidas em pré e pós-emergência da cultura e das plantas daninhas mostraram controle satisfatório para este estudo. A aplicação de atrazine + mesotrione (800 + 90 g ha⁻¹) e atrazine + tembotrione (800 + 50 g ha⁻¹) em pós-emergência do milho apresentou excelente resultado de controle (>95), não diferindo da testemunha capinada, para as plantas de *Amaranthus hybridus*, *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Raphanus raphanistrum* e *Richardia brasiliensis* nas avaliações de 7, 14, 28 e 42 DAA (ADEGAS et al. 2011).

Ressalta-se que alguns herbicidas apresentam controle mais lento das plantas daninhas, como é o caso dos inibidores de ALS (nicosulfuron); nas avaliações mais tardias, quando associados com atrazine, apresentam elevada eficácia no manejo de infestantes do milho, atingindo níveis superiores a 99% de controle aos 45 dias após a aplicação (CARVALHO et al. 2010). O nicosulfuron vem sendo utilizado em misturas de tanque, em especial junto com atrazine (GALON et al. 2010), para controle de dicotiledôneas como *Ipomoea* spp., *Euphorbia heterophylla*, *Bidens* spp., entre outras plantas que necessitam de associações para aumentar o espectro de controle (TIMOSSI & FREITAS 2011) ou mesmo para possibilitar o manejo de plantas daninhas resistentes aos inibidores de ALS ou daquelas resistentes aos inibidores do fotossistema II (AGOSTINETTO & VARGAS 2014).

Os tratamentos envolvendo o uso de [atrazine + simazine] em mistura de tanque com outros herbicidas, tanto em pré como em pós-emergência do milho, apresentaram os melhores resultados em se tratando do controle de *U. plantaginea*, evidenciando assim uma alternativa interessante para o manejo de plantas daninhas. O uso de nicosulfuron + atrazine em mistura de tanque, aplicados em pós-emergência do milho, demonstrou resultados eficientes para controle de *U. plantaginea*, mantendo o milho livre da interferência dessa planta daninha, a qual, caso não controlada, poderá ocasionar perdas de até 98% na produtividade de grãos (JAKELAITIS et al. 2006, GALON et al. 2010). Observaram-se níveis de controle próximos aos 70% ao se aplicar atrazine em pré-emergência de forma isolada para controle de *U. plantaginea* em populações elevadas, nível este considerado insatisfatório (MARCHESAN et al. 2013). O controle aquém do esperado, possivelmente, está associado ao fato de que a atrazine, quando aplicada isoladamente, não tem ação de controle efetiva sobre algumas gramíneas em comparação com a aplicação em mistura de tanque com outros herbicidas, em especial o nicosulfuron (GALON et al. 2010).

Nas avaliações realizadas aos 21 e 28 DAT, todos os tratamentos apresentaram bom controle de *U. plantaginea*, com índices acima de 91%, mostrando assim que eles foram eficientes no controle dessa planta daninha. Resultados semelhantes foram encontrados por GALON et al. (2010) ao utilizarem os herbicidas S-metolachlor e nicosulfuron + atrazine para controle de papuã em milho.

Os tratamentos envolvendo a aplicação de [atrazine + simazine], [atrazine + S-metolachlor] e S-metolachlor em pré-emergência e de glyphosate em pós-emergência das plantas de milho e de *D. ciliaris* ocasionaram índices de controle semelhantes entre si e também com a testemunha capinada durante todo o período (Tabela 4).

Na avaliação da porcentagem de controle na pré-colheita do milho, percebe-se que os únicos tratamentos que apresentaram índice de controle de *D. ciliaris* abaixo do recomendado, <80% (OLIVEIRA et al. 2009), foram com as aplicações da mistura comercial de nicosulfuron + mesotrione aos 7 DAT e a mistura em tanque de glyphosate + 2,4-D e de glufosinate ammonium.

O uso da mistura em tanque de glyphosate + 2,4-D apresentou, tanto para *U. plantaginea* (Tabela 3) quanto para *D. ciliaris* (Tabela 4), índices de controle abaixo de 50%, não se recomendando o uso dessa mistura para controle em híbridos de milho resistente ao glyphosate. Esse baixo índice de controle na pré-colheita do milho deve-se ao fato de que o uso de glyphosate + 2,4-D em milho resistente ao glyphosate ocasiona elevada fitotoxicidade para a cultura (Tabela 2); desse modo, não há o fechamento das entrelinhas, ocorrendo passagem de luz e novos fluxos de plantas daninhas, já que os mesmos produtos não apresentam residual de solo. Ressalta-se também que o uso de glyphosate + 2,4-D em milho resistente ao glyphosate, no presente experimento, ocasionou deformações no sistema radicular, enrolamento das

folhas e queda das plantas da cultura, o que também impede que o milho absorva de modo adequado água, nutrientes e luz, reduzindo a competitividade com as plantas daninhas. Injúrias em plantas de milho da cultivar ORION foram constatadas com doses de 2,4-D acima de 1,5 L ha⁻¹, aplicado de forma isolada na pós-emergência da cultura, chegando em torno de 33% quando esta dose foi aumentada para 2 L ha⁻¹ (REIS et al. 2010).

