

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CALDA DE
PULVERIZAÇÃO COM ASSOCIAÇÃO DE
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS**

FERNANDO BURIN

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CALDA DE
PULVERIZAÇÃO COM ASSOCIAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS**

FERNANDO BURIN
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B958q Burin, Fernando
QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO COM ASSOCIAÇÃO
DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS [recurso eletrônico] / Fernando Burin. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA .
Coorientador: Prof. Dr. Ivan Ramires.
Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. tecnologia de aplicação. 2. calda fitossanitária. 3. proteção de plantas. I. Souza, Prof. Dr.
Cristiano Márcio Alves De. II. Ramires, Prof. Dr. Ivan. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

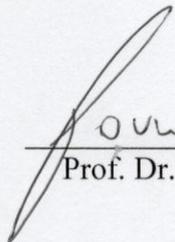
**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CALDA DE
PULVERIZAÇÃO COM ASSOCIAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS**

por

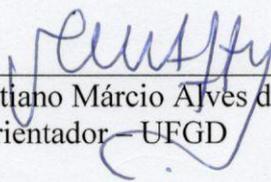
FERNANDO BURIN

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título
de MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em: 04 de setembro de 2019.


Prof. Dr. Paulo Vinícius da Silva
UFGD


Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando
UFGD


Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Orientador UFGD

DEDICATÓRIA

*A Deus, pela dádiva da vida e por me guiar em minha caminhada,
Agradeço*

*À minha esposa, Ana Paula Romeiro Chaves Burin e meu filho
Pedro pelo amor, carinho e incentivo, Dedico*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por iluminar todos os meus passos.

À minha família, pelo apoio.

À minha esposa Ana Paula e meu filho Pedro, por entenderem minhas ausências.

À Universidade Federal da Grande Dourados, à Faculdade de Ciências Agrárias e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade.

À CAPES, por permitir o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao professor Cristiano Marcio Alves de Souza, pela orientação, amizade e ensinamentos no decorrer do curso e realização deste trabalho.

A todos os professores do curso de pós-graduação, pela amizade e ensinamentos ministrado.

A todos, que direta ou indiretamente, fazem parte e vibram com esta conquista.

BIOGRAFIA

FERNANDO BURIN, filho de Celito Burin e Isolde Guth Burin, nasceu em 22 de abril de 1988, na cidade de São José do Cedro, estado de Santa Catarina.

Graduou-se em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário da Grande Dourados, em 2015.

Ingressou no curso de Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados, em 2017.

SUMÁRIO

Página

RESUMO GERAL.....	vii
GENERAL ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Pulverização	4
2.2 Qualidade da Água para Pulverização	4
2.1.2 Condutividade Elétrica	5
2.1.3 Potencial Hidrogeniônico	5
2.1.4 Matéria Orgânica e Sólidos Totais.....	6
2.1.5 Turbidez.....	7
2.3 Associação de Produtos Fitossanitários	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
4. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALDAS DE PULVERIZAÇÃO	15
4.1 INTRODUÇÃO	15
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.2.1 Local e Caracterização do Experimento	16
4.2.2 Delineamento Experimental	17
4.2.3 Amostragem das Águas	18
4.2.4 Parâmetros Físico-Químicos da Calda de Pulverização	19
4.2.5 Métodos e Equipamentos utilizados	19
4.2.6 Análises Estatísticas.....	20
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.4 CONCLUSÕES.....	29
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
5. INFLUÊNCIA DAS FONTES DE ÁGUAS E ASSOCIAÇÕES DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO TANQUE DE PULVERIZAÇÃO UTILIZADOS NO CONTROLE DE PLANTA DANINHA EM CULTURAS ANUAIS	32
5.1 INTRODUÇÃO	32

5.2	MATERIAL E MÉTODOS	33
5.2.1	Local e Caracterização do Experimento	33
5.2.2	Tratamentos	34
5.2.3	Instalação e Condução do Experimento.....	35
5.2.3.1	Semeadura Milho	36
5.2.3.2	Semeadura Soja.....	36
5.2.3.3	Semeadura Urochloa ruziziensis	36
5.2.3.4	Tratos Culturais.....	36
5.2.3.5	Aplicação dos Tratamentos	37
5.2.4	Avaliações.....	37
5.2.5	Análise Estatística.....	38
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.4	CONCLUSÕES.....	43
5.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
6.	CONCLUSÕES GERAIS	45
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
8.	APÊNDICES	47

RESUMO GERAL

BURIN, Fernando. **Qualidade físico-química da calda de pulverização com associação de produtos fitossanitários**. Setembro de 2019. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza. Coorientador: Ivan Ramires.

É muito importante que a calda de pulverização esteja livre de impurezas e substâncias que podem inativar os produtos fitossanitários, diminuindo a eficácia destes, comprometendo o controle fitossanitário das culturas. Por essa razão, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade físico-química da calda de pulverização de produtos fitossanitários e sua relação com a eficácia de controle no manejo de plantas daninhas nas culturas de soja e milho. O trabalho foi realizado à campo e em laboratório, no município de Laguna Carapã/MS e no Laboratório Físico-química da UFGD, em três épocas dentro de um ano. O delineamento experimental em laboratório adotado foi o inteiramente casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4x5 (4 fontes de águas e 4 associações + 1 sem produto fitossanitário), no experimento realizado à campo, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4x4 (4 fontes de águas e 4 associações de produtos). As fontes de águas utilizadas foram, água deionizada, água de poço, água de rio e água de açude. As associações foram constituídas de herbicida, herbicida + inseticida, herbicida + fungicida e herbicida + inseticida + fungicida. Os parâmetros avaliados foram o potencial Hidrogeniônico, a condutividade elétrica, a turbidez, sólidos totais e sólidos totais dissolvidos da calda de pulverização, a eficácia do herbicida glifosato no controle de *Urochloa ruziziensis*, bem como a fitotoxidez e produtividade nas culturas de soja e milho. A associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização altera os atributos físico-químicos da calda, porém não altera a eficácia do herbicida glifosato no controle da *Urochloa ruziziensis*. A interação entre os produtos fitossanitários no tanque de pulverização não resulta em efeito de fitotoxicidade nas culturas de soja e milho. A utilização de água de diferentes fontes de captação na formação da calda de pulverização não ocasiona problemas na eficácia do herbicida glifosato no controle da *Urochloa ruziziensis*.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, calda fitossanitária, proteção de plantas.

GENERAL ABSTRACT

BURIN, Fernando. **Physicochemical quality of spray syrup in association with phytosanitary products.** September 2019. 50 p. Dissertation (Master's degree in Agronomy) - Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS. Adviser: Cristiano Marcio Alves de Souza. Committee Member: Ivan Ramires.

It is very important that the spray syrup is free of impurities and substances that can inactivate the phytosanitary products, reducing their efficiency and compromising the phytosanitary control of the crops. For that reason, the purpose of this work is to analyze the physicochemical quality of the phytosanitary spray syrup and its connection with the weed management control in soybean and corn crops. The method used for data collection in this study was field and laboratory research, in Laguna Carapã city, state of Mato Grosso do Sul, and at the UFGD physicochemical laboratory, in three seasons within one year. The experimental design was completely randomized, with the treatments arranged in a 4x5 factorial scheme (4 water sources and 4 associations + 1 without phytosanitary product). In the field experiment, the experimental design was a randomized block design. The treatments arranged in a 4x4 factorial scheme (4 water sources and 4 associations). The sources of water used for the research were deionized water, well water, river water and weir water. The associations consisted of herbicide, herbicide + insecticide, herbicide + fungicide and herbicide + insecticide + fungicide. The evaluated parameters were the potential of hydrogen, the electrical conductivity, the turbidity, total solids and total dissolved solids of the spray syrup, the glyphosate herbicide efficiency in *Urochloa ruziziensis* control, as well as phytotoxicity and productivity of soybean and corn crops. The association of phytosanitary products in the spray tank alters the physicochemical attributes of the spray mixture, but does not alter the efficiency of glyphosate herbicide in controlling *Urochloa ruziziensis*. The interaction between phytosanitary products in the spray tank does not result in phytotoxicity effect on soybean and corn crops. The use of water from different sources to form the spray solution does not cause problems in the efficiency of glyphosate herbicide in controlling *Urochloa ruziziensis*.

Keywords: application technology, phytosanitary syrup, plant protection.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O aumento da produção agrícola com utilização de extensas áreas de plantio, acarretou em um aumento nos problemas fitossanitários das culturas. Vários são os fatores que podem comprometer a produção de uma lavoura, entre eles pode-se destacar as doenças, os insetos e as plantas daninhas, que juntos podem causar perdas de aproximadamente 30% da produção (SILVA e SILVA, 2013). Neste sentido a proteção de plantas é realizada para diminuir os efeitos negativos que os problemas fitossanitários podem causar nas culturas. Para tanto são empregados os métodos genéticos, físicos, culturais, biológicos e os métodos químicos (GHINI e BETTIOL, 2000).

A escolha do método que será utilizado para proteger a planta é baseada em diversos fatores, entre eles o custo operacional, a mão de obra disponível, a eficiência do método, entre outros. Atualmente, o controle químico é o método mais utilizado pelos produtores, este método consiste na utilização de produtos fitossanitários que são aplicados de forma preventiva para que a praga não se instale na lavoura ou de forma erradicativa, para combater a praga presente na área. O meio mais utilizado para transportar o agrotóxico até um alvo biológico é a pulverização, que utiliza um veículo de aplicação, geralmente a água, que dilui a formulação química do produto fitossanitário, formando uma calda que é aplicada em forma de nuvem (SILVA e SILVA, 2013).

Na pulverização agrícola, os produtos fitossanitários são decompostos na presença de água, esse fenômeno é conhecido como hidrólise. A hidrólise é uma reação em que a água, que é o solvente, sofre dupla decomposição, transferindo um (H^+) para um composto e um (OH^-) para outro composto (HIJAZIN et al., 2010).

Para o agrotóxico ser eficiente, ele deve chegar até o alvo com a quantidade mínima de ingrediente ativo necessário para controlar o alvo biológico (SILVA e SILVA, 2013). Diante disso, é muito importante que a água utilizada para composição da calda de pulverização esteja livre de impurezas e substâncias que podem inativar os produtos fitossanitários, diminuindo a eficácia do mesmo, comprometendo o controle do alvo biológico (MINGUELA e CUNHA, 2010).

Um exemplo disso é o Glifosato, no qual sob a presença de elevadas partículas de argila na água utilizada na elaboração da calda, pode reduzir a eficiência desses herbicidas (ANTUNIASSI e BOLLER, 2011). Isto acontece pelo fato do glifosato ficar adsorvido nos minerais, substâncias húmicas ou matéria orgânica do solo, através de uma

ligação entre eles (MORAES e ROSSI, 2010).

Comumente, nas propriedades não há poços para a captação de água limpa, necessitando utilizar a água de rios, lagoas ou açudes. Essas águas podem conter elementos minerais ou argila, responsáveis pela redução ou inativação de defensivos agrícolas (VARGAS e ROMAN, 1997). Dentre as propriedades físico-química da água que podem interferir na eficiência de alguns produtos fitossanitários, tem-se o pH, que pode interferir na absorção e na eficiência de herbicidas, enquanto a presença de íons, como Ca^{++} e Mg^{++} pode interferir na eficiência dos herbicidas, por se ligarem a molécula do defensivo e inativá-lo (QUEIROZ et al., 2008).

Outro fator que pode alterar a qualidade da calda de pulverização são as associações de produtos fitossanitários no tanque de pulverização. Muitas vezes, há presença de plantas daninhas, insetos e doenças ao mesmo tempo e em uma mesma área, não existindo um agrotóxico capaz de controlar esses três problemas de uma só vez, com isso, os agricultores utilizam a associação destes em uma mesma aplicação (GAZZIERO, 2015). Segundo o Decreto Nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que traz em seu artigo 1º, inciso XXV, a definição desse procedimento como, “Mistura em tanque é a associação de produtos fitossanitários e afins no tanque do equipamento aplicador, imediatamente antes da aplicação”.

Em uma pesquisa realizada por Gazziero (2015), verificou-se que 97% dos entrevistados utilizam associação de produtos fitossanitários em tanque, com variação de dois a cinco produtos em 95% das vezes que realizam a pulverização. As aplicações de glifosato em soja são realizadas simultaneamente com inseticidas, fungicidas e outros herbicidas, em 86% das vezes. Os participantes da pesquisa afirmaram desconhecer ou consideram insuficientes as informações sobre associação, e 99% deles demonstraram interesse em recebê-las.

A associação de produtos fitossanitários pode ocasionar a incompatibilidade entre os mesmos, ocasionando vários problemas na calda de pulverização, como por exemplo a dificuldade de dissolver os produtos associados, entupimento de bicos, excesso de formação de espuma, etc. (GAZZIERO, 2015). De acordo com Queiroz et al. (2008), esta prática pode ocasionar três efeitos: o efeito aditivo, o efeito sinérgico e o efeito antagônico, no qual serão explicados melhor mais à frente neste trabalho.

