

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EFICIÊNCIA DE PARAQUAT NO CONTROLE DE
AZEVÉM RESISTENTE AO GLYPHOSATE EM
DIFERENTES HORÁRIOS DE APLICAÇÃO E NÍVEIS
DE SOMBREAMENTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Francisco de Assis Pujol Goulart

Itaqui, RS, Brasil. 2016

FRANCISCO DE ASSIS PUJOL GOULART

**EFICIÊNCIA DE PARAQUAT NO CONTROLE DE AZEVÉM
RESISTENTE AO GLYPHOSATE EM DIFERENTES HORÁRIOS
DE APLICAÇÃO E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Carlos Eduardo Schaedler

Itaqui, RS, Brasil. 2016

G819e Goulart, Francisco de Assis Pujol

Eficiência de paraquat no controle de azevém resistente ao glyphosate em diferentes horários de aplicação e níveis de sombreamento / Francisco de Assis Pujol Goulart.

24 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, BACHARELADO EM AGRONOMIA, 2016.

"Orientação: Carlos Eduardo Schaedler".

1.Planta daninha. 2. Herbicida. 3. Luminosidade. I.
Título

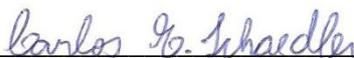
FRANCISCO DE ASSIS PUJOL GOULART

**EFICIÊNCIA DE PARAQUAT NO CONTROLE DE AZEVÉM
RESISTENTE AO GLYPHOSATE EM DIFERENTES HORÁRIOS DE
APLICAÇÃO E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), como requisito parcial para
obtenção do grau **Bacharel em Agronomia**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 07 de Julho de 2016.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Carlos Eduardo Schaedler
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Guilherme Ribeiro
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Cleber Maus Alberto
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família pelo apoio durante toda minha graduação.

AGRADECIMENTO

Agradecimentos aos integrantes do Grupo de Herbologia do Pampa (GHEPA), bem como ao orientador do deste grupo, professor Dr. Carlos Eduardo Schaedler, pelo auxílio e amizade durante a execução deste trabalho.

Agradeço a EMBRAPA Trigo e ao pesquisador Dr. Leandro Vargas pela disponibilidade de material para este trabalho.

RESUMO

EFICIÊNCIA DE PARAQUAT NO CONTROLE DE AZEVÉM RESISTENTE AO GLYPHOSATE EM DIFERENTES HORÁRIOS DE APLICAÇÃO E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Autor: Francisco de Assis Pujol Goulart

Orientador: Carlos Eduardo Schaedler

Local e data: Itaquí, 07 de Julho de 2016.

O azevém é uma das principais plantas daninhas em cereais de inverno. O uso contínuo do herbicida glyphosate para o controle de azevém selecionou biótipos resistentes aos inibidores da enzima EPSPs. Deste modo, o herbicida paraquat serve como alternativa de controle. Este herbicida apresenta ação de contato atuando no fotossistema I. Assim, o horário de aplicação pode influenciar diretamente em sua eficiência, pois as condições meteorológicas como temperatura, umidade e luminosidade se alteram durante o dia. Com base no que foi exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do paraquat no controle de azevém em diferentes horários de aplicações e níveis de sombreamento. O delineamento experimental foi em faixas e, inteiramente casualizado dentro de cada faixa, com esquema trifatorial 6 x 3 x 2, com 5 repetições. O fator A foi composto por seis horários de aplicações de paraquat (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia), o fator B foi três níveis de sombreamento (testemunha sem sombreamento; 50 e 100% de redução de luminosidade), o fator C foi duas épocas de avaliação de controle do azevém (1º época de avaliação - 48 horas e 2º época - 120 horas após aplicação dos tratamentos). As variáveis avaliadas foram controle e matéria seca da parte aérea. Para controle, foi adotado atribuição de notas em escala percentual, onde 0% ausência de controle e 100% morte das plantas. Para matéria seca da parte aérea, as plantas foram cortadas rente ao solo e levadas a estufa até atingirem peso constante. Foi realizado análise de variância, quando significativa foi utilizado o teste DMS de Fischer para comparação das médias entre os tratamentos ($p \leq 0,05$). Houve interação para os três fatores estudados. O nível de 100% de ausência de luz foi o que apresentou menor controle e maior MSPA. A aplicação às três horas no tratamento de 0% de sombreamento apresentou maior controle na primeira e segunda época. O sombreamento de 100% reduziu a eficiência do herbicida paraquat. O maior controle foi observado na segunda época de avaliação. Aplicação de paraquat as 3:00 horas é mais eficiente no controle de azevém para níveis de 0 e 50% de sombreamento. A eficiência no controle de azevém resistente a glyphosate ao herbicida paraquat varia conforme horário de aplicação e nível de sombreamento. Em geral, quanto maior o nível de sombreamento apresenta menor eficiência no controle de azevém.