Tabela 4. Porcentagem de controle de *Digitaria ciliaris* em função da aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Table 4. Percentage of control of *Digitaria ciliaris* as a function of pre and post-emergence herbicide application. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Tratamentos	Modalidade	Controle de milhã (%)				
		7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	Pré-Colheita
Testemunha infestada	-	0 d	0 d	0 c	0 c	0 d
Testemunha capinada	-	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
[Atrazine + simazine] + glyphosate	Pré/Pós	100 a	100 a	99 a	95 a	93 a
Glyphosate	Pós	98 b	100 a	100 a	97 a	98 a
Glyphosate + [atrazine+simazine]	Pós	98 b	100 a	100 a	97 a	100 a
Glyphosate + tembotrione	Pós	98 b	100 a	100 a	96 a	95 a
Glyphosate + mesotrione	Pós	98 b	100 a	100 a	96 a	99 a
Glyphosate + nicosulfuron	Pós	98 b	100 a	100 a	97 a	97 a
Glyphosate + 2,4-D	Pós	99 a	100 a	99 a	95 a	50 c
[Atrazine + S-metolachlor] + glyphosate	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	97 a	100 a
Glyphosate + [atrazine + S-metolachlor]	Pós	98 b	100 a	98 a	97 a	99 a
S-metolachlor + glyphosate	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	97 a	90 a
Glufosinate ammonium	Pós	97 b	94 b	95 b	92 b	77 b
[Nicosulfuron + mesotrione]	Pós	66 c	92 c	93 b	91 b	84 b
Glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]	Pós	98 b	100 a	100 a	96 a	92 a
[Atrazine + simazine] + glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]	Pré/Pós	100 a	100 a	100 a	96 a	98 a
CV (%)		1,95	1,39	2,10	2,43	6,52

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Na avaliação de pré-colheita, observou-se que glufosinate ammonium e a mistura comercial composta de [nicosulfuron + mesotrione] foram superiores somente em relação à testemunha infestada, com controle inferior ao dos demais tratamentos (Tabela 4). Esses resultados devem-se ao fato de que ocorreram novos fluxos de germinação de plantas de *D. ciliaris*; os herbicidas glufosinate ammonium e a mistura de [nicosulfuron + mesotrione] não apresentam efeito residual e, com isso, possibilitaram a reinfestação das plantas daninhas, no caso do glufosinate ammonium, ocorreu o rebrote de plantas. Em lavouras de algodão, o uso de glufosinate ammonium de forma isolada nas doses de 300 a 500 g ha⁻¹ não proporcionou controle satisfatório de *Commelina benghalensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla* (RAIMONDI et al. 2012). O controle de *D. ciliaris* com aplicação isolada de nicosulfuron foi satisfatório com o uso da dose mais elevada (60 g ha⁻¹), porém, ao se associar esse herbicida ao atrazine, todas as doses avaliadas foram eficazes, demonstrando assim que o residual do atrazine se torna interessante no manejo dessa planta daninha infestante do milho (TIMOSSI & FREITAS 2011).

Nenhum dos tratamentos testados ocasionou diferenças significativas nas variáveis altura de inserção da espiga, comprimento de espigas e número de grãos por fileira do milho (dados não apresentados). BARROS et al. (2000) não observaram efeito de herbicidas na variável altura de inserção da espiga do milho AG-5011, utilizando os herbicidas atrazine + metolachlor (1.400 + 2.100 g ha⁻¹), atrazine + metolachlor + nicosulfuron (1.000 + 1.500 + 12 g ha⁻¹), atrazine + nicosulfuron (1.600 + 20 g ha⁻¹), atrazine + nicosulfuron (1.000 + 40 g ha⁻¹) e nicosulfuron (50 g ha⁻¹), o que corrobora os resultados encontrados no presente estudo. Quanto a comprimento de espiga e número de fileiras por espiga, resultados contraditórios foram encontrados por GALON et al. (2010), sendo esses componentes de rendimento de grãos do milho afetados conforme os herbicidas eram aplicados na cultura para controle de *U. plantaginea*. As diferenças entre o presente trabalho e o de GALON et al. (2010) podem ser decorrentes das condições de clima e solo, do manejo com a cultura, dos herbicidas e doses testados ou também do híbrido de milho objeto de estudo.

