



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JULIANE CERVI PORTES**

**SELETIVIDADE DE SAIS DE GLYPHOSATE APLICADOS EM DIFERENTES  
HORÁRIOS EM MILHO RR**

**ERECHIM  
2019**

**JULIANE CERVI PORTES**

**SELETIVIDADE DE SAIS DE GLYPHOSATE APLICADOS EM DIFERENTES  
HORÁRIOS EM MILHO RR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentando  
como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em  
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

**ERECHIM**

**2019**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Portes, Juliane Cervi  
SELETIVIDADE DE SAIS DE GLYPHOSATE APLICADOS EM  
DIFERENTES HORÁRIOS DO DIA EM MILHO RR / Juliane Cervi  
Portes. -- 2019.  
20 f.

Orientador: Leandro Galon.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Erechim, RS, 2019.

1. Introdução. 2. Material e métodos. 3. Resultados e  
discussão. 4. Conclusões. 5. Referências. I. Galon,  
Leandro, orient. II. Universidade Federal da Fronteira  
Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**JULIANE CERVI PORTES**

**SELETIVIDADE DE SAIS DE GLYPHOSATE APLICADOS EM DIFERENTES  
HORÁRIOS EM MILHO RR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentando como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Este trabalho de conclusão de curso foi definido e aprovado pela banca em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Leandro Galon- UFFS

---

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin- UFFS

---

Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta- UFFS

## Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>8</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>10</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>16</b>
<b>Referências.....</b>	<b>17</b>

## SELETIVIDADE DE SAIS DE GLYPHOSATE APLICADOS EM DIFERENTES HORÁRIOS EM MILHO RR

**Resumo** – Atualmente existem diversas formulações de glyphosate no mercado, destacando-se os sais de isopropilamina, di-amônio, sal de potássio e sal de amônio como as principais. No entanto escassas são as pesquisas que tenham avaliado a eficiência desses sais e os efeitos causados na cultura do milho quando aplicados em diferentes horários. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de formulações de glyphosate aplicadas em diferentes horários do dia, sobre as características morfofisiológicas da cultura do milho. Para isso, aplicou-se os sais de isopropilamina, di-amônio, sal de potássio e sal de amônio nas doses comerciais recomendadas pelos fabricantes em diferentes horários do dia (9, 12, 15, 18 h) na cultura do milho, quando encontrava-se com quatro folhas totalmente expandidas (V4). As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 7 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos. Aos 30 dias após a semeadura do milho com 8 folhas totalmente expandidas (V8) foram avaliadas a altura de planta, diâmetro de colmo, índice de clorofila, concentração interna de carbono, taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração foliar, eficiência do uso da água, eficiência de carboxilação, área foliar e massa seca da planta. Diante dos resultados obtido, observa-se que, os sais quando aplicados na dose recomendada, em diferentes horários do dia, não causam fitotoxicidade à cultura do milho. O sal de potássio apresentou melhores resultados na maioria das variáveis avaliadas, diferente do sal de isopropilamina onde mostrou-se com baixos resultados em quase todas as avaliações.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L.; formulações; aplicação de herbicidas.

**Abstract** - Currently there are several formulations of glyphosate present in the market, with emphasis on salts of isopropylamine, di-ammonium, potassium salt and ammonium salt, and it is necessary to investigate the efficiency of these different salts and the effects caused in the corn crop. The objective of this work was to evaluate the different formulations applied at different times of the day, on the morphophysiological characteristics of corn. For this, the different salts (isopropylamine, di-ammonium, potassium salt and ammonium salt) were applied in the commercial doses recommended by the manufacturers at different times of the day (9, 12, 15, 18) in the corn crop, when was with four fully expanded leaves (V4). The phytotoxicity evaluations were performed 7 and 14 days after application of the treatments. The other evaluated variables were measured 30 days after sowing of the crop, with 8 fully expanded leaves (V8), being: plant height, stem diameter, chlorophyll, internal carbon concentration,

photosynthetic rate, stomatal conductance, leaf transpiration, efficiency water use, carboxylation efficiency, leaf area and plant dry mass. In view of the obtained results, it is observed that the salts when applied at the recommended dose, at different times of the day, do not cause phytotoxicity to maize. The potassium salt presented better results in most of the variables evaluated, different from the isopropylamine salt where it was shown with low results in almost all evaluations.

**Keywords:** Zea mays L.; formulations; application of herbicides.

## Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, sendo ele utilizado para alimentação humana, animal e também como matéria-prima em diversas indústrias. Desse modo, a cultura torna-se importante para o agronegócio brasileiro, por gerar divisas ao Brasil e muitos empregos diretos ou indiretos (Conab, 2019).