Palavras - chave: Luminosidade, herbicida, plantas daninhas.

ABSTRACT

PARAQUAT EFFICIENCY IN CONTROL OF RESISTANT RYEGRASS GLYPHOSATE IN DIFFERENT TIMES AND SHADING LEVELS

Author: Francisco de Assis Pujol Goulart

Advisor: Carlos Eduardo Schaedler

Data: Itaquí, July 07, 2016.

The ryegrass is a major weed in winter cereals. The continuous glyphosate herbicide use for ryegrass control selected biotypes resistant to EPSPs-inhibiting enzyme. Thus, the paraquat herbicide aids as control alternative. This herbicide has contact action acting in photosystem I. The application time can influence directly in its efficiency, because the meteorological conditions such as temperature, humidity and brightness change during the day. Therefore, the objective of this study was to evaluate the efficiency of paraquat in ryegrass control at different times of applications and shading levels. The experimental design was in bands and, randomized within each band, with trifactorial 6 x 3 x 2, with five replicates. The A factor was composed of six hours of paraquat application (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 and 23:00 hours of the day), the B factor was three levels of shading (control no shading; 50 and 100% brightness reduction), the factor C was two evaluation times of control ryegrass (1st evaluation time - 48 hours and 2nd evaluation time - 120 hours after treatment application). The variables evaluated were control and shoot dry matter. To control, was adopted grading in percentage scale where 0% was lack of control and 100% plant death. For shoot dry matter, the plants were cut up to the ground and taken to greenhouse until constant weight. Variance analysis was realized, when significant was used Fischer LSD test to compare means between treatments ($p \leq 0.05$). There was interaction for the three factors studied. The level of 100% absence of light showed the less control and greater shoot dry matter. The application at three hours in the treatment of 0% shading showed greater control in the first and second evaluation time. The shading of 100% reduced herbicide paraquat efficiency. The most control was observed in the second evaluation time. Paraquat application at 3 hours is more efficient to control ryegrass for levels of 0 and 50% of shading. The efficiency in ryegrass control resistant to glyphosate herbicide to paraquat varies by application time and shading level. In general, the higher shading level show less efficiency ryegrass control.

Keywords: Luminosity, herbicide, weeds.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Radiação incidente (calorias/cm²) durante as 120 horas de avaliação dos tratamentos, após aplicação do herbicida paraquat em azevém resistente ao glyphosate..... 14
- Figura 2.** Condições de ambiente (Umidade Relativa (%) e Temperatura (°C)) no momento da aplicação (03:00; 07:00; 11:00; 15:00;19:00; 23:00 horas) de Paraquat em Azevém..... 14

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise de variância dos fatores isolados e suas interações, das épocas de avaliações (Época 1 - 48 horas e Época 2 - 120 horas após aplicação de paraquat), níveis de sombreamento (0, 50 e 100% de redução de luminosidade) e, horário de aplicação (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia) de paraquat em azevém resistente ao glyphosate sobre as variáveis: Fitotoxicidade de plantas e matéria seca da parte aérea de plantas de azevém. Itaquí – RS, 2015..... 13
- Tabela 2.** Controle de azevém resistente ao glyphosate pela aplicação de paraquat em diferentes horários (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia), para duas épocas de avaliações (Época 1 - 48 horas e Época 2 - 120 horas após aplicação de paraquat), sobre diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 100% de redução de luminosidade). Itaquí - RS, 2015..... 15
- Tabela 3.** Matéria seca da parte aérea (g) de azevém resistente ao glyphosate em relação à aplicação de paraquat em diferentes horários (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia), para duas épocas de avaliações (Época 1 - 48 horas e Época 2 - 120 horas após aplicação de paraquat), sobre diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 100% de redução de luminosidade). Itaquí - RS, 2015..... 16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4 CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma planta pertencente à família poaceae, com ciclo anual, alógama, com rota metabólica C_3 e, tem sua origem no Sul da Europa. Foi introduzida no Brasil em 1875 por colonizadores italianos (ARAÚJO, 1978). Dentre as forrageiras de clima temperado o azevém destaca-se como o mais utilizado a nível mundial, por ter elevada produtividade de massa vegetal e, qualidade nutricional (GERDES, 2003). É amplamente utilizado no Sul do Brasil, por apresentar adaptação ao clima, resistência a doenças e, alta capacidade de rebrote. Além disso, sua elevada produção de sementes e a capacidade de ressemeadura natural tornam seu uso de baixo custo.