Em vista disso, a tecnologia de aplicação tem o objetivo de garantir a qualidade de aplicação fazendo com que o agrotóxico atinja o alvo desejado com o máximo de eficiência, de maneira econômica e com mínimo impacto ambiental. Ela

refere-se à qualidade da aplicação, levando em consideração todos os fatores relacionados com a pulverização, como a qualidade da água, os equipamentos utilizados, pressão, volume e tipos de bicos utilizados, condições ambientais, etc. (ZAMBOLIM et al., 2008).

Diante dos fatos apresentados, o objetivo principal foi analisar a qualidade físico-química da calda de pulverização de produtos fitossanitários e sua relação com a eficácia de controle no manejo de planta daninha nas culturas de soja e milho.

Os objetivos específicos foram analisar os parâmetros físico-químicos da calda de pulverização; avaliar de que forma a água influencia os parâmetros físico-químicos da calda de pulverização; avaliar se a associação de produtos fitossanitários causa alteração nos parâmetros físico-químicos da calda de pulverização; avaliar se a eficácia do herbicida glifosato é alterada com a utilização de água de baixa qualidade juntamente com a associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização; e por fim, avaliar se a associação de produtos fitossanitários ocasiona algum efeito de fitotoxicidade para as culturas de soja e milho e sua relação com a produtividade destas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pulverização

A pulverização consiste em um líquido fazer o transporte do ingrediente ativo até o alvo. Para tal se utiliza esse líquido para diluição dos produtos fitossanitários formando uma calda, que é aplicada na forma de nuvem homogênea (AZEVEDO, 2015).

Para o agrotóxico ser eficiente, ele deve chegar até o alvo com a quantidade mínima de ativo necessário para controlar a praga (MINGUELA e CUNHA, 2010).

A tecnologia de aplicação é o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação. Isso compreende desde a formação da calda de pulverização até a deposição da gota no alvo (MATUO, 1990).

2.2 Qualidade da Água para Pulverização

A água tem sua qualidade avaliada pela composição química, física e biológica. Para a utilização como veículo de aplicação em uma pulverização, a água deve estar livre de sedimentos e elementos químicos que possam se ligar aos produtos fitossanitários e reduzir sua eficácia ou que comprometam o funcionamento da máquina (OLIVEIRA, 2018). Alguns parâmetros indicam se a água é de boa qualidade para pulverização agrícola. As características físicas são relativamente fáceis de serem observadas, pois geralmente estão associadas à presença de sólidos na água. As características químicas, geralmente são mensuradas por meios analíticos, realizados em laboratórios (AZEVEDO, 2015).

A água utilizada é um dos principais fatores que alteram a qualidade da calda, que por sua vez, pode influenciar os tratamentos fitossanitários das culturas comerciais (AZEVEDO, 2015).

Aplicações utilizando água limpa nem sempre são possíveis nas propriedades agrícolas (GAZZIERO, 2015), muitas vezes o agricultor necessita utilizar água de reservatórios abertos, como rios e açudes que, por causa da influência das chuvas, apresentam argila e outros materiais em suspensão, que podem influenciar na qualidade

da calda de pulverização (MOURA FILHO, 2006).

Atributos físico-químicos são facilmente alterados em uma calda de pulverização. O sucesso do controle de problemas fitossanitários das culturas passa por tomada de decisões no momento da pulverização. A tecnologia de aplicação compreende desde a formação da calda de pulverização até a deposição da gota no alvo. Ela consiste no emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação (MATUO, 1990).

Existem parâmetros que caracterizam a qualidade da água, entre elas a dureza, a matéria orgânica, o pH, a turbidez, os sólidos totais, os sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica (CETESB, 2018).

2.1.2 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é um parâmetro que mede a presença de sais dissolvidos na água. Através de sua determinação obtém-se uma estimativa do conteúdo de íons de uma amostra. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, mais alto é o valor da condutividade elétrica de uma amostra de água. Com essa medida, não é possível saber quais íons estão presentes na água, porém, os principais responsáveis pelos valores de condutividade são íons de magnésio, cálcio, sódio, potássio, sulfatos, carbonatos e cloretos (RHEINHEIMER e SOUZA, 2000).

A presença de íons como CaCO_3 , pode inativar os produtos fitossanitários, e dependendo da sua concentração, pode deixar a água imprópria para utilização na pulverização agrícola (PRADO et al., 2011). O glifosato, quando misturado em água dura, com alta concentração de CaCO_3 , pode ter sua eficiência reduzida, pois ele se liga com estes, formando um composto de difícil penetração na planta (VIDAL et al., 2016).

2.1.3 Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) é a relação numérica entre o equilíbrio de íons (H^+) e (OH^-), que representa soluções ácidas ou alcalinas e é determinado pela escala de 0 a 14 (BRASIL, 2006).

O pH é o fator que mais influencia a estabilidade química da calda de pulverização (AZEVEDO, 2015). As moléculas de produtos fitossanitários possuem a capacidade de reagir com íons presentes na água utilizada para a formação da calda, e a

intensidade das reações que ocorrem na calda é variável em função do pH da solução, assim como o tipo de íon presente (VARGAS e ROMAN, 2006).

Existe um indicativo que define o pH em que os produtos fitossanitários estarão mais inativos, o pKa, que apresenta o valor de pH que o composto apresentará sua máxima capacidade de reagir com outras substâncias (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2005). De acordo com artigo publicado na revista Campo & Negócios (2016), a maioria dos herbicidas e inseticidas, do grupo dos piretroides, tem sua eficiência acrescida em pH entorno de 4 e para maioria dos produtos fitossanitários, o pH alcalino (>7), altera o funcionamento normal destes. Para o controle de plantas daninhas com o uso do herbicida glifosato, Carvalho et al. (2009) afirmam que o herbicida tem sua eficiência aumentada em pH em torno de 4,0, visto a importância de se avaliar o pH da calda.

Igualmente, a mudança brusca de pH da calda, pode ocasionar a hidrólise e alterar a estabilidade dos produtos fitossanitários, influenciando sua eficácia (MINGUELA e CUNHA, 2010).

Vários são os trabalhos que relatam a influência do pH no controle de problemas fitossanitários (PRADO et al., 2011; DAN et al., 2009; CARVALHO et al., 2009). Após a adição dos agroquímicos na água, o pH desta tende a apresentar valores diversos e é este parâmetro que pode gerar efeitos negativos sobre as associações de tanque, como a quebra da emulsão e deposição dos produtos no fundo do tanque de pulverização (AZEVEDO, 2015).

Os produtos fitossanitários, de um modo geral, são formulados para tolerar variações do pH na calda de pulverização (KISSMANN, 1997). Em associação de tanque, um pH mais alcalino pode causar instabilidade da calda, reduzindo o controle dos problemas fitossanitários (AZEVEDO, 2015).

2.1.4 Matéria Orgânica e Sólidos Totais

A presença de íons ou de argila na água pode influenciar a eficácia dos tratamentos fitossanitários (MINGUELA e CUNHA, 2010). A qualidade física da água é muito importante para a pulverização agrícola. A presença de materiais em suspensão, como argila e matéria orgânica, podem comprometer os componentes mecânicos dos pulverizadores, ou se ligarem às moléculas de produtos fitossanitários e inativá-las.

As partículas orgânicas e o barro, reduzem a efetividade de alguns herbicidas, como o glifosato (MOURA FILHO, 2006), que tem sua molécula atraída aos colóides do

solo, com isso, as plantas não conseguem absorver a molécula, reduzindo a eficácia do produto (DIAS e FLECK, 1982).

As águas provenientes de reservatórios a céu aberto, como rios e açudes, apresentam comprometimento de qualidade física, o que pode causar diminuição da eficácia de certos produtos fitossanitários (FARIAS et al., 2014).

A matéria orgânica tem grande influência na atividade de herbicidas no solo, em contato com este componente, o herbicida pode ficar retido, caso isso ocorra na superfície foliar, a folha não conseguirá absorver o herbicida, conseqüentemente, não haverá o controle da planta daninha (SILVA e SILVA, 2013).

Quanto aos sólidos, este parâmetro é definido como a presença de partículas que podem ser retidas no processo de filtração. Essa concentração pode ser de dois tipos:

- Sólidos totais em suspensão;
- Sólidos totais dissolvidos.

Os sólidos em suspensão podem danificar os equipamentos do pulverizador ou entupir bicos e filtros. Sólidos dissolvidos na água podem interagir com os produtos fitossanitários que são adicionados na calda. Quando a calda de pulverização possuir outros elementos, além do agroquímico, uma reação na estrutura molecular da calda pode ocorrer e causar a inativação do agrotóxico ou a incompatibilidade entre os produtos presentes (KISSMAN, 1997). Um exemplo dessa inativação é a do glifosato, que em contato com a argila dissolvida na solução, é atraído pelas cargas das superfícies dos colóides, ficando adsorvido nesses minerais, reduzindo sua eficácia (SILVA e SILVA, 2013).

Rieck et al. (1974) apud Ramos e Durigan (1998), observaram que a fitotoxicidade do glifosato é reduzida em até 90%, quando se adiciona 1% de argila na calda de aplicação, entretanto, esses mesmos autores, concluíram que o controle de plantas daninhas em pós-emergência não foi influenciado pela utilização de água turva, com grande quantidade de argila.

2.1.5 Turbidez

A turbidez é uma característica da água que se deve à presença de suspensões, de diferentes tamanhos. Partículas de argila e lodo provocam a absorção e a dispersão da luz, dando à água, aparência turva, esteticamente indesejável (CETESB, 2018).

Segundo Libânio (2005), a maior parte dos rios brasileiros, são naturalmente

de águas turvas, com uma faixa compreendida entre 3 a 500 NTU.

Através dessa variável, é possível visualizar a pureza da água. Essa característica pode ser facilmente observada, uma vez que a água pura é totalmente transparente. Caso a água apresente outros tipos de soluções, além do agroquímico, pode ocorrer reações, alterando a estrutura da calda, reduzindo a eficácia dos produtos fitossanitários (OLIVEIRA, 2018).

2.3 Associação de Produtos Fitossanitários

A associação de produtos fitossanitários em tanque é definida como a associação de produtos no equipamento de aplicação, imediatamente antes da aplicação. Essa prática tornou-se comum no mundo todo, uma vez que é frequente a ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas ao mesmo tempo em uma área agrícola (GAZZIERO, 2015).

Essa prática visa diminuir o custo operacional da pulverização, uma vez que, diminuí a quantidade de aplicações na área, pois aumenta o espectro de ação (VECHIA, 2017), aumenta a eficiência de trabalho, com menor gasto de combustível (AZEVEDO, 2015), diminui a compactação do solo, pelo menor tráfego de máquinas e causa uma menor exposição do aplicador aos defensivos agrícolas (ANTUNIASSI e BOLLER, 2013).

Em virtude dessa estratégia de associação produtos fitossanitários no tanque de pulverização, Gazziero (2015) realizou uma pesquisa em 17 estados brasileiros e concluiu que 97% dos entrevistados realizam a associação de tanque, e que em 16,1% desses casos, são usados dois produtos, e em 40,7% são usados três produtos. Ele também observou que entre as combinações mais frequentes, 16% das vezes são usados herbicidas + fungicidas + inseticidas.

Com relação à associação de tanque, a legislação brasileira mudou recentemente e segundo a Portaria Nº 148, de 26 de dezembro de 2017, a associação de tanque poderá ser realizada por:

- I. Instituição públicas ou privadas de ensino, de pesquisa ou extensão rural;
- II. Associação de produtores, cooperativas de agricultores;
- III. Empresa registrante de agrotóxicos e afins.

A associação de produtos fitossanitários atende a vários objetivos, como exemplo, o controle simultâneo de problemas fitossanitários. Frequentemente, doenças,

plantas daninhas e insetos podem surgir em uma área agrícola ao mesmo tempo. Além disso, constantemente, o agricultor opta por iniciar o controle de pragas antes do estabelecimento da cultura, para diminuir a população de pragas. Neste sentido, há como estratégia a utilização de inseticidas na época da dessecação (PAPA e CELOTO, 2011). O que segundo, Cruz et al. (2010) pode ou não ocasionar diminuição na eficácia de controle, bem como produzir efeitos fitotóxicos às culturas.

Três são os efeitos que esta prática pode ocasionar: o efeito aditivo, em que um produto não interfere na ação do outro; o efeito sinérgico, no qual um produto melhora a ação do outro; e o efeito antagônico, em que um produto piora a ação do outro (QUEIROZ et al., 2008).

