

CONTROLE QUÍMICO DE CAPIM-RABO-DE-BURRO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO**CHEMICAL CONTROL OF DONKEY-TAILED GRASS IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES**Adriana Almeida do Amarante^a, Mário Antonio Bianchi^b, Dirceu Agostinetto^a, Marcio Joel Royer^b, Maicon Fernando Schimitz^a^aDepartamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. ^bCooperativa Central Gaúcha Limitada. Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autor correspondente: 19dricaa@gmail.com.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO**Histórico do artigo:**

Recebido: 30 Junho 2020.

Aceito: 19 Março 2021.

Publicado: 31 Março 2021.

Palavras-chave/Keywords:*Schizachyrium microstachyum*/
Schizachyrium microstachyum.

planta daninha perene/ Perennial weed.

Manejo de inverno/ Winter
management.**Direito Autoral:** Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.**Citação deste artigo:**AMARANTE, A. A.; BIANCHI, M. A.; AGOSTINETTO, D.; ROYER, M. J.; SCHIMITZ, M. F. Controle químico de capim-rabo-de-burro em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 4. 2020.**RESUMO**

O capim-rabo-de-burro é uma Poaceae, considerada planta daninha recente nas lavouras de soja por seus crescentes níveis de infestação e dificuldades de controle. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de diferentes doses de herbicidas aplicados isolados ou em associação, no controle de capim-rabo-de-burro em diferentes estádios de aplicação. Foram realizados três experimentos, um em casa de vegetação com plantas em estágio inicial de desenvolvimento e dois a campo com touceiras. Os herbicidas testados foram glyphosate; fluazifop; sethoxydim; fenoxaprop; clethodim; quizalofop; haloxyfop; pinoxaden, nicosulfuron; glufosinate e as misturas de glyphosate com clethodim, quizalofop, haloxyfop ou sethoxydim. Os tratamentos com glyphosate, isolado ou em mistura, apresentaram maiores níveis de controle em todos experimentos. Além de glyphosate, glufosinate, clethodim, haloxyfop e sethoxydim foram eficientes no controle de capim-rabo-de-burro nos estádios iniciais de desenvolvimento. Para manejo de touceiras, os herbicidas glyphosate e haloxyfop isolados demonstraram eficiência superior a 90% independente da dose e clethodim e sethoxydim na dose mais alta. Os herbicidas pinoxaden e nicosulfuron não são alternativas para controle de capim-rabo-de-burro.

ABSTRACT

Donkey-tailed grass is a poaceae, considered a recent weed in soybean crops and its increasing the infestation's levels and the difficulty of control. Thus, this study aimed to evaluate the effectiveness of different doses of herbicides applied alone or mixed, to control donk-grass at different stages of development. Three experiments were conducted, first one in greenhouse with new plants and two experiments in the field with clumps. The treatments were glyphosate; fluazifop; sethoxydim; fenoxaprop; clethodim; quizalofop; haloxyfop; pinoxaden, nicosulfuron; glufosinate and mixtures of glyphosate with clethodim, quizalofop, haloxyfop or sethoxydim. Treatments with glyphosate, alone or mixed, showed higher levels of control in all experiments. Glyphosate, glufosinate, clethodim, haloxyfop and sethoxydim were effective in the control of new plants. For the clumps' management, glyphosate and haloxyfop alone demonstrated efficiency greater than 90% independent of the dose and clethodim and sethoxydim in the highest dose. The herbicides pinoxaden and nicosulfuron are not alternatives to donkey-tailed grass control.

1. Introdução

A espécie *Schizachyrium microstachyum*, popularmente denominada capim-rabo-de-burro, é uma Poaceae, considerada planta daninha recente nas lavouras de soja do Rio Grande do Sul. A espécie foi por muitos anos erroneamente classificada como *Andropogon bicornis*; entretanto, diferem basicamente na estrutura reprodutiva, principalmente por *S. microstachyum* apresentar uma flor fértil por espigueta e um ramo florífero por espatéola, enquanto *A. bicornis* apresenta duas flores férteis e dois ramos floríferos por espatéola (ZANIN; LONGHI-WAGNER, 2006; WELKER; LONGHI-WAGNER, 2012).