Outro fator que colabora com a utilização do azevém pelos agricultores é a produção de palhada para o sistema de plantio direto para as culturas de verão, apresentando versatilidade no consórcio com outras espécies tanto gramíneas quanto leguminosas (RODRIGUES, 2010). Entretanto com sua utilização contínua, aliada a característica de ressemeadura natural e fácil disseminação faz com que o azevém torne-se infestante em áreas cultivadas com cereais de inverno no sul do Brasil (VARGAS e ROMAN, 2008). Deste modo, a elevada infestação pode causar prejuízos aos agricultores, devido à competição com as plantas cultivadas, por recursos do meio, como água, luz e nutrientes (CASTRO e GARCIA, 1996). Outro problema gerado pela incidência de azevém ocorre em áreas para cultivo de milho, onde os prejuízos pela infestação de plantas daninhas, com destaque para o azevém pode chegar até 55% (ZIMDAHL, 1999). Pois se torna de difícil controle, em vista que, o glyphosate (herbicida EPSPs) amplamente utilizado perdeu sua eficiência de controle para esta planta daninha, em vista da resistência do azevém a esse mecanismo de ação (KASPARY et al., 2014).

A resistência adquirida pelo azevém ao glyphosate é decorrência à variabilidade genética, característica das plantas daninhas e, ao uso contínuo do mesmo mecanismo de ação (EMBRAPA, 2006). Devido o herbicida glyphosate se destacar pelo seu amplo espectro de controle de plantas daninhas e por ter baixo custo relativo, isso o torna o herbicida mais utilizado para dessecação de áreas agricultáveis. Com isso, surgiu o primeiro foco de azevém resistente ao glyphosate em Vacaria, no Rio Grande do Sul, no ano 2003. Posterior a isso, encontrou-se mais biótipos resistente a esse herbicida em todo este estado e em Santa Catarina (EMBRAPA, 2011). Assim, práticas alternativas de manejo devem ser adotadas para haver controle satisfatório desta planta daninhas, onde pode-se destacar a rotação de culturas, adoção de cultivares com maior habilidade competitiva e adoção de herbicidas com diferentes mecanismos de ação (YU et al., 2010). Com isso, os herbicidas inibidores da acetil coenzima

A carboxilase (ACCCase) podem ser usado para o controle do azevém. Entretanto, o uso deste mecanismo de ação, limita-se ao controle de gramíneas e, já há relatos de biótipos de azevém resistente a estes herbicidas (VARGAS et al., 2013). Dessa forma, o herbicida paraquat é uma alternativa que pode ser adotada para a dessecação e controle de azevém resistente ao glyphosate.

O paraquat é um herbicida não seletivo, de contato com amplo espectro de controle. Este herbicida atua no fotossistema I, com capacidade de captar elétrons e formar radicais livres. Sua capacidade de ação está diretamente relacionada com a intensidade luminosa do ambiente. Entretanto, não são os radicais livres que causam intoxicação na planta, pois sofrem auto-oxidação, em vista que, são instáveis. Com o processo de auto-oxidação são gerados radicais de superóxidos, que pela dismutação formam o peróxido de hidrogênio. Este, associado ao magnésio, reage e gera radical de hidroxila (OH^\cdot), que promove rápida degradação das membranas, acarretando o vazamento do conteúdo celular e, assim, a morte do tecido vegetal (HAWKES, 2013).

A associação entre glyphosate e paraquat poderia ser um método eficiente no controle de daninhas, porém, como estes herbicidas atuam de formas distintas, um sistêmico e outro de contato respectivamente. Assim, a ação do paraquat na primeira camada de células bloqueia a ação do glyphosate, pois atua rapidamente no tecido vegetal, impedindo a translocação do glyphosate no interior da planta (SILVA e SILVA, 2012). Além disso, já há relatos de plantas daninhas que apresentam resistência múltipla a estes herbicidas, como é o caso da *Conyza bonariensis* (MORETTI et al., 2013). Outro fator que limita a ação do paraquat é o rebrote das plantas. Por ter sua ação muito rápida na presença de luz, plantas com afilhos, podem ter seu controle comprometido, pois não há tempo suficiente para o herbicida translocar na planta e atingir o sistema radicular acarretando na menor eficiência de controle.