No entanto, a produtividade média brasileira de grãos de milho esta muito abaixo das obtidas em áreas experimentais ou mesmo em lavouras que adotam elevados níveis tecnológicos. Dentre os fatores responsáveis pelas baixas produtividades destaca-se a interferência ocasionada pelas plantas daninhas. Para o controle de plantas daninhas o principal método utilizado é o químico com herbicidas, em razão do menor custo, pela praticidade e maior eficiência quando comparado a outros métodos (Dan *et al.*, 2010).

Para o uso de herbicida torna-se necessário observar, dentre outras coisa, às condições de tempo, recomendando-se efetuar as aplicações dos produtos em temperaturas mais amenas, o que ocorre nos primeiros horários da manhã, no final da tarde ou mesmo à noite (Maciel *et al.*, 2016). Os fatores climáticos (temperatura, velocidade do vento, umidade) aliados a tecnologia de aplicação se não levados em conta podem ocasionar falhas de controle ou mesmo causar injúrias às culturas.

Algumas pesquisas já foram desenvolvidas abordando os efeitos de aplicação de glyphosate em soja RR, porém poucas direcionadas à cultura do Milho e abordando os diferentes sais que são usados em formulações dos produtos comerciais. Estas pesquisas apresentam resultados negativos em relação às características nutricionais, presença de fitotoxicidade após aplicação, diminuição na eficiência do uso da água, fotossíntese, e também diminuição na produtividade da cultura (Albrecht, 2014).

Existem diversas formulações de glyphosate presentes no mercado, destacando-se, o sal de isopropilamina, sal de amônio, e sal de potássio esse ultimo exclusivamente na formulação

Zapp Qi, porém todas apresentam o mesmo ingrediente ativo, independente dos sais utilizados (Santos, *et al.*, 2007). Recentemente surgiu a formulação com sal de di-amônio como uma nova opção para comercialização do produto a base de glyphosate.

Devido à carência de informações neste sentido objetivou-se neste trabalho avaliar a seletividade de formulações de glyphosate aplicadas em diferentes horários do dia, sobre as características morfofisiológicas da cultura do milho .

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, na safra de verão 2018/19. O solo utilizado como substrato é oriundo da área experimental da mesma instituição sendo classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (Embrapa, 2013).

O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, com esquema fatorial (4x4+1) com quatro repetições, sendo os tratamentos descritos na Tabela 1. O fator A foi composto pelos diferentes sais de glyphosate (isopropilamina, di-amônio, sal de amônio, e sal de potássio) e o B pelos horários de aplicação (9h, 12h, 15h e 18h) e um tratamento testemunha sem aplicação.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com área de 0,0104 m<sup>2</sup> (Ø=0,24mxA=0,23m) e volume de 8 dm<sup>3</sup>, na qual foi realizada a semeadura manual do milho híbrido DEKALB 230 PRO3, com densidade de 1 semente a cada 0,02 m<sup>2</sup>, sendo assim, estabeleceu-se a população de 5 plantas vaso<sup>-1</sup>.

Tabela 1 – Tratamentos compostos de diferentes produtos comerciais e suas respectivas formulações de sais e horários de aplicação na cultura do milho (*Zea mays*).

Tratamentos	Dose (g.e.a. ha <sup>-1</sup> )	Produto Comercial	Dose comercial (L/kg ha <sup>-1</sup> )	Horários de aplicação* (h)
Test. sem aplicação	---	---	---	---
Sal de amônio	1.080	RoundUp WG®	3	9, 12, 15 e 18
Sal de di-amônio	1.080	RoundUp DI®	3	9, 12, 15 e 18
Sal de isopropilamina	1.080	Glif-All®	3	9, 12, 15 e 18
Sal de potássio	1.080	ZAPP QI®	3	9, 12, 15 e 18

\*não descontado o horário de verão.

A correção do pH e a fertilização do solo foram realizadas conforme o Manual de Calagem e Adubação empregado, por meio da interpretação da análise de solo (Rolas, 2016). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada em duas épocas, uma no estágio V3 e a segunda em V6. Os tratamentos foram aplicados aos 25 dias após a emergência das plantas de



milho, quando estas encontravam-se no estádio com 4 folhas totalmente expandidas (V4). Para isso foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02 sob pressão constante de 2,0 kgf cm<sup>-2</sup> e a velocidade de deslocamento de 3,6 km h<sup>-1</sup>, proporcionando uma vazão de 150 L h<sup>-1</sup>. As condições meteorológicas dos momentos das aplicações estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Condições meteorológicas nos horários de aplicação de diferentes sais de glyphosate em milho RR. UFFS, Erechim/RS, 2018.

Horários (h)	Temperatura ar - C°	Temperatura do solo - C°	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do vento (Km/h <sup>-1</sup> )
9:00	25,3° C	27,1° C	57,4%	0,7 a 1,3
12:00	29,9° C	29,7° C	56,1%	0,7 a 1,3
15:00	27,8° C	29,2° C	55,7%	0,7 a 1,3
18:00	25,6° C	27,8° C	55,4%	0,7 a 1,3

Além dos tratamentos com o herbicida, também sempre que necessário, foram efetuados os controles da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) com inseticidas na dose recomendada para a cultura pela bula.