Os resultados demonstram menor número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) nos tratamentos em que se aplicou em pós-emergência a mistura de tanque

de glyphosate + mesotrione, em pré e pós-emergência [atrazine + S-metolachlor] e, associado a esses, o glyphosate (Tabela 5).

Os resultados negativos encontrados para as variáveis NGF, MMG e PROD quando da aplicação de [atrazine + S-metolachlor - pré e pós], nicosulfuron e mesotrione associados ao glyphosate não diferiram da testemunha infestada, o que possivelmente está relacionado à fitotoxicidade ocasionada na fase inicial da cultura, em que são determinados esses componentes de rendimento do milho. Em pesquisa realizada por PETER et al. (2011), a aplicação de herbicidas como lactofen (96 e 192 g ha⁻¹), flumioxazin (25 e 50 g ha⁻¹) e lactofen + flumioxazin (96 + 25 g ha⁻¹; 192 + 50 g ha⁻¹) mostrou níveis de redução de até 61% da produtividade de grãos de milho A 2555.

Tabela 5. Número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG - g) e produtividade (PROD kg ha⁻¹) em função da aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Table 5. Number of grains per row (NGF), mass of thousand grains (MMG - g) and productivity (PROD kg ha⁻¹) to the application of pre- and post-emergence herbicides. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Tratamentos	Época de aplicação	NGF	MMG g	PROD kg ha ⁻¹
Testemunha infestada	-	18,33 b	353 a	1846 d
Testemunha capinada	-	20,27 a	370 a	3309 b
[Atrazine + simazine] + glyphosate	Pré/Pós	20,30 a	347 a	2718 c
Glyphosate	Pós	20,26 a	344 a	2623 c
Glyphosate + [atrazine + simazine]	Pós	21,70 a	358 a	4788 a
Glyphosate + tembotrione	Pós	20,35 a	332 b	3096 b
Glyphosate + mesotrione	Pós	18,65 b	333 b	1636 d
Glyphosate + nicosulfuron	Pós	16,73 b	339 b	3190 b
Glyphosate + 2,4-D	Pós	19,87 a	327 b	2225 c
[Atrazine + S-metolachlor] + glyphosate	Pré/Pós	18,80 b	331 b	1897 d
Glyphosate + [atrazine + S-metolachlor]	Pós	18,69 b	333 b	1856 d
S-metolachlor + glyphosate	Pré/Pós	21,85 a	352 a	2281 c
Glufosinate ammonium	Pós	20,15 a	340 b	2262 c
[Nicosulfuron + mesotrione]	Pós	20,00 a	347 a	2878 b
Glyphosate + [nicosulfuron+mesotrione]	Pós	20,53 a	349 a	2446 c
[Atrazine + simazine] + glyphosate + [nicosulfuron + mesotrione]	Pré/Pós	21,27 a	352 a	1811 d
CV (%)		8,97	4,44	15,08

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Para a massa de mil grãos (MMG), as associações de glyphosate com tembotrione, mesotrione, nicosulfuron, 2,4-D, [atrazine + S-metolachlor - aplicado em pré e pós] e o uso isolado de glufosinate ammonium foram menores que os da testemunha infestada, os quais não diferiram dos melhores tratamentos (Tabela 5). Quando um herbicida ocasiona diminuição na variável NGF, possivelmente há distribuição maior de fotoassimilados para os grãos, e, assim, a MMG pode aumentar. Contrariamente ao observado neste trabalho, DAN et al. (2010), ao avaliarem a MMG, não encontraram diferenças ao aplicarem os herbicidas atrazine, atrazine + S-metolachlor, S-metolachlor, [atrazine + simazine] na pré-emergência do híbrido de milho Pioneer 30F35.

A produtividade de grãos do milho foi estatisticamente superior e diferiu de todos os demais tratamentos ao se usar em mistura de tanque o glyphosate com a mistura comercial de [atrazine + simazine] em pós-emergência das plantas daninhas e da cultura (Tabela 5). A atrazine é muito utilizada no manejo de plantas daninhas, pois, além do custo baixo, proporciona bom controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas, bem como baixa fitotoxicidade, garantindo assim boa produtividade ao milho (WILLIAMS et al. 2010), em especial quando misturada com outros herbicidas de diferentes mecanismos de ação para aumentar o espectro de controle.