O ciclo perene e a formação de touceiras cuja parte aérea, quando senescem no período hibernal, seguem protegendo os novos filhinhos no início da estação estival, são as principais estratégias de sobrevivência da espécie ao controle químico. Nesse sentido, o uso de herbicidas sistêmicos é a principal estratégia para seu manejo, pela possibilidade de translocação para raízes e órgãos de reserva proporcionada por esses herbicidas (MELO et al., 2012). Herbicidas inibidores da 5-enolpiruvilshikimato-3fosfato sintase (EPSPs), acetil-CoA carboxilase (ACCCase) e acetolactato sintase (ALS) são as principais alternativas encontradas no mercado com estas características.

O uso de herbicidas de contato para esse tipo de espécie fica restrito devido à não translocação e consequente maior probabilidade de rebrote. Entretanto, sua utilização é comum em aplicações sequenciais, visando esgotar as reservas da planta e potencializar a eficiência de herbicidas sistêmicos (JOHNSON; NORSWORTHY, 2014; CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015). Para esta classe de herbicidas, com a proibição de paraquat, tem-se um mercado potencial para os inibidores da glutamina sintetase (GS), que com uso de cultivares transgênicas, podem ser alternativas tanto em manejo de dessecação quanto em pós-emergência da cultura (LANDRY; STEPHENSON; WOOLAM, 2016).

Para garantir a eficiência no controle, além do herbicida correto, o estágio de desenvolvimento e as condições ambientais de aplicação devem ser considerados. Nesse sentido, as principais estratégias de manejo devem ser focadas no esgotamento e prevenção da realimentação do banco de sementes (WALSH; POWLES, 2007). Quando isso não é possível, controlar as plantas em início de rebrote, em manejo pós-colheita da soja, aumenta a probabilidade de controle, devido ao maior gasto de reservas para o desenvolvimento de novos filhinhos, aumentando a probabilidade de translocação do herbicida em quantidade suficiente para ocasionar a morte da planta (CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015).

Na literatura não foram observados trabalhos científicos abordando controle de *S. microstachyum*, tampouco herbicidas registrados para a espécie (BRASIL, 2019). Nesse sentido, estudos referentes ao estágio de aplicação e herbicidas a serem utilizados para seu controle são necessários para evitar a disseminação da planta daninha, auxiliando no desenvolvimento de estratégias de prevenção da resistência e propiciando que tais medidas sejam tomadas antes da ocorrência de infestações em estágio

crítico.

Considerando os aspectos mencionados, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de diferentes doses de herbicidas inibidores da EPSPs, ACCCase e ALS, isolados ou em associação, no controle de *S. microstachyum* em diferentes estádios de aplicação.

2. Material e Métodos

Foram realizados três experimentos de controle, sendo o primeiro com plantas em estágio de até um afilho e o segundo e terceiro envolvendo manejo de inverno, com plantas perenizadas.

Experimento de controle de capim-rabo-de-burro em estágio inicial de desenvolvimento

Realizou-se experimento em casa de vegetação pertencente ao Centro de Estudos em Herbologia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPel) no período de janeiro a abril de 2019. A casa de vegetação em questão não apresenta controle das condições ambientais. Para tal foram coletadas sementes de biótipos de capim-rabo-de-burro em lavouras de soja do município de Tupanciretã (RS), região onde tem-se relatado problemas de controle da espécie com o herbicida glyphosate.

O material foi semeado em bandejas de plástico, contendo solo e substrato na proporção de 3:1, e mantido em BOD a 25°C até a emergência. Posteriormente, quando as plântulas apresentavam duas folhas desenvolvidas, estas foram transplantadas para vasos com volume de 2L e, quando apresentavam quatro folhas desenvolvidas, foi realizada a aplicação dos herbicidas. O manejo da irrigação era feito com auxílio de regadores mantendo o solo próximo a sua capacidade de campo.