As condições meteorológicas estão diretamente relacionadas à eficiência de controle dos herbicidas nas plantas. O herbicida paraquat é um herbicida que depende dos fatores como velocidade do vento, umidade e temperatura do ar e, especialmente, de condições de luminosidade para atuar de modo eficaz nas plantas (DENNIS et al., 2016). Sabendo disso, é importante considerar o momento favorável para aplicação deste produto, pois a presença de nebulosidade pode causar redução de até setenta por cento da radiação incidente na superfície terrestre, reduzindo assim a capacidade da planta realizar fotossíntese (MOOJEN et al., 2012). Associado a isso, temos as evidentes mudanças climáticas, com a liberação de partículas

sólidas e gases poluidores, que contribuem para a redução de radiação para as plantas realizarem a fotossíntese (HOUSHMANDFAR et al., 2015).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a eficiência do paraquat no controle de azevém resistente ao glyphosate em diferentes horários de aplicações e níveis de sombreamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Federal do Pampa, localizada no município de Itaqui – RS, em outubro de 2015, as coordenadas geográficas do local são 29° 09' 09" S, 56° 33' 03" W, 64 m de altitude, com substrato coletado de Plintossolo Háplico (EMBRAPA, 2013). Mal drenado e, com textura média. O clima característico da região é do tipo Cfa, subtropical úmido sem estação seca definida, com verões quentes (WREGGE et al., 2011).

O delineamento experimental foi em faixas e, inteiramente casualizado dentro de cada faixa, com esquema trifatorial 6 x 3 x 2, com 5 repetições. Onde o fator A foi composto por seis horários de aplicações de paraquat (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia), o fator B foi composto por três níveis de sombreamento (0; 50 e 100% de redução de luminosidade), o fator C foi composto por duas épocas de avaliação de controle do azevém (1º época 48 horas e a 2º época 120 horas após aplicação dos tratamentos). Ao término da primeira avaliação, os tratamentos com redução de luminosidade foram retirados, para haver a possibilidade de o azevém rebrotar caso os tratamentos tenham sido ineficazes.

Cada unidade experimental foi composta por um copo plástico de 300 mL, preenchidos com solo peneirado. Foram semeadas cinco sementes de azevém por copo, com posterior desbaste para obter uma planta por unidade experimental. As sementes utilizadas no experimento foram obtidas por experimento preliminar para comprovar a resistência ao herbicida glyphosate. Para os níveis de sombreamento foi utilizado telado (sombrite) de 50% e caixas de papelão vedadas com papel alumínio para o tratamento 100% de redução de luminosidade, respectivamente. A aplicação do herbicida no azevém foi o mesmo se encontrava com até cinco folhas e, com um afilho.

Foi utilizado paraquat (marca comercial Gramoxone 200) e, para a aplicação do herbicida foi adotado a recomendação de rótulo (2 L ha⁻¹) com volume de calda de 200 L ha⁻¹, que foi pulverizado com equipamento costal pressurizado a CO₂, com pressão de 40 psi. Após a aplicação do herbicida as unidades experimentais foram levadas imediatamente para seus

tratamentos de luminosidade e mantidos constantemente de acordo com a época de avaliação. Os dados com condições meteorológicas (Umidade Relativa (%) e Temperatura (°C)) no momento de cada aplicação foram coletados com o uso de Termo-Higrômetro digital marca. Para a coleta de dados da radiação incidente foi utilizado à estação meteorológica.

As variáveis avaliadas foram controle de plantas e matéria seca da parte aérea (MSPA) de azevém. Para a avaliação de controle foi utilizado atribuição de notas em escala percentual média de dois avaliadores variando entre 0 a 100%, onde, 0% significou ausência de toxicidade ou controle e 100% morte das plantas de azevém. Quanto à matéria seca da parte aérea (g), as plantas foram cortadas rente ao solo e as amostras foram levadas a estufa a 65° C, até atingirem peso final constante para posterior pesagem.

Os dados foram analisados pelo teste F à 5% de probabilidade de erro. Quando significativo, foi utilizado o teste DMS de Fischer para comparação das médias entre os tratamentos ($p \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores testados épocas de avaliações, níveis de sombreamento e horário de aplicação de Paraquat em azevém resistente ao glyphosate, para ambas variáveis avaliadas, controle e matéria seca da parte aérea de azevém (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância dos fatores isolados e suas interações, das épocas de avaliações (Época 1 - 48 horas e Época 2 - 120 horas após aplicação de paraquat), níveis de sombreamento (0, 50 e 100% de redução de luminosidade) e, horário de aplicação (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia) de paraquat em azevém resistente ao glyphosate sobre as variáveis: Fitotoxicidade de plantas e matéria seca da parte aérea de plantas de azevém. Itaqui – RS, 2015.