A aplicação em pós-emergência das misturas de tanque de glyphosate + tembotrione, glyphosate + nicosulfuron e da mistura comercial de [nicosulfuron + mesotrione] foi igual estatisticamente à da testemunha capinada (Tabela 5).

A associação de glyphosate + mesotrione apresentou uma das mais baixas PROD (Tabela 5), o que pode estar relacionado à fitotoxicidade ocasionada na cultura (Tabela 2). O mesotrione, quando em mistura com nicosulfuron ou atrazine, não mostrou diferenças significativas dos demais herbicidas quanto à produtividade de grãos de milho (CARVALHO et al. 2010). Além da associação de glyphosate + mesotrione,

o glyphosate + 2,4-D apresentou elevada fitotoxicidade no milho e, conseqüentemente, baixa PROD; esse fato demonstra que algumas misturas podem potencializar seus efeitos fitotóxicos e interferir na produtividade de grãos da cultura.

A maior PROD obtida neste experimento foi o uso da associação de glyphosate + [atrazine + simazine] com 4.788 kg ha^{-1} , porém este valor está abaixo da produtividade média nacional, que é de 5.293 kg ha^{-1} (CONAB 2017). Essa baixa PROD no presente estudo está relacionada ao período de estiagem, que ocorreu quando o milho estava iniciando o enchimento de grãos (R1 e R2), fase essa considerada crítica para obter alto rendimento, ou seja, não pode faltar água (FORNASIERI FILHO 2007). Destaca-se que a escassez de chuvas ocorreu até a metade do mês de janeiro; posteriormente, os índices pluviométricos normalizaram (Figura 1), porém o milho já havia passado do estágio de enchimento de grãos, visto que nessa fase a demanda por água é muito intensa (FORNASIERI FILHO 2007).

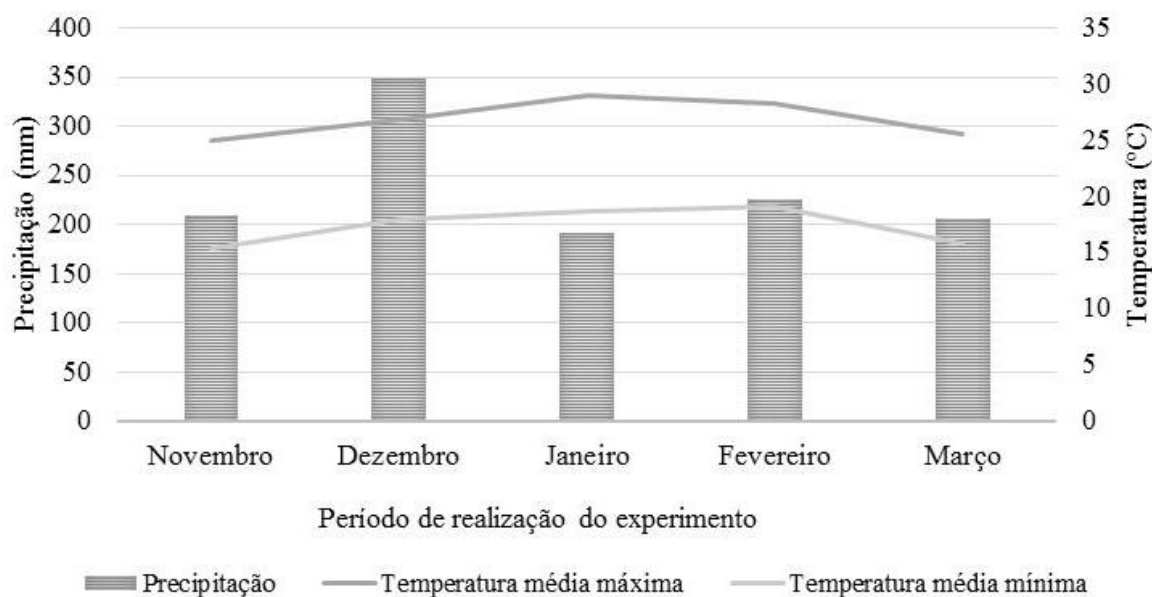


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) e temperaturas médias máxima e mínima no período de realização do experimento. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

Figure 1. Monthly rainfall (mm), average maximum and minimum temperature in the period of the experiment. UFFS, Erechim, RS, 2015/2016.