O experimento foi delineado em blocos inteiramente casualizados com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação em pós-emergência de glyphosate (1440 g e.a. ha⁻¹); glufosinate (600 g i.a. ha⁻¹), pinoxaden (60 g i.a. ha⁻¹); clethodim (108 g i.a. ha⁻¹); haloxyfop (60 g i.a. ha⁻¹); sethoxydim (230 g i.a. ha⁻¹), além das misturas de glyphosate com clethodim ou haloxyfop ou sethoxydim, utilizando as mesmas doses das aplicações desses produtos isolados. A adição de adjuvante foi realizada seguindo as indicações do fabricante. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com bico XR 110.02, com volume de calda de 150 L ha⁻¹.

As avaliações de controle foram realizadas visualmente aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizando escala visual de 0-100, na qual 0% representa ausência de sintomas e 100% a morte total da planta (FRANS; CROWLEY, 1986). Os resultados foram avaliados quanto à normalidade e homocedasticidade e submetidos à análise da variância pelo teste F e, em caso de diferença estatística significativa foi realizado teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Experimentos de controle de plantas entouceiradas de capim-rabo-de-buro

Os estudos de controle de touceiras a campo foram realizados na pós-colheita de soja e pré-semeadura de azevém. A área utilizada para o experimento foi uma lavoura localizada no município de Tupanciretã, nos anos de 2018 e 2019, mesma área onde coletou-se semente para os estudos em casa de vegetação.

No ano de 2018, o delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial, com oito herbicidas e duas doses, adicionalmente incluiu-se uma testemunha infestada como parâmetro comparativo aos tratamentos. Para o ano de 2019 o delineamento foi igualmente em blocos ao acaso, apenas com fator herbicidas, com 16 tratamentos, contendo quatro repetições por tratamento.

Em 2018 os herbicidas testados foram fluazifop (187,5 e 375 g i. a. ha⁻¹); sethoxydim (230 e 460 g i. a. ha⁻¹); fenoxaprop (110 e 220 g i. a. ha⁻¹); clethodim (120 e 240 g i. a. ha⁻¹); quizalofop (75 e 150 g i. a. ha⁻¹), haloxyfop (135,2 e 270 g i. a. ha⁻¹); nicosulfuron (60 e 120 g i. a. ha⁻¹) e glyphosate (1323 e 2646 g e. a. ha⁻¹). No segundo ano de condução do experimento foram mantidos os tratamentos utilizados no ano anterior, exceto nicosulfuron. Além disso, foram incluídas as misturas de glyphosate (1323 g e. a. ha⁻¹) com clethodim (120 g i.a. ha⁻¹), com quizalofop (75 g i. a. ha⁻¹), com haloxyfop (135,2 g i.a. ha⁻¹) e com sethoxydim (230 g i.a. ha⁻¹). Como alternativa de produto não sistêmico, foi adicionado glufosinate (600 g i.a. ha⁻¹). Para todos os tratamentos, exceto para quizalofop, foram adicionados 500 mL óleo mineral.

As aplicações foram realizadas quando as touceiras apresentavam entre 10 a 15 cm, utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com bico TT110015, com volume de calda de 100 L ha⁻¹. O estágio de aplicação ocorreu quando as touceiras se encontravam com os filhotes expostos, com aproximadamente 10-15 cm de estatura.

As avaliações de controle foram realizadas visualmente aos 16, 22, 34, 48 e 63 DAT no primeiro ano e 8, 20, 41 e 56 DAT no segundo ano de condução do experimento. As notas eram dadas considerando escala percentual, conforme descrito anteriormente. Os resultados foram avaliados quanto à normalidade e homocedasticidade e submetidos à análise da variância pelo teste F e, em caso de se obter diferença estatística significativa foi realizado desdobramento do fatorial e teste de Duncan a 5% de probabilidade e, para o ano de 2019 o teste realizado foi Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

Controle de capim-rabo-de-buro em estágio inicial de desenvolvimento

O teste de Shapiro-Wilk indicou normalidade dos dados, sendo que a análise de variância evidenciou diferença entre os herbicidas testados, indicando sensibilidade diferencial de *S. microstachyum*.