As avaliações de fitotoxicidade foram efetuados aos 7 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). Para a avaliação de fitotoxicidade foram atribuídas notas percentuais, sendo a nota zero (0%) correspondendo a ausência de injúrias e a nota (100%) para a morte completa das plantas de milho (SBCPD, 1995).

Aos 60 DAE realizou-se as avaliações de altura, diâmetro, área foliar, massa seca da parte aérea das plantas de milho. Com o auxílio de uma régua em escala milimétrica mensurou-se a altura de plantas, desde a base do solo ao ápice da última folha completamente expandida. O diâmetro do caule foi aferido com auxílio de um paquímetro em escala milimétrica, medindo-se o mesmo rente ao solo. A área foliar foi determinada com auxílio de um medidor de área foliar modelo LI-3100, marca LI-COR Bioscience, em todas as plantas em cada tratamento. Após as foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft* e postas para secagem em estufa com circulação de ar forçada na temperatura de 65±5°C até o material atingir peso constante para quantificar a massa seca da parte aérea do milho. .

Também aos 60 DAE foi aferido as variáveis fisiológicas das plantas de milho, como: o índice de clorofila (IA - SPAD), atividade fotossintética (A - μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci - μmol mol<sup>-1</sup>), taxa de transpiração (E - mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (Gs - mol m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>), eficiência de carboxilação (EC - mol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e eficiência do uso da água (EUA - mol CO<sub>2</sub> mol H<sub>2</sub>O<sup>-1</sup>), utilizando-se um analisador portátil da taxa fotossintética por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA, modelo LCpro-SD, marca ADC

Bioscientific Ltd), mensuradas na penúltima folha totalmente expandida dos horários das 7:30 às 10:30 da manhã.

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, posteriormente, quando significativo, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

Para a variável fitotoxicidade nas avaliações realizadas aos 7 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) não foram constatados sintomas visuais de injúrias. Não havendo cloroses ou características indicativas da injúria dos sais de glyphosate nas plantas de milho. Albrecht (2016), avaliou respostas do milho RR2/LL à aplicação de glyphosate e associação de herbicidas e constatou não ser frequente a presença de manchas cloróticas geradas pela fitotoxicidade de glyphosate no milho RR, descrevendo ainda que é mais comum a presença destes sintomas em soja RR do que no milho.

Um fator que poderia ocasionar o surgimento de fitotoxicidade na cultura do milho, mesmo sendo de tecnologia RR, seria o aumento da dose aplicada do herbicida, independente de qual sal estaria presente em sua formulação. Para a soja RR quando submetida à doses de glyphosate maiores (2.160 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido) ocorre um aumento de 4% de fitotoxicidade em relação ao uso da dose recomendada (1.080 g ha<sup>-1</sup> e.a.) na cultura (Forte *et al.*, 2019).

Na altura de plantas o sal de isopropilamina ocasionou efeito negativo e com diferença somente na comparação entre os sais na aplicação das 15h (Tabela 3). Essa variação no presente estudo provavelmente seja de causas de influências externas, não sendo avaliadas neste presente trabalho. Segundo Albrecht *et al.* (2016) ao avaliarem manejos, formulações e doses de glyphosate, sobre o desenvolvimento do milho RR2 observaram diferenças na altura de algumas plantas de milho, porém não se possibilitou identificarem um comportamento padrão que justifique esta reação nos tratamentos do experimento.

Observou-se que o diâmetro de colmos do milho ao se aplicar o sal potássico às 15 h demonstrou diferenças negativas em relação ao sal de amônio aplicado em mesmo horário, porém os dois sais foram iguais aos demais tratamentos (Tabela 3). As 18 h denotou-se que o sal de isopropilamina demonstrou menor diâmetro de colmos ao ser comparado com o sal de di-amônio, e novamente esses não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. Os demais resultados não demonstram diferenças entre os sais e nem mesmo entre os horários de aplicação. Porém, se comparados agronomicamente os valores com a testemunha, nota-se que

existem tratamentos onde o diâmetro foi maior em relação à ela. Podendo então, esta diferença ser causada a partir da competição entre as plantas na mesma unidade experimental.

Segundo Demétrio *et al.* (2008), onde avaliaram o desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais, observou-se com o incremento na população de milho de 30 mil para 90 mil plantas por hectare, uma redução significativa no diâmetro do colmo.

Há uma interferência sob a massa individual das plantas quando submetidas a maiores densidades populacionais, onde reflete-se na redução de matéria seca individual e consequentemente do colmo, resultado este da competição interespecífica por recursos do meio (Gross *et al.*, 2006).