A partir do momento em que dois ou mais produtos fitossanitários são associados no tanque de pulverização, reações químicas e físicas podem ocorrer (AZEVEDO, 2015). Diversos resultados de pesquisas são encontrados envolvendo os efeitos sobre a associação de tanque de produtos fitossanitários na eficiência destes, e diversos são os fatores que podem interferir a operação de pulverização. Dependendo do grau de interação entre os produtos fitossanitários, a associação de tanque pode causar problemas às culturas, como fitotoxidez (PENCKOWSKI et al., 2004), perda de seletividade (SILVA et al., 2005), redução de produtividade e inativação ou antagonismos dos agroquímicos (AMARANTE JUNIOR et al., 2002). Entretanto, nem todas as associações causam algum prejuízo na produtividade da cultura ou diminuem a eficácia de controle (TREZZI et al., 2009; ARRUÉ, et al., 2012).

As interações que ocorrem entre os produtos fitossanitários são ocasionadas pelos ingredientes inertes presentes nesses produtos ou pela molécula dos agroquímicos, em que primeiramente ocorre a interação física e posteriormente a química (PETTER et al., 2012). As alterações ocasionadas pela associação de tanque podem resultar em separação de fases e formação de aglomerados e precipitados (VECHIA, 2017), com isso, parte do produto pode não ser aplicado junto com as gotas de pulverização, ocasionando impactos negativos sobre o alvo biológico (CESSA et al., 2013). O efeito que essa associação pode causar varia com a espécie alvo, com o estágio de desenvolvimento da planta, dos produtos que são utilizados, bem como sua dose empregada (IKEDA, 2013).

No controle de plantas daninhas no sistema plantio direto, o uso de associação de herbicidas é uma prática muito utilizada e que se mostra eficiente (GOMES e CHRISTOFFOLETI, 2008). O principal herbicida utilizado no manejo de plantas daninhas e na dessecação no sistema plantio direto é o glifosato, um herbicida não

seletivo, de ação sistêmica, que, com o uso da biotecnologia, se tornou seletivo para as principais culturas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2015). A utilização de associação de herbicidas de diferentes modos de ação com o glifosato já vem sendo muito estudada e diversos trabalhos de pesquisas sobre esse assunto são encontrados.

Alonso et al. (2013) comprovaram que a associação de herbicidas com o glifosato causa injúrias na cultura da soja. Contudo, poucos são os estudos relacionando a associação do glifosato com diferentes classes de produtos fitossanitários e se essas associações podem comprometer o controle das plantas daninhas ou causar injúrias nas culturas (VIDAL et al., 2016).

A fim de avaliar os efeitos da associação de inseticida e herbicida na cultura do milho, Silva et al. (2005) observaram que essa associação causou a perda de seletividade do herbicida, causando redução da produtividade da cultura. Do mesmo modo, Nicolai et al. (2006), avaliando também a aplicação conjunta de herbicida e inseticida no milho, observaram que essa associação causou sintomas de toxidez moderados e severos, dependendo dos produtos utilizados, porém, sem causar redução de produtividade da cultura.

Semelhante à cultura do milho, existem relatos na literatura de problemas na cultura da soja causada por associação de tanque. Petter et al. (2007) avaliando a associação entre glifosato e inseticidas, observaram que a associação de glifosato com o inseticida chlorpyrifos causou fitotoxicidade inicial para a soja, porém, o controle das plantas daninhas não foi afetado por nenhuma das associações. Do mesmo modo, Arrué et al. (2012) concluíram que a associação de inseticida e fungicida não interferiu na eficiência de controle, comparando com as aplicações dos produtos isolados, mostrando que nem sempre as associações causam problemas no controle dos problemas fitossanitários.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, D.G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S.; SANTOS, G.; DAN, H.A.; OLIVEIRA NETO, A.M. Seletividade de glyphosate isolado ou em misturas para soja RR em aplicações sequenciais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 203-212, 2013.

AMARANTE JÚNIOR, O.P.; SANTOS, T.C.R.; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu: FEFAP, 2011.

ARRUÉ, A.; GUEDES J.V.C.; BURTET, L.M.; STURMER, G.R.; BIGOLIN, M.; STEFANELO, S.L.; SARI, B.G. Influência da mistura em tanque de inseticidas e fungicidas na cultura da soja. In: XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2012, Santa Maria. Anais do SEPE, 2012.

AZEVEDO, L.A.S. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e prática**. Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 2015, 230p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

CARVALHO, S.J.P. de; DAMIN, V.; DIAS, A.C.R.; YAMASAKI, G.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Eficácia e pH de caldas de glifosato após a adição de fertilizantes nitrogenados e utilização de pulverizador pressurizado por CO₂. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.6, p. 569-575, 2009.

CESSA, R. M. A., HONAISSER, A. C., MELO, E. P., LIMA JUNIOR, I. S. Dessecação de *Brachiaria decumbens*: ordem de preparo e constituintes da calda de pulverização. **Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN**, v. 2, n.1, p. 33-40, 2013.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.org.br>>. Acesso em: 01 de jul. De 2018.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: BASF, 2005. 49p.

CRUZ, I.; KARAM, D.; TEIXEIRA, M.F.F. Dessecação pré plantio é aliada no combate às lagartas. **Revista Campos e Negócios**, p. 58 - 59, 2010.

DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; SOUZA, C.H. Efeito do pH da calda de pulverização na dessecação de *braquiaria brizanta* com o herbicida glyphosate. **Global Science Technology**, v. 2, n. 1, p.01-06, 2009.

DIAS, C.A.; FLECK, N.E. Efeitos dos herbicidas glyphosate e paraquat, aplicados ao solo, sobre a emergência de feijão e soja e de algumas espécies daninhas. **Planta Daninha**, Santa Maria – RS, v. 1, p. 23-24, 1982.

GAZZIERO, D.L. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologias**, Brasília, v.17, n.1, p. 61-70, jan./abr. 2000.

GOMES JR., F.G.e CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

HIJAZIN, C.A.H.; SIMÕES, T.T.; SILVEIRA, D.R. Hidrólise ácida, alcalina e enzimática. **Revista Atitude**, Porto Alegre, Ano IV, n. 7, p. 89-93, 2010.

IKEDA F.S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v.34, n.276, 2013.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 444p, 2005.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. 1ª Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2010, 588 p.

MORAES, P.V.D.; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.9, n.3 p. 22-35, 2010.

MOURA FILHO, Edmondson Reginaldo. **Influência da qualidade da água no controle químico da mosca minadora do meloeiro, em Mossoró - RN**. 39 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.

NICOLAI, M; CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Aplicação conjunta de herbicidas e inseticidas na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.413-420, 2006.

OLIVEIRA, P.T. **Análise da qualidade das águas de poços rasos no assentamento Itamarati**. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

OLIVEIRA, M.P.; ANTUNIASSI, U.R. Otimização da pulverização de agrotóxicos no controle da ferrugem asiática da soja. **Revista Biodiversidade**, v. 10, n.1, p.51-85 2011.

PAPA, G.; CELOTO, F.J. Inseticidas na época da dessecação para o plantio direto na palha: necessário ou não?. **Cultivar - Grandes Culturas**, Pelotas/RS, p. 20-24, 2011.

PENCKOWSKI, L.H.; PODOLAN, M.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. tolerância de milho tratado com inseticidas e herbicidas do grupo das imidazolinonas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.2, p.307-313, 2004.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

PRADO, E.P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G.; POGETTO, M.H.F.A.D.; AGUIAR-JÚNIOR, H.O.; CHRISTOVAM, R.S. Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.389-396, 2011.

QUEIROZ, A.A.; MARTINS, J.A.; CUNHA, J.A. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

REVISTA Campo & Negócios. **PH ideal de calda para produtos fitossanitários**. Uberlandia, Fevereiro 2016, p.28-30.

RHEINHEIMER, D.S.; SOUZA, R.O. Condutividade elétrica e acidificação de águas usadas na aplicação de herbicidas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.97-104, 2000.

RODRIGUES, B.N. e ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7.ed. Londrina, 2018. 768p.

SILVA, A.A.; FREITAS, F.M.; FERREIRA, L.R. e JAKELAITIS, A. Efeitos de mistura de herbicida com inseticida sobre a cultura do milho, as plantas daninhas e a lagarta-do-cartucho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 517-525, 2005.

SILVA, A.A. da; SILVA, J.F. da. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 1ª Ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2013. 367p.

TREZZI, M.M.; NUNES, A.L.; PORTES, E.S. Interação entre inseticida organofosforado e herbicidas inibidores da protox e sua implicação na resistência de *euphorbia heterophylla*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.6, p.423-428, 2009.

VARGAS, L.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A.; CUNHA, M.M. Qualidade química da água usada para aspersão e seu efeito na atividade do herbicida glifosato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 543-548, 1997.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Herbicidas e a qualidade química da água usada como diluente**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 57). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do57.htm.

VECHIA, J.F.D. **Interação entre produtos fitossanitários no manejo de *Brevipalpus yothersi* e *Diaphorina citri* na cultura dos citros**. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

VIDAL, R.A.; QUEIROZ, A.R.S de.; TREZZI, M.M.; KRUSE, N.D. Association of glyphosate with other agrochemicals: the knowledge synthesis. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.15, n.1, p.39-47, 2016.

ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, C.M.; SILVA, A.A.; FERREIRA, R.L.; FERREIRA, F.A.; JUNIOR, W.C.J. **Produtos fitossanitários: (Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas)**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2008. 652p.

4. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALDAS DE PULVERIZAÇÃO

4.1 INTRODUÇÃO

A pulverização é a forma mais utilizada na agricultura mundial para a proteção das plantas. Nela, um líquido é utilizado para fazer o transporte do ingrediente ativo até o alvo. Para tal se utiliza um líquido para diluição dos produtos fitossanitários formando uma calda, que é aplicada na forma de nuvem homogênea. O líquido utilizado geralmente é a água, que é um solvente universal que tem a capacidade de dissolver gases, líquidos ou sólidos (AZEVEDO, 2015).

Diante disso, a qualidade da água utilizada em pulverizações é muito importante. A presença de certos elementos pode influenciar a eficiência e a eficácia da aplicação, tais como íons livres presentes na calda de pulverização, como por exemplo, cálcio e magnésio, diminuindo a quantidade de ingrediente ativo disponível (ANTUNIASSI e BOLLER, 2011).

Águas de regiões rurais podem apresentar íons ou sais dissolvidos que podem se associar com os produtos químicos, reduzindo sua eficácia. Águas de rios e açudes apresentam sedimentos como argila e matéria orgânica que podem entupir bicos e filtros, reduzindo a vida útil dos componentes dos pulverizadores (QUEIROZ et al., 2008).

A escolha do local de captação dessa água é de suma importância para uma eficiente pulverização, já que nem sempre é possível utilizar água livre de impurezas em uma pulverização, principalmente quando a água é obtida de reservatórios abertos, como rios e açudes (MOURA FILHO, 2006).

Outro fator que pode comprometer a qualidade da calda de aplicação é adoção da prática de associação de produtos no tanque. Como os produtos fitossanitários que são utilizados nos programas de proteção de plantas não têm espectro de ação que consigam controlar o conjunto de problemas fitossanitários, os agricultores adotam essa prática, que pode causar problemas, tais como a dificuldade de dissolução dos produtos associados, formação de espuma, precipitação de produtos, floculação, entre outras incompatibilidades físicas e químicas (GAZZIERO, 2015).

Diante desses fatos, o objetivo desse trabalho foi o de avaliar as características físico-químicas da calda de pulverização formada com diferentes fontes de águas, com e

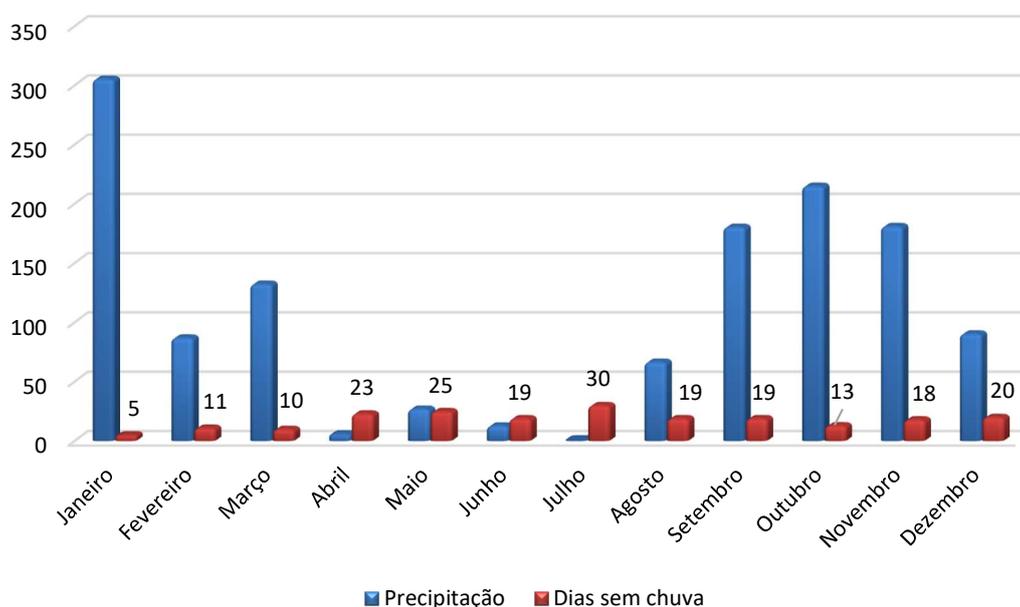
sem a utilização da associação de produtos no tanque.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Local e Caracterização do Experimento

O trabalho foi realizado em campo e no Laboratório Físico-Química da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia e no Laboratório de Sistemas Integrados de Produção de Oleaginosas do Centro de Bioenergia e Conservação Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

As áreas escolhidas para a realização das avaliações de campo, se situa na porção sul do Estado de Mato Grosso do Sul nas coordenadas 22°27'04" de latitude S e 55°01'27" de longitude W, nas imediações do distrito do Caarapã situado no município de Laguna Carapã-MS, pertencente à região da Grande Dourados. O clima que predomina na região é do tipo Am de Köppen e Geiger (ALVARES et al., 2013), que é caracterizado por inverno seco e verão quente. Na Figura 3.1 são apresentados os dados de precipitação do local de experimentação.