Para o controle de plantas, aos 7 DAT, observou-se para todos os tratamentos controle inferior a 80%, sendo verificado para pinoxaden, haloxyfop e sethoxydim os menores percentuais de controle (Tabela 1). Aos 14 DAT, constatou-se para o herbicida glyphosate isolado ou em associação com sethoxydim controle superior a 95%. Nesta data de avaliação ocorreu a maior variabilidade de controle entre os tratamentos, no entanto pinoxaden se manteve com o menor percentual de controle, não diferindo estatisticamente da testemunha sem aplicação. Além deste, clethodim e haloxyfop também não apresentaram eficiência satisfatória. Apesar das diferenças na velocidade de manifestação dos sintomas e morte da planta, na avaliação aos 21 DAA, observou-se que, a excessão de pinoxaden, todos os tratamentos obtiveram controle superior a 90%, não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 1. Controle (%) de capim-rabo-de-buro em estágio inicial de desenvolvimento, em função do uso de herbicidas pós-emergentes avaliados aos 7; 14 e 21 dias após a aplicação (DAT). Pelotas/2019.

| Tratamento | Dose (g i.a. ha ⁻¹) | 7 DAT | 14 DAT | 21 DAT |
|-------------|---------------------------------|---------|----------|---------|
| Glyphosate | 1440 | 70,0 ab | 96,8 a | 100,0 a |
| Glufosinate | 600 | 69,3 ab | 91,8 ab | 98,3 a |
| Pinoxaden | 60 | 41,3 c | 8,0 d | 11,3 b |
| Clethodim | 108 | 42,7 c | 67,3 c | 94,0 a |
| Haloxyfop | 60 | 46,7 c | 76,0 bc | 98,5 a |
| Sethoxydim | 230 | 57,3 bc | 83,0 abc | 98,5 a |
| Gli + Cle | 1440+108 | 54,3 bc | 78,5 abc | 97,8 a |
| Gli + Hal | 1440+60 | 55,3 bc | 85,8 ab | 93,8 a |
| Gli + Set | 1440+230 | 76,0 a | 95,0 a | 99,8 a |
| Testemunha | | 0,0 d | 0,0 d | 0,0 c |
| CV (%) | | 20,63 | 16,27 | 5,38 |

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan (p≤0,05); ² Coeficiente de variação. Gli: glyphosate; Cle: clethodim; Hal: haloxyfop; Set: sethoxydim.

Controle de plantas entouceiradas de capim-rabo-de-buro

O teste de Shapiro-Wilk indicou normalidade dos dados, exceto no experimento de controle de touceiras em 2019, havendo a necessidade de transformação por arcoseno raiz. Para o experimento com touceiras no ano de 2018 apenas a avaliação aos 63 DAT apresentou interação entre os fatores dose e herbicida. Do mesmo modo, apenas nesta data de avaliação houve diferença entre as doses testadas, para as demais datas, houve diferença apenas para o fator herbicida.

Para o controle de touceiras em rebrote no ano de 2018, observou-se que glyphosate, independente da dose utilizada apresentou melhor controle em todas as datas de avaliação (Tabelas 2 e 3). Nos demais tratamentos, para as duas primeiras datas de avaliação, o controle foi inferior a 80%, sendo que, a partir dos 49 DAT, haloxyfop, quizalofop e clethodim igualaram estatisticamente o controle com glyphosate, entretanto, apenas glyphosate e haloxyfop

obtiveram controle superior a 90% independente da dose utilizada. Clethodim e sethoxydim alcançaram controle superior ou igual a 90% apenas quando utilizada a dose mais alta.

O incremento na dose proporcionou aumento de controle para os tratamentos com fluazifop, fenoxaprop, sethoxydim, quizalofop e nicosulfuron aos 63 DAT (Tabela 3). Entretanto, no caso de nicosulfuron, mesmo quando utilizada a maior dose, o controle foi insatisfatório. Já, para glyphosate, haloxyfop e sethoxydim não houve diferença estatística entre as doses testadas, sendo ambas eficientes.

Na comparação entre herbicidas inibidores de ACCase, observou-se maiores médias de controle para haloxyfop, sethoxydim e clethodim, que apresentaram controle acima de 80% quando testada dose de registro, não diferindo de glyphosate (Tabelas 2 e 3). Na média das duas doses testadas fenoxaprop apresentou os menores valores de controle em todas as datas de avaliação, seguido de quizalofop e fluazifop.