Os resultados de altura e diâmetro da cultura, além de, mesmo que pouco, serem influenciados pelos tratamentos, sendo o glyphosate que por si só já afeta as plantas se mal utilizado e em horários não recomendados, podem-se relacionar com a escolha do híbrido a ser utilizado. Também deve-se ressaltar que as avaliações foram realizadas antes do estágio reprodutivo da planta, onde os efeitos são considerados não persistentes e tendem a diminuir com o tempo, recuperando-se completamente 14 dias após a aplicação (Zobiolo *et al.*, 2010; Reddy e Zablotowicz, 2003).

Tabela 3 – Altura de plantas – AP (m) e diâmetro do colmo – DC (mm) do milho híbrido Dekalb 230 PRO3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horário do dia.

Tratamentos	Horários de aplicação dos sais de glyphosate em milho (h)							
	9		12		15		18	
	AP	DC	AP	DC	AP	DC	AP	DC
Testemunha	1,2Aa <sup>1</sup>	15Aa	1,2Aa	15Aa	1,2Aa	15ABa	1,2Aa	15Aba
Sal amônio	1,2Aa	15Aa	1,1Aa	15Aa	1,2Aa	16Aa	1,1Aa	15Aba
Sal di-amônio	1,1Aa	15Aab	1,1Aa	13Ab	1,2Aa		1,1Aa	16Aa
Sal isopropilamina	1,2Aa	15Aa	1,2Aa	15Aa	1,0Bb	15ABab 14ABa	1,1Aa	13Ba
Sal potássico	1,2Aa	15Aa	1,1Aa	15Aa	1,2Aa	13Ba	1,2Aa	15Aba
CV (%)	5	8	5	8	5	8	5	8

<sup>1</sup> Letras maiúsculas iguais na coluna, entre as formulações, e letras minúsculas iguais nas linhas entre os horários não diferem entre si pelo teste de Tukey a  $\leq 0,05$ .

Na Tabela 4, é possível visualizar os resultados do índice de clorofila. O sal de amônio foi estatisticamente menor em relação ao sal de di-amônio, entretanto os dois foram iguais as demais tratamentos quando aplicados as 18 h. Ao se comparar os horários entre si o único sal que demonstrou diferenças foi o isopropilamina que apresentou menor índice ao ser aplicado as 18 h e maior as 12 h, sendo no entanto ambos iguais aos demais tratamentos .

O menor índice de clorofila nesse estudo foi observado às 18 h e isso provavelmente deve-se ao fato que neste horário a incidência de luz sobre as folhas da plantas de milho é

menor, de modo que sua atividade sintética diminuiu. Quando a clorofila absorve fótons de luz ela parte do seu estado de menor energia (estado fundamental) para um estado de maior energia (estado excitado). Sendo assim, por ela ser um dos principais fatores presentes no processo da fotossíntese, havendo a diminuição da luminosidade presente no local, a atividade da clorofila será menor, permanecendo-se presente em seu estado fundamental (Lacerda *et al.*, 2007).

Krenchinski *et al.* (2013) descrevem que o sal de isopropilamina apresentou teores menores do índice de clorofila na planta de milho RR do que o sal de potássio com aplicação de 2160 g ha<sup>-1</sup> de e.a.. E com o aumento da dose para 2880 g ha<sup>-1</sup> de .a.e. em aplicação sequencial, resultou na diminuição do teor de clorofila em relação à aplicação única e ao sal de isopropilamina.

Tabela 4 –Índice de clorofila (SPAD) do milho híbrido Dekalb 230 PRO 3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horários do dia.

Tratamentos	Teor de Clorofila (SPAD)			
	Horários de aplicação (h)			
	9	12	15	18
Testemunha	34Aa	34Aa	34Aa	34ABa
Sal de amônio	36Aa	35Aa	33Aa	29Ba
Sal di-amônio	36Aa	34Aa	32Aa	37Aa
Sal isopropilamina	35Aab	37Aa	33Aab	30ABb
Sal potássico	33Aa	36Aa	34Aa	30ABa
CV (%)	11			

<sup>1</sup> Letras maiúsculas iguais na coluna, entre os sais, e letras minúsculas iguais nas linhas, entre os horários não diferem entre si pelo teste de Tukey a p≤0,05.

Observou-se na Tabela 5 que a concentração interna de CO<sub>2</sub>, demonstrou os melhores resultados para a aplicação efetuada as 12 e as 18 h para todos os sais, ou seja, todos os tratamentos herbicidas igualaram-se a testemunha sem aplicação. A aplicação das 9 h demonstrou que o sal de amônio apresentou a menor concentração interna de CO<sub>2</sub> do que os demais sais, no entanto igualou-se a testemunha sem aplicação e essa aos demais. Esse mesmo sal quando usado às 15 h foi estatisticamente inferior a aplicação no milho do sal isopropilamina, sendo esses iguais aos demais tratamentos, inclusive a testemunha. O Ci foi inferior ao se usar o sal de amônio as 9 e as 15 h em relação aos demais horários e isopropilamina somente ao se aplicado as 9 h.