Fonte: INMET.

FIGURA 4.1. Precipitação pluviométrica mensal para a região da Grande Dourados (MS) no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2018.

4.2.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) disposto em esquema fatorial 4x5, com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da combinação do fator fontes de águas com 4 níveis (água de poço, água de rio, água de açude e água deionizada), com o fator associação de tanque de produtos fitossanitários com 5 níveis (3 associações, 1 sem associação e 1 sem defensivo). A interação dos fatores está descrita no Quadro 4.1. Os produtos utilizados e as doses estão descritos no Quadro 4.2.

QUADRO 4.1 Combinação dos níveis dos fatores fontes de águas e associação de produtos fitossanitários para a composição dos tratamentos

	Descrição
Tratamento 1	Água deionizada sem defensivo
Tratamento 2	Água deionizada/sem associação *
Tratamento 3	Água deionizada/ associação 1 *
Tratamento 4	Água deionizada/ associação 2 *
Tratamento 5	Água deionizada/ associação 3 *
Tratamento 6	Água de poço sem defensivo
Tratamento 7	Água de poço/sem associação
Tratamento 8	Água de poço/ associação 1
Tratamento 9	Água de poço/ associação 2
Tratamento 10	Água de poço/ associação 3
Tratamento 11	Água de rio sem defensivo
Tratamento 12	Água de rio/sem associação
Tratamento 13	Água de rio/ associação 1
Tratamento 14	Água de rio/ associação 2
Tratamento 15	Água de rio/ associação 3
Tratamento 16	Água de açude sem defensivo
Tratamento 17	Água de açude/sem associação
Tratamento 18	Água de açude/ associação 1
Tratamento 19	Água de açude/ associação 2
Tratamento 20	Água de açude/ associação 3

* Sem associação = herbicida; associação 1 = herbicida + inseticida; associação 2 = herbicida + fungicida; associação 3 = herbicida + inseticida + fungicida.

QUADRO 4.2. Caracterização dos produtos fitossanitários utilizados

Nome Comercial	Composição	Função	Formul.	Dose
FOX*	Trifloxistrobina + Protioconazol	Fungicida	SC	70+60 g i.a. ha ⁻¹
ROUNDUP ORIGINAL*	Sal de Isopropilamina de N – (fosfometil) glicina; Equivalente ácido de N – (fosfometil) glicina (glifosato)	Herbicida	SL	925 g e.a. ha ⁻¹
CONNECT*	Imidacloprido + beta-ciflutrina	Inseticida	SC	100+12,5 g i.a. ha ⁻¹

* AUREO: Éster metílico de soja (Óleo vegetal). 0,25% vv.

O experimento foi implantado em três épocas dentro de um ano: a primeira época, que corresponde a época da segunda safra ou safrinha de milho, as análises foram realizadas no dia 05 de abril de 2018; a segunda época, que corresponde a época da dessecação de pré-plantio da cultura da soja, as análises foram realizadas no dia 18 de setembro de 2018, e; a terceira época, que corresponde a primeira safra ou safra da soja, as análises foram realizadas no dia 30 de novembro de 2018.

4.2.3 Amostragem das Águas

Para realização das amostragens de água, foram definidos três locais de coletas. Os pontos de amostragem levaram em consideração a utilização destes, por agricultores como fonte de coleta de água para utilização em pulverizações agrícolas. Esses pontos correspondem a captação da água de rio (22°26'3.45"S 55° 3'54.26"O), água de poço (22°27'8.79"S 55° 3'6.74"O) e água de açude (22°29'8.42"S 55° 3'32.00"O). Os pontos de coleta estão indicados na Figura 4.2.

As coletas foram feitas em recipientes de plástico de 20 litros, etiquetados e levados imediatamente ao Laboratório Físico-Química da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da UFGD.



Fonte: Google Earth.

FIGURA 4.2. Identificação dos pontos de amostragem das águas no município de Laguna Carapã-MS.

4.2.4 Parâmetros Físico-Químicos da Calda de Pulverização

Para a determinação da qualidade da calda de pulverização, foram avaliadas as características: potencial Hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), turbidez, sólidos totais dissolvidos (STD) e sólidos totais (ST).

4.2.5 Métodos e Equipamentos utilizados

No laboratório, as amostras das três fontes de água e a água deionizada, foram separadas em *beckers* do tipo copo de Griffin, com capacidade para 500 mL, onde primeiramente adicionou-se a metade do volume (250 mL) do recipiente com as águas, posteriormente, foram adicionados os produtos fitossanitários e completou-se o volume do recipiente com as respectivas águas, formando a calda de pulverização. As caldas foram misturadas de forma manual, utilizando um bastão de vidro. Após serem misturadas, foram particionadas em 4, formando as repetições. Nos tratamentos que não haviam produtos fitossanitários, as águas foram colocadas nos beakers até completarem o volume total e homogeneizadas.

Após as caldas serem preparadas, os tratamentos e suas repetições foram levados para as análises, utilizando equipamentos eletrônicos, conforme descrito no Quadro 4.3.

QUADRO 4.3. Métodos e equipamentos utilizados nas análises laboratoriais

Parâmetro	Equipamento	Método	Referência
Condutividade Elétrica	Condutivímetro 712 Metrohm	Eletrométrico	APHA (1998)
Ph	pHmetro - Metrohm	Potenciométrico	APHA (1998)
Sólidos Totais Dissolvidos	Condutivímetro 712 Metrohm	Condutância específica	APHA (1998)
Turbidez	Turbidímetro - TD 200 Instrutherm	Nefelométrico	APHA (1998)
Sólidos Totais	Estufa	Gravimétrico	APHA (1998)

4.2.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos parâmetros foram comparados utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Apêndice A) dos dados mostrou que para todos os parâmetros analisados houve interação significativa ($p < 0,05$) entre as fontes de águas e a associação, independente da época de coleta analisada, indicando a dependência entre os fatores.

A água deionizada é uma água pura que passou por um processo de filtragem e remoção total dos íons presentes na amostra, nesse processo, são removidos nitrato, cálcio, magnésio, entre outros elementos (SILVA et al., 2008a). Essas características são consideradas ideais para uma água utilizada na calda de pulverização (MINGUELA e CUNHA, 2010). Nesse trabalho, a água deionizada foi utilizada como um padrão para comparação com as outras fontes de águas.

A partir do momento em que os produtos fitossanitários são colocados no tanque de pulverização, interações físico-químicas podem ocorrer. Ao misturar diferentes classes de produtos fitossanitários no tanque de pulverização, como herbicidas, inseticidas e fungicidas, não se sabe se esses produtos são compatíveis. A compatibilidade é a propriedade de duas ou mais substâncias químicas serem misturadas sem sofrerem alterações em suas características físico-químicas (AZEVEDO, 2015).

Com relação aos sólidos totais (Quadro 4.4), a análise de variância (Apêndice

A), mostra que há uma maior influência da associação na calda de pulverização para esse parâmetro. Os tratamentos com três classes de produtos fitossanitários (herbicida + inseticida + fungicida) foram os que apresentaram a maior quantidade de sólidos totais, independente da água utilizada, nas três épocas de análises.

QUADRO 4.4. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para os sólidos totais (mg L^{-1})

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Primeira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	25981 aA	24435 bA	25914 aA	26360 aA
Herbicida + fungicida	22080 cB	24776 baA	23802 bB	25310 aB
Herbicida + inseticida	21109 cB	22364 baB	21432 cbC	22807 aC
Herbicida	17544 cC	18408 bC	18515 bD	19928 aD
Sem defensivo	2 bD	11 bD	58 bE	1380 aE
Segunda Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	26300 bA	25638 bA	26322 bA	27401 aA
Herbicida + fungicida	21434 aB	19962 cC	20741 bC	21001 baC
Herbicida + inseticida	21215 bB	22070 aB	22198 aB	22366 aB
Herbicida	17544 cC	18408 bD	18515 bD	19928 aD
Sem defensivo	2 aD	14 aE	64 aE	574 aE
Terceira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	24012 bA	28652 aA	29124 aA	28604 aA
Herbicida + fungicida	21521 bB	23114 aB	23595 aC	21668 bB
Herbicida + inseticida	19960 dC	22971 bB	25798 aB	21715 cB
Herbicida	17036 cD	19969 bC	20658 baD	20852 aB
Sem defensivo	2 bE	83 bD	112 bE	1483 aC

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Conforme observado no Quadro 4.4, a partir do momento que é realizada a associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização, há um aumento da quantidade de sólidos da calda de pulverização, uma vez que nos tratamentos sem associação de tanque, foram os que obtiveram a menor quantidade de sólidos totais das amostras, independente da época de análise e da fonte de água utilizada.

Nos tratamentos que não receberam produtos fitossanitários (sem defensivo), observou-se que para a fonte proveniente de açude, a maior quantidade de sólidos totais na primeira e terceira época, entretanto, na segunda época, não houve interação de fontes de água. Isso se deve ao fato de que na segunda época, o volume de precipitação no

período foi reduzido (Figura 4.1).

Igualmente, nota-se que as fontes de captação de água influenciam essa variável na calda de pulverização e isso se agrava com a diminuição da precipitação no período. Na segunda época, todos os tratamentos com água deionizada apresentaram os menores valores para essa variável e diferiram estatisticamente das demais fontes. Nas outras duas épocas, houve uma tendência de aumento de sólidos nos tratamentos com água de açude.

Segundo Farias et. al. (2014), as fontes de captação a céu aberto, como rios e açudes, sofrem interferência das águas das chuvas e dos ventos, que carregam para dentro desses locais sedimentos, como argila e outros materiais. Contudo, os rios não apresentam água parada como os açudes, com isso há um maior carregamento e dissolução dos sedimentos, reduzindo os valores de sólidos totais dessa fonte de água (SILVA et al., 2008b).

Esses sólidos presentes na calda podem inativar o glifosato (MOURA FILHO, 2006). Este herbicida tem como característica ficar adsorvido nas argilas, diminuindo a absorção deste pelas plantas, acarretando em menor eficácia de controle (DIAS e FLECK, 1982).

Para a variável sólidos totais dissolvidos (Quadro 4.5), pode-se observar que houve uma tendência de sedimentação dos produtos quando se associam três classes de produtos fitossanitários, pois o tratamento sem associação (somente herbicida) apresentou maior quantidade de sólidos totais dissolvidos, enquanto os tratamentos com associação de três classes de produtos fitossanitários (herbicida + inseticida + fungicida) apresentaram menores valores de sólidos dissolvidos entre as associações, independente da fonte de água utilizada e da época de análise. Esses resultados mostram que quando se associa diferentes classes de produtos fitossanitários, tem-se uma maior quantidade de sólidos no tanque de pulverização, o que poderá ocasionar entupimentos de bicos e filtros.

Petter et al. (2012) e Pazini et al. (2013), avaliando a compatibilidade de associação de diferentes classes de produtos fitossanitários, concluíram que dependendo dos produtos adicionados, a associação de mais de uma classe de defensivo pode ocasionar a incompatibilidade física entre os mesmos, o que pode levar a baixa dissolução dos produtos no tanque de pulverização. De acordo com esses autores, essa incompatibilidade pode estar relacionada com o tipo de formulação dos produtos fitossanitários utilizados.

A formulação suspensão concentrada, é uma formulação que nem sempre é

estável, e se a calda ficar em repouso, as partículas sólidas podem se sedimentar (MINGUELA e CUNHA, 2010). De acordo com Azevedo (2015), a incompatibilidade de calda é influenciada pelo tipo da formulação utilizada, visto que ao se associar produtos fitossanitários do mesmo tipo de formulação, dificilmente ocorre alguma incompatibilidade na calda, entretanto esse caso, dificilmente ocorre no campo.