Tabela 2. Controle (%) de *S. microstachyum* em estágio de touceira, em função do uso de herbicidas pós-emergentes avaliados aos 15, 22, 34 e 49 dias após aplicação dos tratamento (DAT). Tupanciretã/2018.

| Tratamento | Controle (%) | | | |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|
| | 15DAT | 22DAT | 34DAT | 49DAT |
| Glyphosate | 89 a | 90 a | 93 a | 91 a |
| Fluazifop | 49 b | 60 bc | 70 d | 71 bc |
| Sethoxydim | 50 b | 59 bc | 78 bc | 75 ab |
| Fenoxaprop | 37 c | 52 c | 71 cd | 54 d |
| Clethodim | 56 b | 61 bc | 78 bc | 79 ab |
| Quizalofop | 55 b | 63 b | 81 b | 79 ab |
| Haloxyfop | 59 b | 66 b | 82 b | 86 ab |
| Nicosulfuron | 50 b | 62 b | 72 cd | 57 cd |
| CV(%) | 13,37 | 9,96 | 6,23 | 14,0 |

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$); ² Coeficiente de variação

Tabela 3. Controle (%) de *S. microstachyum* em estágio de touceira, em função do uso de herbicidas pós-emergentes avaliados aos 63 dias após aplicação dos tratamento (DAT). Tupanciretã/2018.

| Trat. | Gli. | Flu | Set | Fen | Cle | Qui | Hal | Nico | CV% |
|--------|-------------------|-------|--------------------|------|--------------------|-------------------|-------------------|------|-----|
| Dose 1 | 94A ^{ns} | 78Ba | 87AB ^{ns} | 63Cb | 85AB ^{ns} | 76B ^{ns} | 93A ^{ns} | 26Db | 10 |
| Dose 2 | 96A | 87ABb | 90AB | 69Ca | 91AB | 82B | 94A | 58Da | 7 |
| CV(%) | 2 | 10 | 5 | 5 | 8 | 10 | 3 | 6 | |

¹Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$); ² Coeficiente de variação. Gli: glyphosate; Flu: Fluazifop; Set: sethoxydim; Fen: Fenoxaprop; Cle: clethodim; Qui: Quizalofop; Hal: haloxyfop; Nico: Nicosulfuron^{NS} não significativo.

No experimento de controle de capim rabo-de-burro realizado em 2019, na primeira época de avaliação (8 DAT),

não se observou controle superior a 60% em nenhum dos tratamentos; entretanto, os tratamentos com glyphosate e sua

associação com sethoxydim apresentaram melhor controle (Tabela 4). Aos 20 DAT glyphosate isolado e em mistura com inibidores da ACCase, a excessão de clethodim, apresentaram controle acima de 80%, indicando sinergismo

de glyphosate na ação dos graminicidas. A partir dos 41 DAT glufosinate que até então apresentava controle intermediário, também superou os 80% de controle.

Tabela 4. Controle (%) de *S. microstachyum* em estágio de touceira, em função do uso de herbicidas pós-emergentes avaliados aos 8, 20, 41 e 56 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Tupanciretã-RS, 2019.

| Tratamento | Dose (g i.a. ha ⁻¹) | Controle (%) | | | |
|-------------|------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|
| | | 8DAT | 20DAT | 41DAT | 56DAT |
| Glyphosate | 1080 | 46,2 a | 82,5 a | 91,5 a | 97,2 a |
| Glyphosate | 2160 | 53,7 a | 90,5 a | 96,2 a | 98,5 a |
| Clethodim | 120 | 20,0 c | 52,5 c | 61,2 b | 92,0 b |
| Clethodim | 240 | 31,2 b | 56,2 c | 62,5 b | 93,0 b |
| Quizalofop | 75 | 25,0 b | 50,0 c | 68,7 b | 93,7 b |
| Quizalofop | 150 | 13,7 c | 50,0 c | 70,0 b | 94,7 b |
| Haloxifop | 104 | 10,0 c | 53,7 c | 66,2 b | 96,5 a |
| Haloxifop | 208 | 17,5 c | 59,5 c | 67,5 b | 95,5 a |
| Sethoxydim | 230 | 21,2 c | 52,0 c | 66,5 b | 87,5 c |
| Sethoxydim | 460 | 25,0 b | 57,5 c | 67,5 b | 91,2 b |
| GLI + CLE | 1080+120 | 37,5 b | 73,7 b | 93,2 a | 97,7 a |
| GLI + QUI | 1080+75 | 30,0 b | 81,2 a | 88,5 a | 97,5 a |
| GLI + HAL | 1080+104 | 37,5 b | 80,5 a | 95,2 a | 98,2 a |
| GLI + SET | 1080+230 | 43,7 a | 80,0 a | 93,7 a | 98,2 a |
| Glufosinate | 600 | 32,5 b | 68,7 b | 86,2 a | 96,0 a |
| Testemunha | 0 | 0 d | 0 d | 0 c | 0 d |
| CV(%) | - | 16,99 | 9,86 | 8,34 | 4,43 |