Para a atividade fotossintética – A, o horário que apresentou maior estabilidade em seus valores para todos sais foi aplicação das 18 h (Tabela 5). Ao se comparar os sais entre si, observou-se que as 9 h o sal di-amônio demonstrou inferioridade na atividade fotossintética e a aplicação das 15 h quem diferiu dos demais de forma negativa foi isopropilamina. O uso do sal sal di-amônio as 9 e as 18 h foi inferior aos demais horários. O sal de amônio as 12 h

apresentou menor atividade fotossintética, o isopropilamina as 12 h e as 15 h e o potássico as 12 h demonstram menor atividade da variável em estudo.

A concentração interna de CO<sub>2</sub> está associada à fotossíntese, a qual é representada pela atividade fotossintética. Sendo assim, nas análises apresentadas neste trabalho, pode-se observar essa relação quanto à baixa concentração de CO<sub>2</sub> no sal de amônio às 9:00 e às 15:00 e uma alta taxa fotossintética nesse mesmo sal, nos mesmos horários.

Isso ocorre porque o milho por ser uma planta C<sub>4</sub> pode permanecer mais tempo com os estômatos fechados metabolizando o CO<sub>2</sub> do que uma planta C<sub>3</sub>. Com isso, há uma diminuição na absorção de dióxido de carbono e a planta passa a utilizar as reservas para a fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2017). Desta forma, justifica-se quanto aos resultados apresentados, onde há baixa concentração de CO<sub>2</sub> e uma maior atividade fotossintética.

Tabela 5 – Concentração interna de CO<sub>2</sub> – Ci (μmol mol<sup>-1</sup>) e atividade fotossintética – A (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) do milho híbrido Dekalb 230 PRO3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horário do dia.

Tratamentos	Horários de aplicação dos sais de glyphosate em milho (h)							
	9		12		15		18	
	Ci	A	Ci	A	Ci	A	Ci	A
Testemunha	152Aba <sup>1</sup>	10Aa	152Aa	10AB	152ABa	10ABa	152Aa	10Aa
Sal amônio	136Bb	11Aa	183Aab	6Ab	140Bb	10ABab	217Aa	8Aab
Sal di-amônio	209Aa	5Bb	142Ab	11Aa	198ABa	9ABab	178Aab	6Ab
Sal isopropilamina	145Ab	12Aa	195Aab	6Ab	210Aa	7Bb	174Aab	9Aab
Sal potássico	175Aa	9ABa	187Aa	7ABb	144ABa	12Aa	191Aa	7Aab
CV (%)	20	26	20	26	20	26	20	26

<sup>1</sup> Letras maiúsculas iguais na coluna, entre as formulações, e letras minúsculas iguais nas linhas entre os horários não diferem entre si pelo teste de Tukey a ≤0,05.

A condutância estomática esta relacionada à abertura de estômatos e a atividade fotossintética, sendo que apenas os sais isopropilamina e potássio apresentaram diferenças quanto ao horário de aplicação, sendo a menor condutância observada quando aplicados os dois as 12 h (Tabela 6). Não foi observado diferenças entre os sais e a testemunha sem aplicação para nem dos horários aplicados..

Manabe *et al.* (2014) afirmam que a planta quando presente em ambiente com baixa incidência luminosa tende a fechar os estômatos, e assim também se comporta para evitar o estresse hídrico. Nesse sentido, a condutância estomática (GS) só ocorrerá quando os estômatos estiverem abertos.

Tabela 6 - Condutância estomática (gs) do milho híbrido Dekalb 230 PRO 3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horários do dia.

Tratamento	Condutância estomática (mol m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )			
	Horários de aplicação (h)			
	9	12	15	18
Testemunha	0,08Aa	0,08Aa	0,08Aa	0,08Aa
Sal de amônio	0,08Aa	0,06Aa	0,08Aa	0,08Aa
Sal di-amônio	0,06Aa	0,09Aa	0,07Aa	0,05Aa
Sal isopropilamina	0,10Aa	0,04Ab	0,06Aab	0,09Aab
Sal potássico	0,07Aab	0,06Ab	0,10Aa	0,07Aab
CV (%)	32			

<sup>1</sup> Letras maiúsculas iguais na coluna, entre os sais, e letras minúsculas iguais nas linhas, entre os horários não diferem entre si pelo teste de Tukey a  $p \leq 0,05$ .

A aplicação dos sais de glyphosate em diferentes horários não influenciou a a transpiração foliar (E) das plantas de milho, já que todos os tratamentos foram estatisticamente iguais entre si (Tabela 7).

A ausência de diferenças significativas na taxa de transpiração está interligada à condutância estomática da planta. Baseado neste trabalho, onde a GS não apresentou diferenças tão pronunciadas entre seus valores, a transpiração foliar correspondou à estes resultados. A transpiração da folha, através do calor latente de evaporação, causa efeito elevado para o resfriamento da mesma, sendo de suma importância para a regulação da sua temperatura e evitar diminuições de seus potenciais produtivos (Manabe *et al.*, 2014).