QUADRO 4.5. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para os sólidos totais dissolvidos (mg L^{-1})

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Primeira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	6613 cC	6791 bB	6740 bD	7073 aA
Herbicida + fungicida	6874 cbB	6986 aA	6829 cC	6918 bB
Herbicida + inseticida	6644 bC	6958 aA	6986 aB	6969 aB
Herbicida	6955 bA	6981 bA	7090 aA	7085 aA
Sem defensivo	2,8 aD	27,0 aC	24,2 aE	12,2 aC
Segunda Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	6542 cB	8712 bC	9151 aB	9174 aB
Herbicida + fungicida	6603 cBA	9083 bB	9038 bB	9362 aB
Herbicida + inseticida	6628 cBA	9144 bBA	9078 bB	9266 aB
Herbicida	6758 cA	9283 bA	9347 bA	9687 aA
Sem defensivo	3 aC	21 aD	38 aC	26 aC
Terceira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	6618 bC	6623 bD	6621 bB	6900 aC
Herbicida + fungicida	6702 bCB	7007 aB	6658 bBA	6971 aCB
Herbicida + inseticida	6733 bB	6735 bC	6601 cB	7030 aB
Herbicida	6908 bA	7227 aA	6763 cA	7217 aA
Sem defensivo	4 aD	29 aE	49 aC	33 aD

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Com relação aos tratamentos sem defensivos, para a variável sólidos totais dissolvidos, não houve diferença estatística entre as fontes de águas nas três épocas de análise (Quadro 4.5). Os sólidos totais dissolvidos podem interagir com os produtos fitossanitários e inativá-los ou formar aglomerados e entupir bicos e filtros, além disso, a presença de sólidos dissolvidos alteram a aparência da água, aumentando sua turbidez (RHEINHEIMER e SOUZA, 2000).

Quanto à turbidez da calda de pulverização (Quadro 4.6), observou-se variação deste atributo físico da calda de pulverização em função do produto fitossanitário

colocado no tanque e da fonte de água utilizada, uma vez que, o inseticida e principalmente o fungicida, são os que mais influenciaram essa variável, e o herbicida não exerceu influência na turbidez da calda, já que os tratamentos sem associação (somente herbicida), não diferiram dos tratamentos sem defensivos (somente água), com exceção para o tratamento sem associação com água de açude na primeira e segunda época. Outro ponto que pode ser observado é que quando é feito a associação de inseticida e fungicida, há um efeito aditivo, com relação à turbidez da calda.

QUADRO 4.6. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para turbidez (NTU)

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Primeira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	5163 dA	8177 cA	8540 bA	9401 aA
Herbicida + fungicida	4597 dB	6847 cB	8052 bB	9073 aB
Herbicida + inseticida	1811 bC	1369 dC	1767 cC	2460 aC
Herbicida	1 bD	6 bD	26 bD	281 aD
Sem defensivo	1 bD	6 bD	18 bD	211 aE
Segunda Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	5728 aA	3229 bA	3284 bA	5714 aA
Herbicida + fungicida	3490 aB	1885 cB	2444 bB	3606 aB
Herbicida + inseticida	2425 aC	1542 cC	1711 bC	2517 aC
Herbicida	8 bD	2 bD	25 bD	575 aD
Sem defensivo	3 bD	1 bD	17 bD	354 aE
Terceira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	8642 dA	9411 cA	10581 bA	10896 aA
Herbicida + fungicida	4338 dB	4942 cB	8614 bB	9098 aB
Herbicida + inseticida	3389 aC	3460 aC	3509 aC	3539 aC
Herbicida	11 bD	24 bD	37 bD	654 aD
Sem defensivo	4 bD	13 bD	28 bD	549 aD

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Com relação às fontes de águas, observou-se que os tratamentos que foram feitos com água de açude, inclusive os tratamentos sem defensivos, foram os que apresentaram os maiores valores de turbidez, independentemente de ser feito a associação de produtos. A qualidade da água utilizada para a pulverização agrícola está intimamente relacionada com a qualidade física desta, ou seja, a presença de sedimentos em suspensão. Nesse caso, a água de açude foi a que se apresentou as piores condições para ser utilizada

na pulverização de produtos fitossanitários, obtendo os maiores valores de sólidos totais e turbidez. Isso demonstra elevada quantidade de sedimentos em suspensão, o que pode ser comprovado analisando a quantidade de sólidos totais dissolvidos, onde os resultados da água de açude não diferiram das outras águas, inclusive da água deionizada, comprovando que os sólidos presentes na água estão precipitados, e isso, segundo Minguela e Cunha (2010), poderá comprometer a operação da pulverização, entupindo bicos e filtros ou inativando os produtos fitossanitários.

A turbidez é um parâmetro que pode ser influenciado pela formulação do produto, formulações do tipo concentrado solúvel, como o glifosato, são altamente solúveis em água (AMARANTE JÚNIOR et al., 2002), deixando a calda com uma menor turbidez, enquanto a formulação suspensão concentrada tem uma aparência leitosa, o que aumenta a turbidez da calda (Figura 4.3).

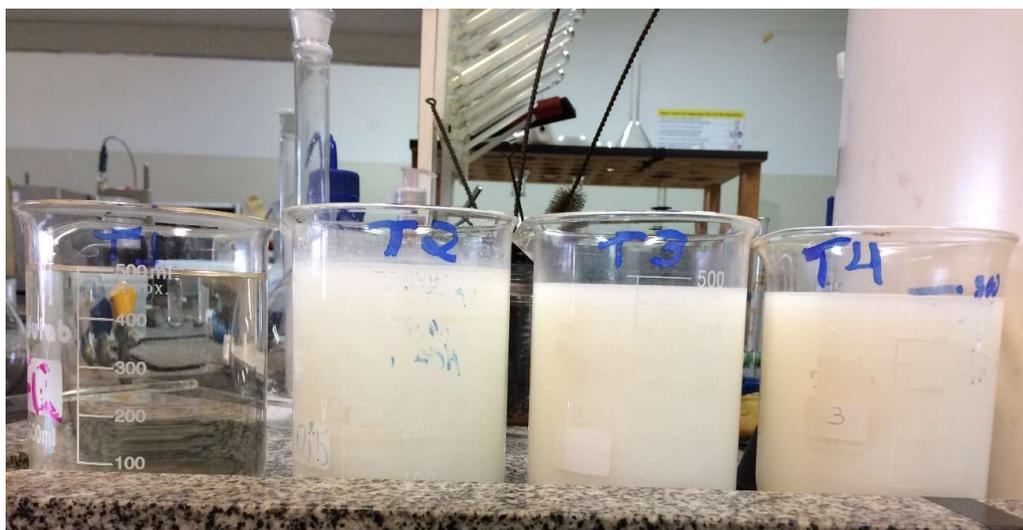


FIGURA 4.3. Turbidimetria da associação de produtos fitossanitários em água deionizada. T1 = Sem associação; T2 = Herbicida + Inseticida; T3 = Herbicida + Fungicida; T4 = Herbicida + Inseticida + Fungicida.

Com relação aos atributos químicos, o principal parâmetro que pode influenciar a compatibilidade ou a incompatibilidade da calda de pulverização é o pH da água (DAN et al., 2009). O pH ideal para os produtos fitossanitários é variável de acordo com cada produto (AZEVEDO, 2015). De acordo com artigo publicado na revista Campo & Negócios (2016), inseticidas do grupo dos piretroides, tem sua eficiência em pH entorno de 4. Carvalho et al. (2009), relata que para o glifosato, o pH da calda deve estar na faixa de 3 a 4.

A maioria dos produtos fitossanitários, em presença de pH alcalino (> 7), se

decompõe rapidamente e causam instabilidade na formulação nas associações de tanques (KISSMANN, 1997).

Após adicionar os produtos fitossanitários na água, a calda pode apresentar valores diversos de pH, em geral, a incompatibilidade das associações ocorre pela elevada alteração do pH da calda, que leva a uma degradação do ingrediente ativo, com a formação de compostos químicos indesejáveis (AZEVEDO, 2015).

Observou-se que a associação de produtos fitossanitários alterou o pH da calda de pulverização (Quadro 4.7), diferindo estatisticamente. Essa variação foi menor na segunda época, não diferindo estatisticamente os tratamentos com produtos fitossanitários, dos tratamentos sem defensivo, com exceção para água de poço.

Contudo, não houve uma alteração muito brusca entre os tratamentos, nem apresentaram pH alcalino ($\text{pH} > 7$), que segundo Azevedo (2015), causa instabilidade da calda.

QUADRO 4.7. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para o pH da calda de pulverização

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Primeira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	6,17 cA	6,40 bBA	6,37 bC	6,67 aA
Herbicida + fungicida	6,05 cBA	6,32 bBA	6,55 aB	6,47 aB
Herbicida + inseticida	5,98 cB	6,27 bB	6,52 aB	6,47 aB
Herbicida	6,10 cBA	6,42 bA	6,57 aB	6,45 bB
Sem defensivo	6,02 cB	5,65 dC	7,00 aA	6,47 bB
Segunda Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	6,05 aA	4,67 bB	4,85 bA	4,75 bA
Herbicida + fungicida	6,05 aA	4,80 bBA	4,82 bA	4,72 bA
Herbicida + inseticida	5,97 aA	4,95 bBA	4,87 bA	4,82 bA
Herbicida	6,22 aA	5,05 bA	4,80 bA	4,77 bA
Sem defensivo	6,12 aA	4,62 bB	4,77 bA	4,65 bA
Terceira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	6,27 aA	5,65 bA	5,60 bB	5,67 bA
Herbicida + fungicida	6,07 aA	5,65 bA	5,55 bB	5,60 bA
Herbicida + inseticida	6,07 aA	5,55 bBA	5,75 bBA	5,57 bA
Herbicida	6,17 aA	5,80 bA	5,67 bBA	5,75 bA
Sem defensivo	6,05 aA	5,25 cB	5,95 baA	5,72 bA

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Para a variável condutividade elétrica (CE) (Quadro 4.8) houve diferença estatísticas entre os tratamentos. Observou-se que houve uma influência do herbicida glifosato sobre a CE da calda.

QUADRO 4.8. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para a condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Primeira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	10020 cB	13200 bC	13865 aB	13900 aB
Herbicida + fungicida	10415 cbA	13762 bB	13695 bB	14185 aB
Herbicida + inseticida	10067 bB	13855 baBA	13755 bB	14040 aB
Herbicida	10537 cA	14065 bA	14162 bA	14677 aA
Sem defensivo	4 aC	32 aD	58 aC	40 aC
Segunda Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	9912 cC	10290 bB	10212 bD	10717 aA
Herbicida + fungicida	10005 cCB	10585 aA	10347 bC	10482 aB
Herbicida + inseticida	10042 cB	10542 aA	10585 aB	10560 aB
Herbicida	10240 cA	10577 bA	10742 aA	10735 aA
Sem defensivo	4 aD	41 aC	36 aE	18 aC
Terceira Época				
Herbicida + inseticida + fungicida	10027 bC	10035 bD	10032 bB	10455 aC
Herbicida + fungicida	10155 bCB	10617 aB	10087 bBA	10562 aCB
Herbicida + inseticida	10202 bB	10205 bC	10002 cB	10652 aB
Herbicida	10467 bA	10950 aA	10247 cA	10935 aA
Sem defensivo	5 aD	43 aE	74 aC	50 aD

Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Cunha et al. (2017), avaliando a tensão superficial, pH e condutividade elétrica de calda de produtos fitossanitários, demonstraram que o herbicida glifosato foi o que apresentou a maior condutividade entre os herbicidas testados utilizando água deionizada e seus valores foram superiores às outras classes de produtos fitossanitários avaliadas, evidenciando que o herbicida glifosato, após ser adicionado na água, possui alta capacidade de formar íons na solução e que isso influencia a CE da calda de pulverização.

Argioli et al. (2017), avaliando as características físico-químicas de diferentes fontes de água no desempenho do herbicida pós-emergente glifosato na redução da

biomassa do capim-braquiária, observaram que a CE aumentou conforme aumentou-se a dose do produto, evidenciando a capacidade do defensivo em alterar a condutividade da calda. Esses autores também observaram que o pH da calda após a adição do herbicida, permaneceu na faixa considerada ideal, independente da fonte de água utilizada, com uma pequena tendência de diminuição do pH com o aumento da dose do herbicida. Segundo Amarante Júnior et al. (2002), o glifosato é um herbicida classificado como ácido forte, e em pH entre 2,2 a 5,4, tem-se a predominância da forma com duas dissociações, a partir do pH 5,5, tem-se a predominância da forma com três dissociações, com isso, há o aumento da CE. Isso pode ser observado nestes resultados, contudo, o aumento da CE só ocorreu em pH acima de 6,3. Do mesmo modo, o que pode ser observado é que com a associação de classes de produtos fitossanitários, há uma diminuição da CE da calda, quando comparado com o tratamento sem associação. Isso comprova que a associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização, ocasiona uma interação química entre os produtos, uma vez que essa diminuição da CE ocorreu nas três épocas de análises e com faixas distintas de pH entre as épocas.