¹Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05);

²Coefficiente de variação. Gli: glyphosate; Cle: clethodim; Hal: haloxifop; Set: sethoxydim; Qui: quizalofop.

Na última data de avaliação, aos 56 DAT, apesar da diferença estatística entre os tratamentos, todos apresentaram controle acima de 80%, destacando glyphosate, haloxifop, glufosinate e as misturas de glyphosate com os inibidores da ACCase, com controle superior 95% (Tabela 4). A mistura de herbicidas de diferentes mecanismos de ação só apresentou incremento significativo de controle, em relação aos produtos isolados, nas misturas de glyphosate com sethoxydim e clethodim. As diferenças de controle de um ano para outro podem estar associadas às menores temperaturas registradas no ano de 2019, sendo observado incremento no controle, principalmente no caso de glufosinate, após ocorrência de geadas.

Os baixos níveis de controle de pinoxaden e nicosulfuron podem ser decorrentes de diversos fatores. O mais provável deles é a rápida metabolização, realizada por enzimas detoxificadoras, em especial o grupo das glicosil transferases, citocromo P450 monooxigenase e glutatona-s-transferase, estando também entre os principais mecanismos

de resistência envolvendo este mecanismo de ação (YUAN; TRANEL; STEWART JR, 2007; YU; POWLES, 2014).

O uso de glyphosate e inibidores da ACCase para controlar poaceas perenes tem sido a principal estratégia de manejo desse grupo de espécies, com relatos de eficiência superior a 90% (GRIFFIN; MILLER; SALASSI, 2006; CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015; CASSOL et al., 2019). Entretanto, apesar dos resultados positivos, a eficiência está diretamente relacionada à aplicação no estágio e condições ideais. Quando isso não ocorre, o controle torna-se insatisfatório e, apesar dos danos ocasionados à parte aérea, o rebrote é alto, reduzindo em até 50% a eficiência do tratamento (JOHNSON; NORSWORTHY, 2014; PETERNELA et al., 2014).

A maior eficiência de glyphosate no controle das touceiras de capim-rabo-de-burro já era esperada, isso em decorrência de seu mecanismo de ação, sendo, de todos os herbicidas testados, o de maior flexibilidade e menores restrições quanto ao estágio de aplicação (DUKE; POWLES, 2008). O estágio das touceiras no momento da

aplicação também foi determinante para o sucesso da aplicação, pois é quando proteínas e carboidratos armazenados nas estruturas de reserva são utilizados pela planta para desenvolvimento de novas folhas (LEE et al., 2009). Nesse período o controle é facilitado por dois motivos principais, envolvendo a ocorrência de folhas com tecidos jovens, que facilitam a absorção de herbicidas; e, a menor concentração de carboidratos no sistema subterrâneo da planta, que favorece a translocação de herbicidas para estes órgãos em quantidade suficiente para ocasionar a morte da planta (LEE et al., 2009; CORREIA; ACRA; BALIEIRO, 2015). Além disso, nestes períodos de pós-colheita da soja, a ausência de culturas aumenta a gama de herbicidas que podem ser utilizados, reduzindo a pressão de seleção imposta a um único mecanismo de ação.