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		Controle	Matéria Seca da Parte Aérea
Época (A)	1	4080,27*	0,001365 ^{ns}
Sombreamento (B)	2	66050,46*	0,000027 ^{ns}
Horário (C)	5	4061,34*	0,002452*
A*B	2	533,95*	0,000728*
A*C	5	168,82*	0,002376 ^{ns}
B*C	10	1199,22*	0,000776**
A*B*C	10	43,28*	0,001003*
CV¹ (%)		5,43	28,65

**,* e ^{ns} significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente. ¹ coeficiente de variação.

Os dados com a radiação incidente durante as 120 horas de avaliação da eficiência do paraquat no controle de azevém resistente ao glyphosate podem ser observados na Figura 1. Observa-se que a radiação no momento da aplicação do tratamento (primeiras 24 horas) e, no primeiro dia após aplicação, houve o maior índice de radiação incidente. Isso colabora com a ação do herbicida que atua no fotossistema. Além disso, no momento das aplicações noturnas, não havia incidência de radiação, o que impede a planta realizar fotossíntese, assim, o

herbicida não atua, favorecendo uma translocação curta no tecido, porém, que auxilia em controle de maior parte do tecido vegetal.

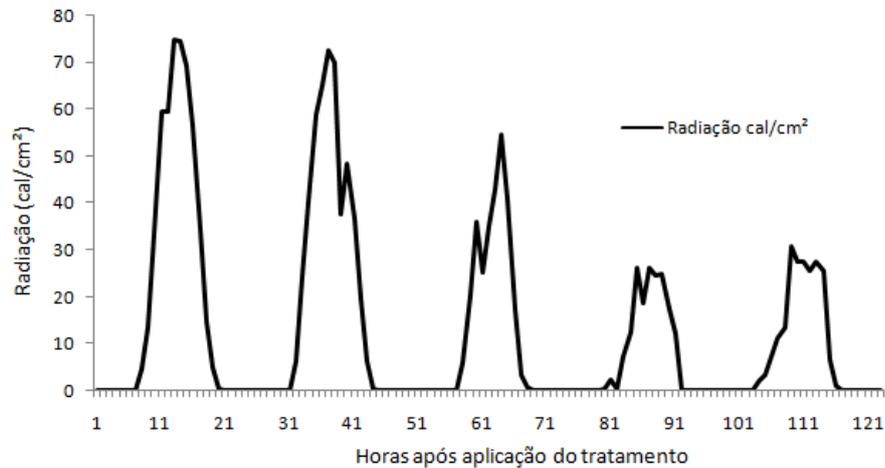


Figura 1. Radiação incidente (calorias/cm²) durante as 120 horas de avaliação dos tratamentos, após aplicação do herbicida paraquat em azevém resistente ao glyphosate.

A aplicação de Paraquat no horário 03:00, mostrou-se mais eficiente, com maior controle de azevém, em comparação com os demais horários de aplicações no nível 0% de redução de luminosidade, para as duas épocas de avaliação (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo maior tempo de translocação da molécula do herbicida no interior planta, até que a mesma retorne a atividade fotossintética, fazendo com que atinja maior parte do tecido da planta, tornando seu controle mais eficiente (TAIZ e ZEIGER, 2009).

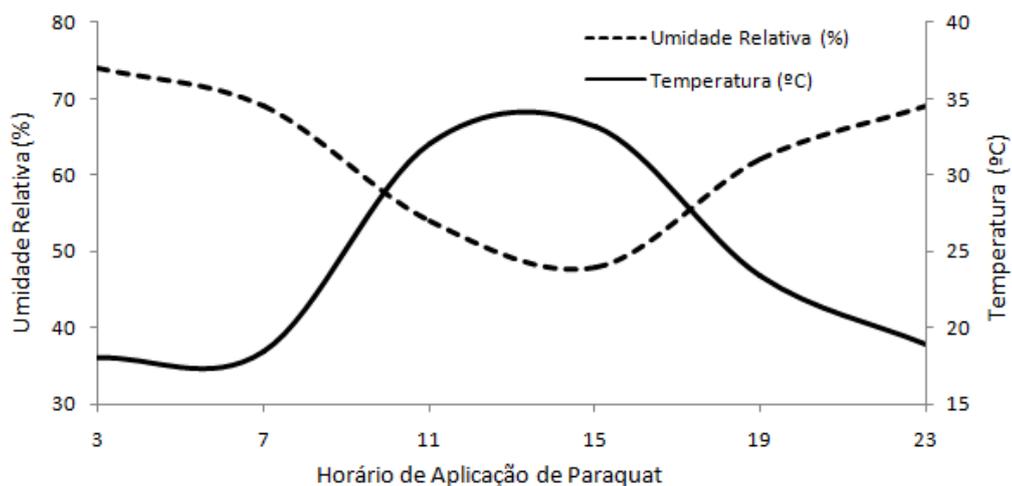


Figura 2. Condições de ambiente (Umidade Relativa (%) e Temperatura (°C)) no momento da aplicação (03:00; 07:00; 11:00; 15:00; 19:00; 23:00 horas) de Paraquat em Azevém.