Com relação aos tratamentos sem defensivos, não houve diferença estatística entre as fontes de águas testadas nas três épocas de análises. Esses resultados foram diferentes dos encontrados por Rheinheimer e Souza (2000) e Farias et al. (2014), ao verificar baixos valores de CE em açudes e mais altos em águas provenientes de poços.

A condutividade elétrica é um parâmetro que representa a concentração de íons na solução que podem conduzir corrente, segundo Carlson e Burnside (1984), quanto maior for a CE, maior é a quantidade de íons na solução e maior a chance desses íons interagirem com as moléculas dos agroquímicos e causarem desestabilização da calda, entretanto, não existe um valor padrão para a CE, e esse atributo é dependente do volume de aplicação.

De acordo com Vargas et al. (1997), volumes menores causam menor influência da CE em herbicidas, pois diminui a proporção dos íons em relação à molécula do herbicida. Levando em consideração a mesma concentração, utilizando-se um volume de aplicação de 1 L ha⁻¹, espera-se que a interferência dos íons presentes na água (condutividade elétrica), seja menor do que em uma aplicação utilizando 30 L ha⁻¹ (AZEVEDO, 2015).

Neste contexto, com os resultados encontrados nesse trabalho, pode-se observar que há uma tendência de maior dissolução de produtos na calda de pulverização quando não há associação classes de produtos fitossanitários e quando se utiliza uma água

de excelente qualidade, como a água deionizada. A solubilidade de produtos fitossanitários é mensurada pela sua solubilidade em água e é variável entre os ingredientes ativos. O glifosato tem a maior solubilidade em água entre os ingredientes ativos aqui testados (SOARES et al., 2017), por esse motivo, deve ser seguida uma ordem correta de preparo da calda no momento da associação dos produtos fitossanitários no tanque de pulverização (MINGUELA e CUNHA, 2010), entretanto, mesmo seguindo a ordem de preparo, os tratamentos com associação de produtos fitossanitários apresentaram menor qualidade físico-química.

4.4 CONCLUSÕES

1. Os parâmetros físico-químicos da calda de pulverização são alterados pelo uso de águas de diferentes fontes e a associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização.
2. A água de açude apresenta a pior qualidade física (turbidez, sólidos totais e sólidos totais dissolvidos) dentre as fontes testadas.
3. A associação de três classes de produtos fitossanitários ocasionou menor dissolução da calda de pulverização.
4. A turbidez da calda de pulverização foi influenciada pela formulação dos produtos fitossanitários.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, 2013.

AMARANTE JÚNIOR, O.P.; SANTOS, T.C.R.; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20a ed. (CD), Washington, D. C., 1998.

ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu: FEFAP, 2011.

ARGIOLI, A.S.; FARIAS, M.A.G.L.; JUNIOR, J.L.C.S.; TOMAZ, R.S.; PRADO, E.P. Propriedades físico-químico da água na eficácia do herbicida glifosato. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação – SINTAG, 8, 2017, Campinas-SP, **Anais...**, Campinas-SP, p. 15-18.

AZEVEDO, L.A.S. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e prática.** Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 2015, 230p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

CARLSON, K.L; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science**, v. 32, p. 841-884, 1984.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S.; MARQUES, R.S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 2, p. 261-270, 2017.

DAN, H.A.; DAN, L.G.M.; BARROSO, A.L.L.; SOUZA, C.H. Efeito do pH da calda de pulverização na dessecação de *braquiaria brizanta* com o herbicida glyphosate. **Global Science Technology**, v. 2, n. 1, p.01-06, 2009.

DIAS, C.A.; FLECK, N.E. Efeitos dos herbicidas glyphosate e paraquat, aplicados ao solo, sobre a emergência de feijão e soja e de algumas espécies daninhas. **Planta Daninha**, Santa Maria – RS, v. 1, p. 23-24, 1982.

FARIAS, M.S.; SCHLOSSER, J.F.; CASALI, A.L.; FRANTZ, U.G.; RODRIGUES, F.A. Qualidade da água utilizada para aplicação de agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.24, p.355-359, 2014.

GAZZIERO, D.L. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.33, n. 1, p. 83-92, 2015.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de Aplicação de Produtos Fitossanitários.** 1ª Ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2010, 588 p.

MOURA FILHO, Edmondson Reginaldo. **Influência da qualidade da água no controle químico da mosca minadora do meloeiro, em Mossoró - RN.** 39 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.

PAZINI, J. B. ; BOTTA, R. A. ; BOCK, D. F. ; GIACOMELI, R. ; FIPKE, G. M.; SCHAEGLER, C. E. ; Silva, F. F. ; RAMÃO, C. J. . Compatibilidade Física de Misturas de Agrotóxicos. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2013, Santa Maria. VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado - Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz. Santa Maria: Gráfica e Editora Pallotti, 2013. v. 1. p. 497-500.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A.; CUNHA, J. A. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

REVISTA Campo & Negócios. **PH ideal de calda para produtos fitossanitários**. Uberlândia, Fevereiro 2016, p.28-30.

RHEINHEIMER, D.S.; SOUZA, R.O. Condutividade elétrica e acidificação de águas usadas na aplicação de herbicidas no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.97-104, 2000.

SILVA, A.S.; SEVERO, A.A.L.; DUTRA, R.C.C.; LIRA, R.G.P.; CLEMENTINO, M.R.A.; CARVALHO, A.L.M. Revalidação de um sistema de tratamento de água: ações estratégicas da garantia da qualidade em uma indústria farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 89, n.2, p.168-171, 2008a.

SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T.; WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônia**, v. 38, n.4, p.733-742, 2008b.

SOARES, D.F.; FARIA, A.M.; ROSA, A.H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. **Eng Sanit Ambient**, v.22, n.2, p. 277-284, 2017.

VARGAS, L.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A.; CUNHA, M.M. Qualidade química da água usada para aspersão e seu efeito na atividade do herbicida glifosato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 543-548, 1997.

5. INFLUÊNCIA DAS FONTES DE ÁGUAS E ASSOCIAÇÕES DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NO TANQUE DE PULVERIZAÇÃO UTILIZADOS NO CONTROLE DE PLANTA DANINHA EM CULTURAS ANUAIS

5.1 INTRODUÇÃO

As pulverizações agrícolas vêm se tornando cada vez mais complexas e alguns detalhes devem ser observados na hora de se fazer uma associação de tanque. É cada vez mais comum a utilização de diferentes classes de produtos fitossanitários, como fungicidas, inseticidas e herbicidas, no tanque de pulverização, uma vez que as culturas demandam uma grande quantidade de agroquímicos para a proteção das plantas (GHINI e BETTIOL, 2000).

Ao serem associados, os produtos fitossanitários podem reagir entre si e ocorrer uma neutralização de seus ativos, diminuindo sua eficácia ou originar produtos fitotóxicos para as culturas, causando injúrias em seus tecidos, podendo diminuir sua produtividade (AZEVEDO, 2015). A associação de produtos pode ocasionar três efeitos: o efeito aditivo, onde um produto não interfere na ação do outro; o efeito sinérgico, um produto melhora a ação do outro; e o efeito antagônico, onde um produto piora a ação do outro, ocasionando muitos problemas para o produtor (QUEIROZ et al., 2008).

O herbicida utilizado no manejo de plantas daninhas deve ser fitotóxico somente para as plantas daninhas, não podendo causar danos às culturas que estão sendo tratadas, nem ao meio ambiente onde estão inseridas. O glifosato é um herbicida não seletivo de ação sistêmica vem sendo usado na agricultura para o controle de plantas daninhas, que a partir da biotecnologia, passou a ser seletivo para algumas culturas, como soja e milho (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018). De acordo com Amarante Júnior et al. (2002), quando associado com outros produtos fitossanitários, o glifosato pode ter sua atividade reduzida, o que ocasionará um controle ineficiente da planta daninha.

Outro fator que pode interferir na eficácia de tratamentos fitossanitários é a qualidade da água. Para o defensivo agrícola ser eficiente, ele deve chegar até o alvo com a quantidade mínima de ativo necessário para controlar a praga. Diante disso, é muito importante que a calda de pulverização esteja livre de impurezas e substâncias que podem inativar os produtos fitossanitários, diminuindo a eficácia dos mesmos, comprometendo

o controle da praga. Um exemplo disso é o Glifosato e o Paraquat, os quais com a presença de elevadas partículas de terra na água utilizada na elaboração da calda, pode reduzir a eficiência desses herbicidas (ANTUNIASSI e BOLLER, 2011).

Por essa razão, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da qualidade da calda de pulverização na eficácia do herbicida glifosato no controle da *Urochloa ruziziensis* e avaliar a fitotoxidez e a produtividade das culturas de milho e de soja.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Local e Caracterização do Experimento

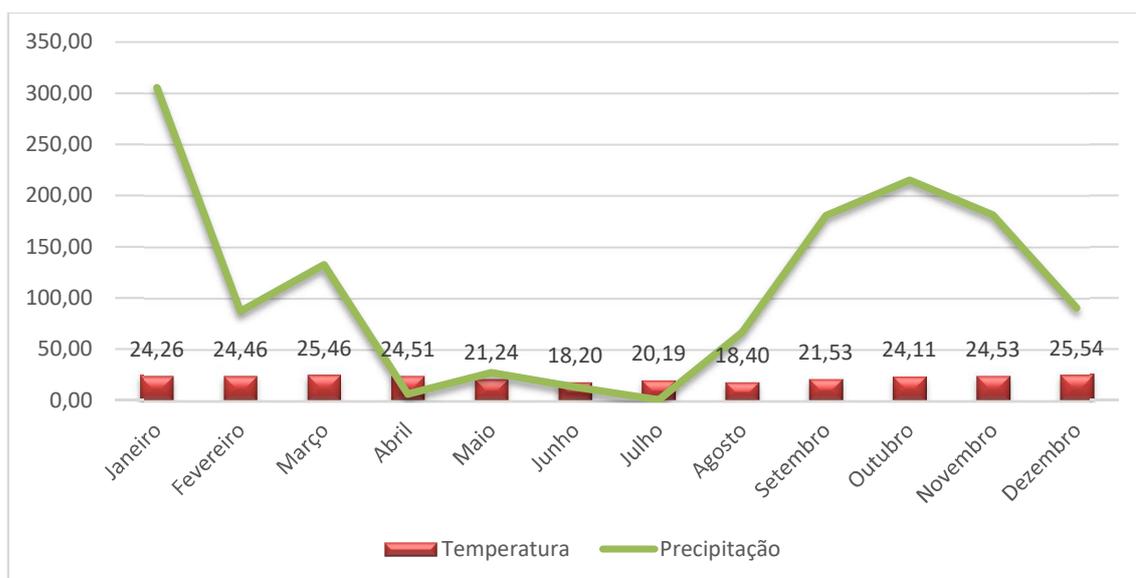
O trabalho foi realizado em campo, na fazenda Santa Lúcia (22°27'8,06"S, 55° 3'6,90"O), localizada no distrito de Caarapã, pertencente ao município de Laguna Carapã-MS, que faz parte da região da Grande Dourados. O clima que predomina na região é do tipo Am de Köppen e Geiger (ALVARES et al., 2013), que é caracterizado por inverno seco e verão quente. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 2006), com as propriedades químicas apresentadas na Quadro 5.1.

QUADRO 5.1. Análise química do solo (Latossolo Vermelho Distroférico) da área experimental. Fazenda “Santa Lúcia”, Laguna Carapã, 2018

pH	M.O.	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	M
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³					Cmol dm ⁻³					%
5,2	31,1	18,3	4,4	0,3	6,4	1,4	0,0	4,5	8,1	12,6	64,2	0,0

Análise realizada por Aggis Agricultura de precisão. pH: potencial hidrogeniônico; M.O.: Matéria Orgânica do solo; P: Fósforo; S: Enxofre; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H+Al: Acidez Potencial; SB: Soma de Bases; T: CTC total; V: Saturação de Bases na CTC; m: Saturação de Alumínio na CTC.

A precipitação referente ao período está apresentada na Figura 5.1.



Fonte: INMET.

FIGURA 5.1. Precipitação pluviométrica e temperatura mensal para a região da Grande Dourados (MS) no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2018.

5.2.2 Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) disposto em esquema fatorial 4x4, com 4 repetições. Os tratamentos (Quadro 5.2), consistiram da combinação do fator fontes de águas com 4 níveis (água de poço, água de rio, água de açude e água deionizada), com o fator associação de tanque de produtos fitossanitários com 4 níveis (3 associações e 1 sem associação). Os produtos utilizados e as doses estão descritos no Quadro 5.3.