Os inibidores da ACCase quando aplicados isoladamente apresentaram evolução mais lenta do quadro sintomatológico e morte das plantas, quando comparados com glyphosate. A diferença no tempo de controle pode decorrer do modo de ação dos herbicidas. O glyphosate inibe a rota do ácido chiquímico, promovendo seu acúmulo, que ocasiona em estresse oxidativo, desencadeando em peroxidação lipídica e morte celular, o que faz com que a morte da planta seja mais rápida e a manifestação dos sintomas ocorra nos órgãos já desenvolvidos da planta (ORCARAY et al., 2010; GILL; TUTEJA, 2010). Por sua vez, os inibidores da ACCase, bloqueiam a síntese de lipídeos, atuando principalmente em tecidos meristemáticos, prejudicando a formação de membranas e desestruturando tecidos em formação (NALEWAJA; MATYSIAK; SZELEZNIAK, 1994; BURKE et al., 2006). Desse modo, os herbicidas desse grupo agem inicialmente nos órgãos em formação, tendo ação mais lenta, principalmente em condições de baixa temperatura, e em plantas com desenvolvimento inicial lento, como é o caso de *S. microstachyum* (MATZRAFI et al., 2016).

A diferenciação na eficiência de ingredientes ativos de mesmo mecanismo de ação está relacionada às características físico-químicas de cada produto e como estas interferem em seu movimento na planta. Os inibidores da ACCase tem característica lipofílica e, de maneira geral sua translocação pode ocorrer tanto via xilema, quando floema. Entretanto, comparando haloxyfop que, dentre os inibidores da ACCase, obteve melhores percentuais de controle, este possui maior probabilidade de ser aprisionado no floema, e, por consequência, de chegar aos órgãos de reserva, aumentando seu potencial de controle e de prevenção de rebrote (BARROSO et al., 2015).

A mistura de inibidores da ACCase com glyphosate nas plantas em estágio inicial de desenvolvimento, não ocasionou incremento de controle. Entretanto, quando aplicados em plantas entouceiradas, promoveu rapidez no controle proporcionado pelos poacidais, principalmente clethodim e sethoxydim. Efeito sinérgico nessas associações foi observado em mistura de clethodim ou haloxyfop com glyphosate, quando utilizados no controle de plantas com 6 a 10 filhinhos e em touceiras estabelecidas de *Digitaria insularis* e *Sorghum halepense* (GRIFFIN; MILLER; SALASSI, 2006; ZOBIOLE et al., 2016; CASSOL et al., 2019).

Observou-se que os estádios iniciais de desenvolvimento e rebrote são estádios efetivos no controle de *S. microstachyum*. As dificuldades de controle que ocorrem na lavoura podem estar envolvidas no fato de a planta, quando senescente secar, protegendo os novos filhinhos. Além disso, por seu desenvolvimento lento, quando comparado a outras espécies daninhas, quando são realizadas as aplicações de herbicidas inicialmente não possuem estrutura vegetativa suficiente para absorção herbicida em quantidade suficiente para ocasionar a morte da planta e, posteriormente, se desenvolvem, ultrapassando o estágio ideal de controle.

4. Conclusões

Os herbicidas glyphosate, glufosinate, clethodim, haloxyfop, sethoxydim e glyphosate associado com clethodim ou haloxyfop ou sethoxydim, são eficientes no controle de *S. microstachyum* nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Para manejo de touceiras, os herbicidas glyphosate e haloxyfop isolados demonstraram eficiência superior a 90% independente da dose e clethodim e sethoxydim na dose mais alta.

Pinoxaden e nicosulfuron não são alternativas no controle de *S. microstachyum*.