Tabela 7 - Transpiração foliar (E) do milho híbrido Dekalb 230 PRO 3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horários do dia.

Tratamento	Transpiração foliar (mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			
	Horário de aplicação (h)			
	9	12	15	18
Testemunha	1,7 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>
Sal de amônio	2,2	1,3	2,0	2,5
Sal di-amônio	1,1	2,3	3,5	1,3
Sal isopropilamina	2,1	1,4	3,7	2,1
Sal potássico	3,3	1,4	2,4	1,5
CV (%)	64			

<sup>ns</sup> não significativo pelo teste de Tukey a  $p \leq 0,05$ .

A eficiência de uso da água- EUA, demonstrou que o melhor tratamento foi a testemunha sem aplicação às 15 h que foi melhor que o sal di-amônio e os dois não diferiram dos demais (Tabela 8). Os demais sais foram todos iguais estatisticamente independente do horário de aplicação.

A EUA, que representa a quantidade de água evapotranspirada por uma planta para a produção de uma certa quantidade de massa seca, está totalmente relacionada à condutância

estomática, pois no momento em que há abertura dos estômatos para a absorção de CO<sub>2</sub> para o processo de fotossíntese, perde-se água através da transpiração foliar (Machado et al., 2010). Logo, pelos dados apresentados neste trabalho, mostra-se uma menor eficiência ao se usar o sal di-amônio as 15 h onde deverá influenciar numa menor produção de massa seca pela planta. Isso ocorre pela presença de alta temperatura neste horário e uma menor atividade estomática, diminuindo a quantidade de água evapotranspirada pela planta, e conseqüentemente a EUA.

A eficiência de carboxilação – EC (Tabela 8) teve um padrão semelhante à atividade fotossintética. Esta variável é indiretamente uma representante da atividade da enzima PGA pela incorporação do CO<sub>2</sub> absorvido pelos estômatos, por meio do ciclo de Calvin, influenciando na atividade da fotossíntese pela planta (Taiz e Zeiger, 2017).

Tabela 8 –Eficiência do uso da água – EUA (mol CO<sub>2</sub> mol H<sub>2</sub>O<sup>-1</sup>) e eficiência de carboxilação – EC (mol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) do milho híbrido Dekalb 230 PRO3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horário do dia.

Tratamentos	Horários de aplicação dos sais de glyphosate em milho (h)							
	9		12		15		18	
	EUA	EC	EUA	EC	EUA	EC	EUA	EC
Testemunha	6Aa	0,07Aa	6Aa	0,07AB a	6Aa	0,06AB a	6Aa	0,07Aa
Sal amônio	5Aa	0,08Aa	5Aa	0,03AB b	5ABa	0,08AB a	4Aa	0,04Ab
Sal di-amônio	4Aa	0,02Bb	5Aa	0,08Aa	3Ba	0,04Bab	5Aa	0,03Ab
Sal isopropilamina	6Aa	0,08Aa	4Aa	0,02AB b	3ABa	0,03Bb	5Aa	0,05Aab
Sal potássico	3Aa	0,05ABa b	4Aa	0,04AB b	5ABa	0,09Aa	5Aa	0,04Ab
CV (%)	27	38	27	38	27	38	27	38

<sup>1</sup> Letras maiúsculas iguais na coluna, entre as formulações, e letras minúsculas iguais nas linhas entre os horários não diferem entre si pelo teste de Tukey a  $\leq 0,05$ .

A aplicação do sal de isopropilamina demonstrou maior área foliar do milho quando aplicado as 12 e menor as 15 h, no entanto esses dois horários não difeririam dos demais (Tabela 9). Os demais sais não demonstraram diferenças entre si e em relação aos horários de aplicação.

O acúmulo de massa seca não foi influenciado ao se comparar os efeitos de diferentes horários de aplicação para cada tratamento avaliado (Tabela 9). Observou-se o menor acúmulo de massa seca ao se aplicar o sal de isopropilamina às 15 h. Esse fato ocorre em função da alta taxa de respiração, onde ocorre a perda de CO<sub>2</sub> durante a degradação das reservas pela planta o que leva na diminuição da massa seca (Concenço et al., 2009).

Constatou-se reduções significativa na eficiência de controle e na produção de massa seca da parte aérea de *Polygonum convolvulus* (cipó-de-veado) ao ser aplicado o glyphosate às 12 h (MACIEL et al., 2016), o que corrobora em partes com os resultados do presente estudo.

Estudos como o de Ferreira et al. (2006) ao avaliarem deriva de glyphosate sobre o arroz irrigado, afirmam que aplicações do herbicida podem resultar na redução da área foliar da planta e sua respectiva massa seca, o que conseqüentemente levaria a menor produtividade da cultura.