O experimento foi implantado em três épocas dentro de um ano: a primeira época, que corresponde a época da segunda safra ou safrinha de milho, as aplicações foram realizadas no dia 05 de abril de 2018; a segunda época, que corresponde a época da dessecação de pré-plantio da cultura da soja, as aplicações foram realizadas no dia 18 de setembro de 2018, e; a terceira época, que corresponde a primeira safra ou safra da soja, as aplicações foram realizadas no dia 30 de novembro de 2018.

QUADRO 5.2. Combinação dos níveis dos fatores fontes de águas e associação de produtos fitossanitários para a formação dos tratamentos

	Descrição
Tratamento 1	Água deionizada/sem associação *
Tratamento 2	Água deionizada/ associação 1 *
Tratamento 3	Água deionizada/ associação 2 *
Tratamento 4	Água deionizada/ associação 3 *
Tratamento 5	Água de poço/sem associação
Tratamento 6	Água de poço/ associação 1
Tratamento 7	Água de poço/ associação 2
Tratamento 8	Água de poço/ associação 3
Tratamento 9	Água de rio/sem associação
Tratamento 10	Água de rio/ associação 1
Tratamento 11	Água de rio/ associação 2
Tratamento 12	Água de rio/ associação 3
Tratamento 13	Água de açude/sem associação
Tratamento 14	Água de açude/ associação 1
Tratamento 15	Água de açude/ associação 2
Tratamento 16	Água de açude/ associação 3

*Sem associação = herbicida; associação 1 = herbicida + inseticida; associação 2 = herbicida + fungicida; associação 3 = herbicida + inseticida + fungicida.

QUADRO 5.3. Caracterização dos produtos fitossanitários utilizados

Nome Comercial	Composição	Função	Formulação	Dose
FOX*	Trifloxistrobina + Protiocanazol	Fungicida	SC	70+60 g i.a. ha ⁻¹
Roundup Original*	Sal de Isopropilamina de N – (fosfometil) glicina; Equivalente ácido de N – (fosfometil) glicina (GLIFOSATO)	Herbicida	SL	925 g e.a. ha ⁻¹
CONNECT*	Imidacloprido + beta- ciflutrina	Inseticida	SC	100+12,5 g i.a. ha ⁻¹

* AUREO - Éster metílico de soja (Óleo vegetal): 0,25% vv.

5.2.3 Instalação e Condução do Experimento

As unidades experimentais para a avaliação de eficácia do herbicida foram compostas pela *Urochloa ruziziensis* disposta em 2,0 m de largura por 4,0 m de comprimento, totalizando 8 m², enquanto as unidades experimentais para avaliação de fitotoxidez nas culturas de milho e soja, foi composta de quatro linhas, espaçadas em 0,5 m por 4,0 m de comprimento, totalizando 8 m² de área total.

5.2.3.1 Semeadura Milho

Para a primeira época, a partir da análise química do solo (Quadro 4.1) e das recomendações visando a produtividade do milho entre 6 e 8 Mg ha⁻¹ (SOUZA e LOBATO, 2004), aplicaram-se 400 kg ha⁻¹ do adubo formulado 16-16-16 como adubação de base, sem adubação de cobertura. A semeadura da semente do híbrido MG699 PW foi realizada em 26 de fevereiro de 2018 obtendo-se densidade final de 58.000 plantas ha⁻¹.

5.2.3.2 Semeadura Soja

Para a terceira época, a adubação, seguindo a análise química do solo (Quadro 5.1) e as recomendações visando a produtividade da soja de 3 Mg ha⁻¹ (SOUZA e LOBATO, 2004), aplicaram-se 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado 04-30-10 como adubação de base e 100 kg ha⁻¹ de KCl (00-60-00) em cobertura, quando as plantas de soja alcançaram o estágio fenológico V6. A semeadura da variedade AS3730 IPRO foi realizada em 20 de outubro de 2018, obtendo-se densidade final de 200.000 plantas ha⁻¹.

5.2.3.3 Semeadura *Urochloa ruziziensis*

Para as unidades experimentais com a *Urochloa ruziziensis*, na primeira e terceira época, foram semeadas, visando o estabelecimento da pastagem, 3 kg ha⁻¹. Na segunda época, foram utilizadas plantas de *Urochloa ruziziensis* que foram semeadas na primeira época e que permaneceram no campo, sem terem recebido controle químico com herbicidas.

5.2.3.4 Tratos Culturais

Com relação aos tratamentos fitossanitários, na cultura do milho, foi realizado uma aplicação de Lambda-Cialotrina (KARATE ZEON[®]) aos 10 DAE, na dose de 300 mL/ha de produto comercial, visando o controle de percevejo-barriga-verde e uma aplicação de Trifloxistrobina + Tebuconazol (NATIVO[®]), na dose de 600 mL/ha de produto comercial, em pré-pendoamento da cultura, visando o controle de doenças. Na cultura da soja, foi realizado uma aplicação de Piraclostrobina + Fluxapiraxade (ORKESTRA[®]) em R3, na dose de 300 mL/ha, visando o controle de doenças e uma aplicação de Lambda-Cialotrina (KARATE ZEON[®]), na dose de 150 mL/ha de produto comercial, em R5.3, visando o controle de percevejos.

5.2.3.5 Aplicação dos Tratamentos

Os tratamentos foram aplicados, na primeira época, em 05 de abril de 2018, 38 dias após a emergência das plantas, as quais possuíam de cinco a seis folhas verdadeiras (RITCHIE et al., 1993) para a cultura do milho e estágio 22 de BBCH (BLEIHOLDER et al., 1991) para a *Urochloa ruziziensis*. Para a segunda época, em 18 de setembro de 2018, quando a *Urochloa ruziziensis* estava no estágio 32 de BBCH (BLEIHOLDER et al., 1991). Para a terceira época, os tratamentos foram aplicados em 30 de novembro de 2018, 35 dias após a emergência das plantas, onde a cultura da soja possuía de 5 a 6 folhas verdadeiras (FEHR e CAVINESS, 1977) e 22 de BBCH (BLEIHOLDER et al., 1991) para a *Urochloa ruziziensis*.

As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado por CO₂ à pressão constante de 15 psi (103,4 kPa), equipado com barra de aplicação com quatro pontas do tipo leque, modelo Jacto JSF 110.01, calibrado para um volume de calda proporcional a 60 (± 5) L ha⁻¹, na velocidade de 5 km h⁻¹.

5.2.4 Avaliações

Foram avaliadas a eficácia do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas, em três épocas de aplicação dentro de um ano, e a fitotoxicidade e a produtividade das culturas da soja e do milho.

Os efeitos dos tratamentos sobre a cultura do milho e da soja foram avaliados aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA), de acordo com os sintomas visuais de fitotoxicidade, numa escala de 0 (zero) a 100%, em que 0 (zero) equivale a nenhum dano visível na planta e 100, à morte da planta (EWRC, 1964).

Para avaliação de produção das culturas foram avaliados a produtividade e a massa de 1000 grãos. A colheita da cultura foi realizada em 10 de agosto de 2018 para o milho e 5 de fevereiro de 2019 para a cultura da soja. A produtividade foi obtida com a retirada das plantas da segunda e terceira linhas da parcela, totalizando uma área útil de 1,7 m². As plantas foram debulhadas mecanicamente, separando-se os grãos de cada parcela, os quais foram pesados. Nesse momento, cada amostra teve sua umidade (%) mensurada e corrigida para 14% de umidade. De cada parcela, uma amostra de mil grãos foi retirada, pesada e também teve sua umidade corrigida para 14%.

Para as avaliações visuais de controle das plantas daninhas utilizou-se as escalas de notas da Alam (1974). Nesta escala, a nota 01 representa 0 a 40% de controle,

a nota 02 de 41 a 60%, a nota 03 de 61 a 70%, a nota 04 de 71 a 80%, a nota 05 de 81 a 90 % e a nota 06, de 91 a 100% de controle. As avaliações foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA).

5.2.5 Análise Estatística

Todas as análises foram feitas por meio da aplicação do teste F sobre a análise da variância, seguido de teste Tukey, com 5% de significância para a comparação das médias utilizando o programa Sisvar.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a reação de fitotoxicidade, não foram observados sintomas visuais de lesões nas folhas de soja e milho causadas pela aplicação dos tratamentos em nenhuma das avaliações. A associação de produtos fitossanitários no tanque pode ocasionar a interação físico-química entre estes, porém esta interação nem sempre é prejudicial, ou seja, não há a formação de compostos tóxicos para as culturas.

Segundo Azevedo (2015), a fitotoxicidade é a “ação danosa, deletéria, do produto fitossanitário à planta”, e é causada pela alteração das características biológicas e químicas dos produtos fitossanitários. Os sintomas variam de clorose, necrose, diminuição do crescimento, que podem ocasionar ou não diminuição da produtividade. Existem relatos na literatura da fitotoxicidade do glifosato isolado ou em associação em plantas de soja RR, porém essa fitotoxicidade ocorre quando se utiliza as maiores doses recomendadas, sendo pouco provável os sintomas utilizando doses menores (REIS et al., 2010). A associação de tanque de produtos fitossanitários apresenta um risco de causar a fitotoxicidade às culturas, pois a associação pode ocasionar a interação entre os componentes agroquímicos e causar a perda de seletividade, ocorrendo a fitotoxidez às culturas (AZEVEDO, 2015). Contudo, Queiroz et al. (2016) afirma que ainda são escassas as publicações sobre os efeitos de associação de glifosato com inseticida e fungicidas. Geralmente, os relatos de fitotoxicidade de produtos fitossanitários em plantas ocorre em conjunto com condições climáticas específicas, e geralmente não ocasionam diminuição da produtividade, ou seja, a planta consegue se recuperar do stress causado pelos agroquímicos.

Para a cultura do milho, os relatos de fitotoxicidade encontrados são com associação de tanque de inseticidas com o herbicida nicosulfuron, onde a associação ocasiona a interação entre os agroquímicos levando a perda de seletividade do herbicida (NICOLAI et al., 2006; SILVA et al., 2005). Efeitos da associação de tanque de glifosato com outros agroquímicos na cultura do milho não foram encontrados na literatura durante a realização desta pesquisa.

Na primeira época de aplicação, de acordo com a análise de variância (Apêndice B e C), tanto a eficácia de controle da *Urochloa ruziziensis* quanto à massa de mil grãos e a produtividade do milho, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Quadro 5.4 e 5.5). O controle químico se mostrou eficiente já na primeira avaliação, aos 7 DAA, alcançando controle de mais de 80% da comunidade infestante, e aos 21 DAA, o controle foi de 99%, ou seja, morte completa das plantas.

QUADRO 5.4. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para controle da *Urochloa ruziziensis* na primeira época de aplicação

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
7 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	92,50	91,00	90,75	90,50
Herbicida + fungicida	92,25	92,00	90,50	90,25
Herbicida + inseticida	92,00	92,25	91,25	89,75
Herbicida	91,00	92,50	90,00	91,75
14 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	97,25	97,25	97,25	97,25
Herbicida + fungicida	97,25	97,50	97,50	97,50
Herbicida + inseticida	97,75	97,25	97,50	97,25
Herbicida	98,00	97,75	98,00	98,00
21 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	99,00	99,00	99,00	99,00
Herbicida + fungicida	99,00	99,00	99,00	99,00
Herbicida + inseticida	99,00	99,00	99,00	99,00
Herbicida	99,00	99,00	99,00	99,00

QUADRO 5.5. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) do milho

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Massa de 1000 grãos				
Herbicida + inseticida + fungicida	266,00	275,00	263,50	278,50
Herbicida + fungicida	268,50	258,00	252,50	276,00
Herbicida + inseticida	266,75	277,25	264,00	262,25
Herbicida	276,00	270,25	265,00	266,00
Produtividade				
Herbicida + inseticida + fungicida	5874	6026	5799	6127
Herbicida + fungicida	5900	5676	5564	6072
Herbicida + inseticida	5886	6099	5833	5769
Herbicida	6049	5945	5828	5852

Na segunda época, que compreende a dessecação de pré-plantio da soja, não houve diferença estatística, de acordo com a análise de variância (Apêndice B), entre os tratamentos (Quadro 5.6). As plantas encontravam-se mais desenvolvidas e vigorosas do que na primeira época. Esperava-se que o controle poderia ser comprometido, uma vez que a dose de herbicida utilizada foi a menor recomendada na bula (925 g e.a. ha⁻¹) para o controle da planta daninha. Contudo, o que foi observado foi um atraso no controle, em que aos 7 DAA, o controle não alcançou 40% em nenhum dos tratamentos, e de acordo com a escala de Alam (1974), é considerado como nenhum controle. Já aos 14 DAA, o controle se tornou eficiente, alcançando 80% de controle na maioria dos tratamentos. Aos 21 DAA, o controle passou dos 90%, sendo considerado como muito eficiente.