Referências

- Barroso, A. A. M.; Galeano, E.; Albrecht, A. J. P.; Reis, F. C. dos; Victoria Filho, R. Does sourgrass leaf anatomy influence glyphosate resistance?. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p. 445-453, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT - **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- Burke, I. C.; Thomas, W. E.; Burton, J. D.; Spears, J. F.; Wilcut, J. W. A seedling assay to screen aryloxyphenoxypropionic acid and cyclohexanedione resistance in johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Technology**, v. 20, p. 950-955, 2006.
- Cassol, M.; Mattiuzzi, M. D.; Albrecht, A. J. P.; Albrecht, L. P.; Baccin, L. C.; Souza, C. N. Z. Efficiency of isolated and associated herbicides to control glyphosate-resistant sourgrass. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1-8, 2019.
- Correia, N. M.; Acra, L. T.; Balieiro, G. Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resistant population. **Planta Daninha**, v. 33, p. 93-101, 2015.
- Duke, S. O.; Powles, S. B. Glyphosate: a once-in-a-century

- herbicide. **Pest Management Science: Formerly Pesticide Science**, v. 64, p. 319-325, 2008.
- Frans, R.; Crowley, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: Southern Weed Science Society. **Research Methods in Weed Science**. 3. ed., p. 29-45, 1986.
- Gill, S. S.; Tuteja, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology Biochemistry**, v. 48, p. 909-930, 2010.
- Griffin, J. L.; Miller, D. K.; Salassi, M. E. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control and economics of using glyphosate-resistant soybean in fallowed sugarcane fields. **Weed Technology**, v. 20, p. 980-985, 2006.
- Johnson, D. B.; Norsworthy, J. K. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) management as influenced by herbicide selection and application timing. **Weed Technology**, v. 28, p. 142-150, 2014.
- Landry, R. L.; Stephenson, D. O.; Woolam, B. C. Glufosinate rate and timing for control of glyphosate-resistant rhizomatous Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in glufosinate-resistant soybean. **International Journal of Agronomy**, v. 2016, p. 1-7, 2016.
- Lee, J. M.; Donaghy, D. J.; Sathish, P.; Roche, J. R. Interaction between water-soluble carbohydrate reserves and defoliation severity on the regrowth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)-dominant swards. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 266-275, 2009.
- Matzrafi, M.; Seiwert, B.; Reemtsma, T.; Rubin, B.; Peleg, Z. Climate change increases the risk of herbicide-resistant weeds due to enhanced detoxification. **Planta**, v. 244, p. 1217-1227, 2016.
- Melo, M. S. C. de; Rosa, L. E.; Brunharo, C. A. D. 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. 11, p. 195-203, 2012.
- Nalewaja, J. D.; Matysiak, R.; Szelezniak, E. F. Sethoxydim response to spray chemical properties and environment. **Weed Technology**, v. 8, p. 591-597, 1994.
- Orcaray, L.; Igal, M.; Marino, D.; Zabalza, A.; Royuela, M. The possible role of quinate in the mode of action of glyphosate and acetolactate synthase inhibitors. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 66, p. 262-269, 2010.
- Peternela, A.; Oliveira Neto, A. M. de; Guerra, N.; Oliveira, N. C. de; Bottega, E. L.; Goes Maciel, C. D. de. Eficiência de herbicidas na supressão de rebrote de touceiras de capim-amargoso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, p. 73-79, 2014.
- Walsh, M. J.; Powles, S. B. Management strategies for herbicide-resistant weed populations in Australian dryland crop production systems. **Weed Technology**, v. 21, p. 332-338, 2007.
- Welker, C. A. D.; Longhi-Wagner, H. M. Sinopse do gênero *Schizachyrium* Nees (Poaceae-Andropogoneae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**. v. 67, p. 199-223, 2012.
- Yu, Q.; Powles, S. Metabolism-based herbicide resistance and cross-resistance in crop weeds: a threat to herbicide sustainability and global crop production. **Plant Physiology**, v. 166, p. 1106-1118, 2014.
- Yuan, J. S.; Tranel, P. J.; Stewart Jr, C. N. Non-target-site herbicide resistance: a family business. **Trends in Plant Science**, v. 12, p. 6-13, 2007.
- Zanin, A.; Longhi-Wagner, H. M. Sinopse do gênero *Andropogon* L. (Poaceae -Andropogoneae) no Brasil. **Revista Brasil. Botânica**, v. 29, p. 289-299, 2006.
- Zobiolo, L. H. S.; Krenchinski, F. H.; Albrecht, A. J. P.; Pereira, G.; Lucio, F. R.; Rossi, C.; Silva Rubin, R. da. Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, p. 157-164, 2016.