O melhor tratamento herbicida glyphosate + [atrazine + simazine – aplicado em pós-emergência] representou acréscimo de produtividade de grãos superior ao da testemunha infestada em 2.942 kg ha^{-1} (259%) e 1.479 kg ha^{-1} (45%), em relação à testemunha capinada. Ressalta-se que o controle das plantas daninhas se faz necessário para evitar perdas de rendimento da cultura, usando-se herbicidas ou capinas. Contudo, como as capinas podem danificar as raízes do milho ou ocasionar o rebrote das plantas daninhas, pode haver menor produtividade, como observado neste estudo. Além disso, o uso do método mecânico de controle (capina) em lavouras de milho é oneroso, pouco eficiente e demanda muita mão de obra, o que gera elevados custos, se comparado ao método químico de controle. Esse fato também foi relatado por GALON et al. (2012) ao trabalharem com o manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar com tratamentos envolvendo herbicidas e capinas.

CONCLUSÃO

A mistura em tanque de glyphosate + 2,4-D e glyphosate + mesotrione aplicada em pós-emergência causa a maior fitotoxicidade ao híbrido de milho SYN Supremo Vip3.

Com exceção da mistura de glyphosate + 2,4-D, todos os demais herbicidas são eficientes no controle de *U. plantaginea* e *D. ciliaris*.

A mistura em tanque de glyphosate + [atrazine + simazine], aplicada em pós-emergência do milho RR®, proporcionou a menor fitotoxicidade, o melhor controle das plantas daninhas e incremento da produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPERGS e ao FINEP, pelo auxílio financeiro à pesquisa e pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS FS et al. 2011. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à *Braquiária ruziziensis*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 46: 1226-1233.
- AGOSTINETTO D & VARGAS L. 2014. Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Pelotas: UFPel. 398p.
- BARROS AC et al. 2000. Efeito de herbicidas de pós-emergência, aplicados em várias épocas, comparados com atrazine + metolachlor, em pré-emergência, na cultura do milho. Revista Brasileira de Herbicidas 1: 207-212.
- CARVALHO FT et al. 2010. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. Revista Brasileira de Herbicidas 9: 35-41.
- CONAB. 2017. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- CQFS-RS/SC. 2004. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre. 400p.
- DAN HA et al. 2010. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. Pesquisa Agropecuária Tropical 40: 388-393.
- DUARTE ECC et al. 2016. Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. Agropecuária Técnica 37: 71-80.
- FAO. 2017. Food As Agricultural Organization. FAOSTAT data base for agriculture. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- FORNASIERI FILHO D. 2007. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: FUNEP. 576p.
- FREITAS SP et al. 2009. Fitotoxicidade de herbicidas a diferentes cultivares de milho-pipoca. Planta Daninha 27: 1095-1103.
- GALON L et al. 2008. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na região Sul do Rio Grande do Sul. Planta Daninha 26: 779-788.
- GALON L et al. 2010. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade do milho. Pesquisa Agropecuária Tropical 40: 414-421.
- GALON L et al. 2012. Eficiência de controle de *Brachiaria brizantha* e seletividade dos herbicidas {(diuron + hexazinone) + MSMA} aplicados à cultura da cana-de-açúcar. Planta Daninha 30: 367-376.
- JAKELAITIS A et al. 2006. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. Pesquisa Agropecuária Tropical 36: 53-60.
- KARAM D & MELHORANÇA AL. 2002. Cultivo do milho: plantas daninhas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Comunicado técnico, 58).
- MARCHESAN ED et al. 2013. Controle de papuã (*Urochloa plantaginea*) e produtividade de milho em solo argiloso através de formulação e doses de atrazina com liberação controlada. Ciência Rural 43: 1974-1980.
- MEROTTO JUNIOR A et al. 1997. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. Planta Daninha 15: 141-151.
- OLIVEIRA AR et al. 2009. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta*, *Tripogandra diuretica* na cultura do café. Planta Daninha 27: 823-830.
- PETTER FA et al. 2011. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. Semina: Ciências Agrárias 32: 855-864.
- RAIMONDI MA et al. 2012. Controle e reinfestação de plantas daninhas com associação de amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium em algodão Liberty Link®. Revista Brasileira de Herbicidas 11: 159-173.
- REIS TC et al. 2010. Efeitos de fitotoxicidade do herbicida 2,4-D no milho em aplicações pré e pós-emergência. Revista de Biologia e Ciências da Terra 10: 25-33.
- SBCPD. 1995. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD. 42p.
- TIMOSSI PC & FREITAS TT. 2011. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. Revista Brasileira de Herbicidas 10: 210-218.
- WANDSCHEER ACD et al. 2014. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 13: 129-141.
- WILLIAMS MM et al. 2010. Significance of atrazine in sweet corn weed management systems. Weed Technology 24: 139-142.