Sendo a massa seca relacionada com a área foliar, e o tratamento das 15 h para o sal de isopropilamina que apresentou um menor valor de AF, conseqüentemente a massa seca deste mesmo tratamento apresentou menor, diferenciando-se dos demais sais, mas não dos demais horários. A alta taxa de respiração, onde ocorre a perda de CO<sub>2</sub> durante a degradação das reservas pela planta pode resultar na diminuição da massa seca (Lacerda; Enéas Filho; Pinheiro, 2007).

Em híbridos de milho submetidos a subdoses de glyphosate, a formação de biomassa apresentou melhor desempenho quando a aplicação dispõem de pequenas doses (25 a 50 g ha<sup>-1</sup> de e.a.) do produto, e quando estes são expostos a doses elevadas do herbicida há redução de massa seca das plantas (Colina, 2012).

Tabela 9 – Área foliar – AF (m) e massa seca – MS (g) da parte aérea do milho híbrido Dekalb 230 PRO3 em função da aplicação de sais de glyphosate em diferentes horário do dia.

Tratamentos	Horários de aplicação dos sais de glyphosate em milho (h)							
	9		12		15		18	
	AF	MS	AF	MS	AF	MS	AF	MS
Testemunha	489 Aa <sup>1</sup>	85 Aa	489 Aa	85 Aa	489 Aa	85 Aa	489 Aa	85 Aa
Sal amônio	482 Aa	82 Aa	495 Aa	88 Aa	498 Aa	92 Aa	484 Aa	84 Aa
Sal di-amônio	397 Aa	69 Aa	442 Aa	66 Aa	434 Aa	70 ABa	454 Aa	87 Aa
Sal isopropilamina	499 Aab	65 Aa	541 Aa	76 Aa	359 Ab	63 Ba	461 Aab	76 Aa
Sal potássico	442 Aa	80 Aa	525 Aa	89 Aa	500 Aa	73 ABa	446 Aa	82 Aa
CV (%)	19	17	19	17	19	17	19	17

<sup>1</sup> Letras maiúsculas iguais na coluna, entre as formulações, e letras minúsculas iguais nas linhas entre os horários não diferem entre si pelo teste de Tukey a  $\leq 0,05$ .

## Conclusões

Os sais de glyphosate não apresentaram fitotoxicidade a cultura do milho quando aplicados em diferentes horários.

O sal isopropilamina apresentou perdas na altura de planta e diâmetro de colmo, atividade fotossintética, eficiência de carboxilação, área foliar e massa seca.

E para o sal de potássio ocorre a diminuição do diâmetro do colmo. Enquanto o sal di-amônio e o sal de amônio diminuem a eficiência do uso da água e a concentração interna de CO<sub>2</sub>, respectivamente.



## Referências

Agostinetto, D.; Tironi, S.P.; Galon, L.; Magro, T.D. Desempenho de formulações e doses de glyphosate em soja transgênica. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.3, n.2, p.35, 2009.

Albrecht, A.J.P.; Albrecht, L.P.; Barroso, A.A.M.; Victoria Filho, R. O milho RR2 e o glyphosate: Uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**. V.13, n.1, p.58-67, 2014.

Albrecht, A.J.P.; Silva, A.F.M.; Albrecht, L.P.; Giovanelli, B.F.; Ghirardello, G.A.; Aiello, L.H.F. Aplicação de diferentes manejos, formulações e doses de glyphosate, sobre o desenvolvimento do milho RR2. **Journal of Agronomic Sciences**, v.5, n.2, p.114-124, 2016.

Albrecht, A.J.P.; Krenchinski, F.H.; Placido, H.F.; Albrecht, L.P.; Victoria Filho, R.; de Moraes, M.F.; et al. Efeito da aplicação de glyphosate sob o desenvolvimento da cultura do milho RR. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012, Águas de Lindóia, p.1132-1137.

Albrecht, A.J.P. **Respostas do milho RR2/LL à aplicação de glyphosate e associações de herbicidas**. 2016. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

Araújo Junior, B.B.; Silva, P.S.L.; Oliveira, O.F.; Espinola Sobrinho, J. Controle de plantas daninhas na cultura do milho com glifricída em consorciação. **Plantas Daninha**, v.30, n.4, p.767-774, 2012.

Baesso, M.M.; Teixeira, M.M.; Ruas, R.A.A.; Baesso, R.C.E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v.61, Suplemento, p.780-785, 2014.

Colina, J.A.P. **Respostas de híbridos de milho a sub doses de glyphosate**. 2012. 114 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Milho - Brasil. **Série Histórica de: área, produtividade e produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em:

10/06/2019

Concenço, Germani *et al.* Uso da água por plantas de arroz em competição com biótipos de *Echinochloa crusgalli* resistente e suscetível ao herbicida quinclorac. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.249-256, 2009.

DAN, Hugo de Almeida *et al.* Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p.388-393, 2010.