As condições adequadas no momento da aplicação de herbicidas, de modo geral, são temperatura abaixo de 30-35 °C, umidade relativa acima de 50% e velocidade do vento entre 3 à 10 km h⁻¹, variando de acordo com o produto utilizado (VARGAS e ROMAN, 2008). De acordo com as condições meteorológicas recomendadas para aplicação de herbicidas, observa-se que no momento da aplicação das 15:00, as condições não foram favoráveis. Já para as aplicações no período noturno, as condições mostraram-se dentro das recomendações, o que colabora com a eficiência do produto, pois, há maior período com condições para que o produto seja absorvido pela planta.

Para a variável, controle de azevém, em todos horários de aplicação no nível de sombreamento 0%, obtiveram maiores valores, na primeira época de avaliação comparada com os tratamentos com redução de luminosidade 50 e 100% (Tabela 2). Já, para a segunda época de avaliação, destacaram-se com maior fitotoxicidade o tratamento sem sombreamento, não diferindo para os horários de aplicação 03:00, 07:00 e 11:00 do tratamento 50% de ausência de luz (Tabela 2).

Tabela 2. Controle de azevém resistente ao glyphosate pela aplicação de paraquat em diferentes horários (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia), para duas épocas de avaliações (Época 1 - 48 horas e Época 2 - 120 horas após aplicação de paraquat), sobre diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 100% de redução de luminosidade). Itaqui – RS, 2015

Horário de Aplicação	Níveis de Sombreamento					
	Época 1			Época 2		
	0%	50%	100%	0%	50%	100%
03:00	95,4 ¹ Aa	79,6Ab*	4,6 Cc*	90,8 Aa	91,6 Aa	20,8 Ab
07:00	77,8Da*	69,4 Bb*	4,6BCc*	83,2 Ca	86,4 Ba	19,2 Ab
11:00	55,8Ea*	44,6 Db*	7,0 Bc*	67,8 Da	66,6 Ca	19,6 Ab
15:00	48,0 Fa	31,8 Eb*	2,6 Cc*	49,6 Ea	37,2 Eb	13,6 Bc
19:00	82,4Ca*	43,2 Db*	5,8 Cc*	86,6 Ba	62,0 Db	20,4 Ac
23:00	90,2Ba*	56,0 Cb	12 Ac*	87,4 Ba	59,0 Db	20,6 Ac
CV² (%)	5,43					

¹ Letras distintas maiúsculas na coluna, minúsculas na linha para cada época e, presença de * para cada nível de sombreamento nas épocas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Fisher à 5% de probabilidade. ² coeficiente de variação.

O nível de 100% de ausência de luz teve o menor percentual de controle de azevém neste trabalho, nas duas épocas avaliadas, para todos os horários de aplicação, relativo aos demais níveis de sombreamento (Tabela 2). Para o controle na ausência de luminosidade, todos horários de aplicação de paraquat na segunda época de avaliação, apresentaram valores superiores aos da primeira época de avaliação (Tabela 2).

De modo geral, o maior controle ocorreu na segunda época de avaliação. Isso era esperado devido ao maior tempo de atuação do herbicida na planta. Porém, em um único caso, no tratamento com aplicação às 23:00 no tratamento sem sombreamento, houve redução de controle de azevém (Tabela 2). Isto pode ser justificado por recuperação parcial da planta, no entanto, o nível de eficiência mostrou-se eficiente, estando acima de 80% de controle, valor no qual é considerado satisfatório (REUNIÃO, 2010).

Já, para a segunda época de avaliação, destacaram-se com maior controle o tratamento sem sombreamento, não diferindo para os horários de aplicação 03:00, 07:00 e, 11:00 do tratamento 50% de ausência de luz (Tabela 2).

Tabela 3. Matéria seca da parte aérea (g) de azevém resistente ao glyphosate em relação à aplicação de paraquat em diferentes horários (3:00; 7:00; 11:00; 15:00; 19:00 e 23:00 horas do dia), para duas épocas de avaliações (Época 1 - 48 horas e Época 2 - 120 horas após aplicação de paraquat), sobre diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 100% de redução de luminosidade). Itaquí - RS, 2015.