Demétrio, C.S.; Fornasieri Filho, D.; Cazetta, J.O; Cazetta, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

de Castro, E.B. **Efeito da aplicação diurna e noturna de glufosinate no acúmulo de amônia, taxa de transporte de elétrons e controle de plantas daninhas**. 2018. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2018.

de Carvalho, F.P.; São José, R.H.; Lopes, L.C.M.; Ronchi, C.P. Benghal dayflower control with different glyphosate formulations. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.3, p.194-199, 2015.

Ferreira, F.B.; Pinto, J.J.O.; Roman, E.S.; Galon, L.; Rezende, A.L.; Procópio, S.O.

Consequências da deriva simulada do herbicida glyphosate sobre a cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.3, p.309-312, 2006.

Felisberto, P.A.C.; Timossi, P.C.; Felisberto, G.; Ramos, A.R. Subdoses de glyphosate não reduzem a produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.3, p.290-296, 2016.

Fornarolli, D.A.; Rodrigues, B.N.; Chehata, A.N.; Valério, M.A. Influência do horário de aplicação no comportamento de atrazine e misturas aplicadas em pós-emergência na cultura do milho. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.1-12, 1999.

Forte, C.T.; Menegat, A.D.; Galon, L.; Agazzi, L.R.; Franceschetti, M.B.; Basso, F.J.M.; Bagnara, M.A.M.; et al. Glyphosate and foliar fertilizers effects on the “GR soybean”.

**Australian Journal Crop Science**, no prelo, 2019.

Gross, M.R.; Pinho, R.G.V.; de Brito, A.H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.387-393, 2006.

Hopkins, W.G.; Hüner, N.P.A. (4th Ed.). **Introduction to Plant Physiology**. Courier Kendallville Inc, 2010. v.4, cap.7, p.109-128.

Krenchinski, F.H.; Villetti, H.L.; Orso, G.; Albrecht, L.P.; Albrecht, A.J.P.; Pellizzaro, E.G. **Avaliação dos índices de clorofila em milho RR2 cultivado na safrinha, submetido à aplicações de Glyphosate**. In: Seminário Nacional Milho Safrinha, 12., 2013, p.1-6.

Lima, P.R.F.; Machado-Neto, J.G. Otimização da aplicação de fluazifop-p-butil em pós-emergência na cultura da soja (*Glycine Max*). **Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninha**, v.19, n.1, p.85-95, 2001.

MACIEL, Cleber Daniel de Goes *et al.* Eficiência de controle de cipó-de-veado por glyphosate e glyphosate + 2,4-D em diferentes horários de aplicação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.15, n.4, p.380-387, 2016.

Machado, A.F.L.; Ferreira, L.R.; Santos, L.D.T.; Ferreira, F.A.; Viana, R.G.; Machado, M.S.; et al. Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Plantas Daninha**, v.28, n.2, p.319-327, 2010.

Manabe, P.M.S.; de Matos, C.C.; Evander Alves Ferreira, E.A.; da Silva, A.A.; Sedyama, T.;

Manabe, A.; et al. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1721-1728, 2014.

Portugal, L.V. **Fitotoxicidade de herbicidas pós-emergentes em híbridos de milho.**

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária). Universidade Jose do Rosario Vellano, Alfenas, 2013.

Reddy, K.N.; Zablutowicz, R.M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. **Weed Science**, v.51, n.4, p.496-502, 2003.

Rizzardi, M.A.; Fleck, N.G.; Agostinetto, D.; Balbinot Junior, A.A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.957-965, 2003.

Santos, J.B.; Ferreira, E.A.; Oliveira, J.A.; Silva, A.A.; Fialho, C.M.T. Efeito de formulações na absorção e translocação do glyphosate em soja transgênica. **Plantas Daninha**, v.25, n.2, p.381-388, 2007.

Sariningpuri, J.M.; Rifin, A.; Hasbullah, R. The competitiveness of manual and mechanized corn cultivation. **Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship**, v.3, n.1, p.24-33, 2017.

Silva, A.P.; Soares, A.S.; Mano, A.R.O.; Sousa, M.G.F.; Souza, P.A. Eficiência de controle químico de plantas daninhas resistentes ao glyphosate. In: Simpósio Nacional de Estudos para Produção Vegetal no Semiárido, 3., 2018, Campina Grande, p.1-5.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.M.; Murphy, A. (Ed.). **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora LTDA, 2017. v.6, cap.8-10, p.203-284.

Werlang, R.C.; Silva, A.A.; Ferreira, L.R.; Miranda, G.V. Efeitos da chuva na eficiência de formulações e doses de glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. **Plantas Daninha**, v.21, n.1, p.121-130, 2003.

Zobiolo, L.H.S.; Kremer, R.J.; Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J. Glyphosate affects chlorophyll, nodulation and nutrient accumulation of “second generation” glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.99, n.1, p.53-60, 2011.