Horário de Aplicação	Níveis de Sombreamento					
	Época 1			Época 2		
	0%	50%	100%	0%	50%	100%
03:00	0,07 ¹ BCa	0,04 Ba	0,06 Ca*	0,06ABb	0,06 ABb	0,09 Aa
07:00	0,07BCa	0,06 Ba	0,06 BCa	0,05 Bb	0,07 ABa	0,07ABa
11:00	0,09ABa	0,08 Aa	0,09ABa*	0,07ABab	0,08 Aa	0,05 Bb
15:00	0,10Aa*	0,09 Aa*	0,10 Aa	0,06ABb	0,06 ABb	0,08 Aa
19:00	0,06Ca*	0,07 Aa	0,06 Ca	0,08 Aa	0,07ABab	0,06 Bb
23:00	0,06 Ca	0,09 Aa*	0,05 Ca	0,05 Bb	0,05 Bb	0,07ABa
CV² (%)	28,65					

¹ Letras distintas maiúsculas na coluna, minúsculas na linha para cada época e, presença de * para cada nível de sombreamento nas épocas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Fisher à 5% de probabilidade. ² coeficiente de variação.

Para a variável matéria seca da parte aérea do azevém, na primeira época de avaliação, no nível 0% de sombreamento, os horários de aplicação 11:00 e 15:00 se destacaram com maior MSPA, enquanto os horários de aplicação 19:00 e 23:00 obtiveram os menores valores. Para o nível de 100% de ausência de luz, os resultados foram semelhantes, porém, o horário de aplicação às 03:00, também apresentou o menor valor de MSPA. Já, para o 50% de redução de luminosidade, houve uma variação, onde os horários de aplicação 19:00, 23:00, 11:00 e 15:00, apresentaram maiores valores de MSPA na primeira época de avaliação (Tabela 3).

Não houve diferença significativa entre os níveis de luminosidade, na primeira época de avaliação, em todos horários de aplicação de Paraquat, para a variável MSPA (Tabela 3). Na segunda época de avaliação, de modo geral, o nível de 100% de ausência de luz, destacou-se com os maiores valores para a variável MSPA, exceto para os horários de aplicação 19:00 e 11:00, onde o tratamento testemunha, sem redução de luminosidade, apresentou o maior valor para esta variável (Tabela 3). Na segunda época de avaliação, os valores de MSPA, são menores, quando significativos, comparados com a primeira época de avaliação, com exceção do horário de aplicação às 19:00 no nível 0% de redução de luminosidade e, no horário 03:00 no nível 100% de ausência de luz (Tabela 3). Esta variação pode ser justificada, pelo valor do coeficiente de variação (28,65%), que foi relativamente alto, devida a elevada variabilidade genética, importante característica de plantas daninhas (VIDAL et al., 2010).

Com a aplicação do paraquat em horários que a planta está com a taxa fotossintética ativa, o herbicida que atua no fotossistema I, captando elétrons, começa a agir, entretanto, como é de ação rápida, degrada uma parte superficial do tecido vegetal. Desta maneira, sua eficiência é reduzida e, em plantas com potencial de afilamento, pode haver o rebrote, pois não haverá tempo suficiente para translocação da molécula do paraquat no interior da planta. O que evidencia-se neste trabalho é que a aplicação noturna de paraquat em azevém, propicia maior tempo de translocação do herbicida no interior da planta. Deste modo, no momento em que a mesma retorna sua atividade fotossintética, com o retorno da luminosidade, o paraquat começara agir e terá ação em maior parte do tecido vegetal, conseqüentemente maior controle na planta (HAWKES, 2014).

Porém, com luminosidade reduzida por períodos prolongados, o paraquat não tem sua ação efetiva na planta, pois depende indiretamente deste fator. Com isso, em períodos de intensa nebulosidade, que podem reduzir o índice de radiação bem como a fotossíntese, a molécula deste herbicida, pode não atuar na planta. Em pesquisa realizada com resistência de

Conyza bonariensis ao paraquat, os autores mostram que o mecanismo de resistência, desta planta daninha, pode ser o sequestro da molécula do paraquat pelo vacúolo ou absorção das membranas (NOL et al., 2012). Esta redução no número de moléculas do herbicida na planta, pelo sequestro do vacúolo, reduz a eficiência de controle de plantas (SILVA e SILVA, 2012; MORETTI et al., 2015).

Os resultados obtidos para as condições de ambiente são as médias dos três ambientes de redução de luminosidade testados no experimento, pois não houve variação na umidade relativa e, para temperatura foi inferior a 1 °C de um ambiente para outro (Figura 1). Quanto à velocidade do vento, outro fator importante, estava dentro das condições recomendadas com 9 km h⁻¹.

Embora tenha, de modo geral, maior controle de azevém na segunda época de avaliação, não houve essa tendência evidente para a variável matéria seca da parte aérea. Isto pode ser explicado, porque o período de avaliação entre as épocas é relativamente curto e, associada à variabilidade genética de plantas daninhas não ser possível observar maior efetividade nesta variável.

4 CONCLUSÕES

O horário de aplicação de paraquat e níveis de sombreamento influenciam no controle e produção de matéria seca da parte aérea de azevém resistente ao glyphosate.

O maior controle de azevém pelo paraquat é as 03:00 horas, em 0 e 50% de redução de luminosidade e, ainda, o nível 100% de ausência de luz, neste horário, tem maior matéria seca da parte aérea.

Para 100% de ausência de luz, o controle de azevém pelo paraquat, não é eficiente para nenhum horário testado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. A. **FORAGEIRAS para ceifa capineiras, fenação e ensilagem**. Porto Alegre, Sulina, 169 p. 1978.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, v.26, n.1, p.167-174, 1996.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- GERDES, L. **Introdução de uma mistura de três espécies forrageiras de inverno em pastagem irrigada de capim - Aruana**. 2003. 73 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- HAUN, J. R. Visual quantification of wheat development. *Agronomy Journal*, v. 65, p. 116-119, 1973.
- HAWKES, T.R. Mechanisms of resistance to paraquat in plants. **Pest Management Science**, v. 70, p. 1316–1323, 2014.
- HOUSHMANDFAR, A.; FITZGERALD, G.J.; ARMSTRONG, R.; TAUSZ, M. Modelling stomatal conductance of wheat: An assessment of response relationships under elevated CO₂. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 214, p. 117-123, 2015.
- KASPARY, T.E.; LAMEGO, F.P.; PERUZZO, S.T.; PAGLIARINI, I.B.; RIGON, C.A.G. Pigmentos fotossintéticos em azevém suscetível e resistente ao herbicida glyphosate. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1901-1907, 2014.
- MOOJEN, T.M.B.; CAVALCANTE, R.B.L.; MENDES, C.A. Avaliação da radiação solar com base em dados de nebulosidade. **Geografia**. v. 21, p. 41-55, 2012.
- MORETTI, M. L.; HANSON, B. D.; HEMBREE, K. J.; SHRESTHA, A. Glyphosate resistance is more variable than paraquat resistance in a multiple-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) population. **Weed Science**. v. 61, p. 396-402, 2013.
- MORETTI, M.L.; SHRESTHA, A.; HEMBREE, K.J.; HANSON, B.D. Post emergence control of glyphosate/paraquat-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) in tree nut orchards in the Central Valley of California. **Weed Technology**. v. 29, p. 501-508, 2015.
- NOL, N.; TSIKOU, D.; EID, M.; LIVIERATOS, I.; GIANNOPOLITIS, C. Shikimate leaf disc assay for early detection of glyphosate resistance in *Conyza Canadensis* and relative transcript levels of EPSPs and ABC transporter genes. **Weed Research**. v. 52, p. 233–241, 2012.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 38, 2009, Cruz Alta. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2010/2011 e 2011/2012.** Cruz Alta: FUNDACEP, 2010. 168p.

RODRIGUES, C. M. **Características morfológicas e estruturais de trevo-persa (*Trifolium resupinatum* L.) em consórcio com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) submetidos a distintas alturas e intervalos de corte.** 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Viçosa. UFV. 2012. 367 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2009. p.200-210.

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

VARGAS, L.; GAZZLERO, D. L. P.; KARAM, D. **Azevém resistente ao glifosato: características, manejo e controle.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 3 p. (Comunicado Técnico, 298).

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo de manejo e controle de plantas daninhas.** Embrapa Trigo, 2008. 780 p.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 27 p. (Documentos online, 58).

VIDAL, R. A.; MEROTTO JR, A.; LAMEGO, F. P.; SILVA, H. L.; TREZZI, M. M. **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopaita e competição.** Porto Alegre, 2010. p. 132.

WREGGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; DE ALMEIDA, I.R. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

YU, Q.; HUANG, S.; POWLES, S. Direct measurement of paraquat in leaf protoplasts indicates vacuolar paraquat sequestration as a resistance mechanism in *Lolium rigidum*. **Pesticide Biochemistry and Physiology.** v. 98. p. 104-109. 2010.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of weed science.** 2 ed. San Diego: Academic Press, 1999, 556 p.