Na terceira época, novamente não houve diferença estatística, de acordo com a análise de variância (Apêndice B e C), entre os parâmetros analisados (Quadro 5.7 e 4.8). O controle foi eficiente já na avaliação de 7 DAA com morte completa das plantas aos 21 DAA.

QUADRO 5.6. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para controle da *Urochloa ruziziensis* na 2ª época de aplicação

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
7 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	32,50	35,00	33,75	35,00
Herbicida + fungicida	35,00	32,50	35,00	33,75
Herbicida + inseticida	32,50	31,25	35,00	33,75
Herbicida	33,75	33,75	35,00	36,25
14 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	82,50	80,00	78,75	80,00
Herbicida + fungicida	78,75	80,00	78,75	81,25
Herbicida + inseticida	80,00	77,50	81,25	78,75
Herbicida	80,00	82,50	83,75	81,25
21 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	92,25	92,25	90,00	92,50
Herbicida + fungicida	91,25	93,50	92,25	91,25
Herbicida + inseticida	92,50	92,25	91,25	91,25
Herbicida	94,75	93,50	93,50	94,75

QUADRO 5.7. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para controle da *Urochloa ruziziensis* na 3ª época de aplicação

Associação	FONTES DE ÁGUAS			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
7 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	91,25	88,75	90,00	91,25
Herbicida + fungicida	92,50	90,00	91,25	90,00
Herbicida + inseticida	92,50	91,25	90,00	90,00
Herbicida	90,00	92,50	91,25	90,00
14 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	96,00	97,00	97,25	97,75
Herbicida + fungicida	97,50	97,50	96,75	96,75
Herbicida + inseticida	97,00	96,00	97,00	97,25
Herbicida	97,75	98,75	97,75	98,00
21 DAA				
Herbicida + inseticida + fungicida	99,00	99,00	99,00	99,00
Herbicida + fungicida	99,00	99,00	99,00	99,00
Herbicida + inseticida	99,00	99,00	99,00	99,00
Herbicida	99,00	99,00	99,00	99,00

QUADRO 5.8. Desdobramento da interação entre fontes de água e associação de produtos para massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) da soja

Associação	Fontes de águas			
	Deionizada	Poço	Rio	Açude
Massa de 1000 grãos				
Herbicida + inseticida + fungicida	138,75	139,00	135,25	142,25
Herbicida + fungicida	136,00	138,50	136,75	135,00
Herbicida + inseticida	139,00	139,25	136,50	133,50
Herbicida	138,50	134,00	132,75	139,50
Produtividade				
Herbicida + inseticida + fungicida	3758	3754	3629	3836
Herbicida + fungicida	3642	3741	3677	3670
Herbicida + inseticida	3744	3763	3676	3624
Herbicida	3764	3621	3593	3736

Quanto à massa de mil grãos e produtividade, os resultados já eram esperados, uma vez que não foram observados sintomas de fitotoxicidade às culturas de soja e milho. Diferentemente, Petter et al. (2007), avaliando a associação de glifosato com 10 diferentes inseticidas, observaram que a associação do glifosato com o inseticida chlorpyrifos ocasionou uma fitotoxicidade inicial à cultura da soja e que a eficiência inicial de alguns inseticidas foi prejudicada com a adição do glifosato na calda, porém, sem prejudicar o controle das plantas daninhas. Isso leva a crer que a associação de glifosato na calda de pulverização tem mais chances de causar um impacto negativo em inseticidas e fungicidas, do que o inverso.

Com relação à eficácia do controle, para Amarante Júnior. et al. (2002), a eficácia pode ser alterada com a associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização. De acordo com esses autores, isso se deve à interação entre os íons dos produtos fitossanitários. Semelhantemente, Azevedo (2015), relata que a utilização de água de baixa qualidade também interfere na eficácia de controle do glifosato. De acordo com Toni et al. (2006), o glifosato fica adsorvido nas argilas que compõem o solo. Semelhantemente, Rieck et al. (1974) apud Ramos e Durigan (1998), observaram que a fitotoxicidade do glifosato é reduzida em até 90%, quando se adiciona 1% de argila na calda de aplicação.

Contudo, neste trabalho, mesmo com a utilização de água de baixa qualidade, como a água proveniente de açude, e a associação de três classes de produtos fitossanitários no tanque de pulverização, não houve diminuição da eficácia do glifosato

no controle da *Urochloa ruziziensis*. Igualmente, Ramos e Durigan (1998), concluíram que o controle de plantas daninhas em pós-emergência não foi influenciado pela utilização de água turva, com grande quantidade de argila, e condicionam esse fato à baixa atividade das argilas presentes nos solos brasileiros.

Com isso, constata-se que, mesmo associando diferentes classes de produtos fitossanitários no tanque de pulverização, a interação entre os compostos não ocasionou os efeitos aditivo, sinérgico ou antagônico, não dificultando a ação, neste caso, do herbicida glifosato no controle da *Urochloa ruziziensis*. Porém, novos trabalhos devem ser feitos para a melhor compreensão deste tema, uma vez que existem vários produtos fitossanitários de diferentes formulações que podem ser utilizados para o controle de problemas fitossanitários.

5.4 CONCLUSÕES

1. A associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização não influencia a eficácia de controle da *Urochloa ruziziensis* pelo herbicida glifosato.
2. A fitotoxicidade, a produtividade e a massa de 1000 grãos das culturas de soja e milho não são influenciadas pela associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização.
3. Não há diferença no controle da *Urochloa ruziziensis* com o uso de glifosato, utilizando água de diferentes fontes na calda de pulverização.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogotá, v.1, n.1, p.35-38, 1974.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, 2013.

AMARANTE Jr, O.P. de; SANTOS, T.C.R. dos; BRITO, N.M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.

ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu: FEFAP, 2011. 279p.

AZEVEDO, L.A.S. **Misturas de tanque de produtos fitossanitários: Teoria e prática**. Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 2015, 230p.

BLEIHOLDER, H.; KIRFEL, H.; LANGELUDDEKE, P.; STAUSS, R. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.26, n.9, p.1423-1429, 1991.

EWRC (European Weed Research Council). Report of 3rd and 4th meetings of EWRC - Committee of Methods in Weed Research. *Weed Res.*, v.4, n.1, p.88, 1964.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologias**, Brasília, v.17, n.1, p. 61-70, jan./abr. 2000.

NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Aplicação conjunta de herbicidas e inseticidas na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.413-420, 2006.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A.; CUNHA, J. A. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.

RAMOS, H.H.; DURIGAN, J.C. Efeitos da qualidade da água de pulverização sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.1-16, 1988.

REIS, T.C.; NEVES, A.F.; ANDRADE, A.P.; SANTOS, T.S. Efeitos de fitotoxicidade na soja rr tratada com formulações e dosagens de glifosato. **Revista de Biologia E Ciências Da Terra**. v.10, n.1, 2010.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7.ed. Londrina, 2018. 768p.

SILVA, A.A.; FREITAS, F.M.; FERREIRA, L.R. e JAKELAITIS, A. Efeitos de mistura de herbicida com inseticida sobre a cultura do milho, as plantas daninhas e a lagarta-do-cartucho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 517-525, 2005.

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. 416p.

6. CONCLUSÕES GERAIS

1. A associação de produtos fitossanitários no tanque de pulverização altera os atributos físico-químicos da calda, porém não altera a eficácia do herbicida glifosato no controle da *Urochloa ruziziensis*.
2. A interação entre os produtos fitossanitários no tanque de pulverização não resulta em efeito de fitotoxicidade nas culturas de soja e milho.
3. A utilização de água de diferentes fontes de captação na formação da calda de pulverização não ocasiona problemas na eficácia do herbicida glifosato no controle da *Urochloa ruziziensis*.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos resultados encontrados nessa pesquisa não terem apontados problemas no controle de plantas daninhas, novos testes deverão ser feitos com relação a qualidade da calda de pulverização, uma vez que existem diversos produtos que são utilizados no controle de plantas daninhas, em diferentes formulações.

Novos testes deverão ser feitos com relação aos efeitos que a associação de produtos fitossanitários pode causar na eficácia do inseticida e fungicida, visto que para esses produtos, não houve avaliações de eficácia.

Outro ponto que deve ser avaliado é a utilização de diferentes fontes de águas na formação da calda de pulverização. A água de açude apresentou resultados que podem ocasionar entupimento de filtros e deterioração de bicos de pulverização, pontos estes que não foram testados nesta pesquisa. Por isso, justifica-se o uso de filtros para limpeza das águas antes da associação dos produtos no tanque.

8. APÊNDICES

APÊNDICE A

Resumo da Análise de variância para os parâmetros físico-químicos da calda de pulverização

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Sólidos Totais	pH	Condutividade Elétrica	Sólidos Totais Dissolvidos	Turbidez
PRIMEIRA ÉPOCA						
ÁGUAS	3	11893623,51**	1.2671**	43853404.41**	130807,00**	13693283,43**
ASSOCIAÇÃO	4	1736046170,00**	0.0395**	539837205.32**	151985372,06**	232526048,85**
ÁGUA* ASSOCIAÇÃO	12	1472504,60**	0.2169**	2762730.14**	41361,54**	3917251,71**
RESÍDUO	60	279881,79	0,0043	20597,59	970,74	235,69
CV (%)		2,88	1,03	1,38	0,56	0,45
SEGUNDA ÉPOCA						
ÁGUAS	3	4159613,54**	8.3258**	815212.88**	21317138.59**	7299840.61**
ASSOCIAÇÃO	4	1596724220,00**	0.0703**	345361317.35**	233201648.28**	55807239.95**
ÁGUA* ASSOCIAÇÃO	12	1375688.66**	0.0392**	93885.91**	1338132.46**	1246175.11**
RESÍDUO	60	134293.95	0.0292	3978.87	9734.76	5410.61
CV (%)		2,10	3,34	0,76	1,44	3,81
TERCEIRA ÉPOCA						
ÁGUAS	3	41019273.88**	1.2063**	793897.31**	345820.97**	12545778.78**
ASSOCIAÇÃO	4	1774470410,00**	0.0466**	340634196.56**	148380310.45**	287217774.48**
ÁGUA* ASSOCIAÇÃO	12	6266446.71**	0.0927**	119354.39**	51990.95**	4155455.25**
RESÍDUO	60	191789.82	0.0265	7171.48	3123.89	13594.84
CV (%)		2,36	2,82	1,02	1,02	2,85

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE B

Resumo da Análise de variância para controle da *Urochloa ruziziensis* na primeira, segunda e terceira épocas de aplicação

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		7 DAA	14 DAA	21 DAA
PRIMEIRA ÉPOCA				
ÁGUAS	3	9.6406ns	0.0573ns	-
ASSOCIAÇÃO	3	0.0573ns	1.3906ns	-
ÁGUA*	9	2.4601ns	0.0989ns	-
ASSOCIAÇÃO				
BLOCO	3	2.6822ns	1.8906ns	-
RESÍDUO	45	12.2489	1.4906	-
CV (%)		3,83	1,25	-
SEGUNDA ÉPOCA				
ÁGUAS	3	10.8073ns	1.0416ns	3.8750ns
ASSOCIAÇÃO	3	6.6406ns	19.7916ns	20.5416ns
ÁGUA*	9	5.5989ns	11.8055ns	3.3333ns
ASSOCIAÇÃO				
BLOCO	3	35.8073ns	7.2916ns	21.3750ns
RESÍDUO	45	72.1962	50.0694	19.0305
CV (%)		25,00	8,81	4,72
TERCEIRA ÉPOCA				
ÁGUAS	3	4.6875ns	0.4166ns	-
ASSOCIAÇÃO	3	1.5625ns	4.9583ns	-
ÁGUA*	9	6.0764ns	1.5416ns	-
ASSOCIAÇÃO				
BLOCO	3	8.8541ns	5.8333ns	-
RESÍDUO	45	15.7986	2.5444	-
CV (%)		4,38	1,64	-

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE C

Resumo da Análise de variância para massa de 1000 grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) de milho e soja

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		Massa 1000 grãos	Produtividade
MILHO			
ÁGUAS	3	314.2708ns	137385.9583ns
ASSOCIAÇÃO	3	146.3541ns	68363.4166ns
ÁGUA*	9	204.6180ns	93079.7639ns
ASSOCIAÇÃO	9	204.6180ns	93079.7639ns
BLOCO	3	82.2291ns	36010.4166ns
RESÍDUO	45	302.3625	151233.6833
CV (%)		6,49	6,60
SOJA			
		Massa 1000 grãos	Produtividade
ÁGUAS	3	24.8958ns	24302.6041ns
ASSOCIAÇÃO	3	21.5625ns	14459.3541ns
ÁGUA*	9	29.7291ns	18887.7847ns
ASSOCIAÇÃO	9	29.7291ns	18887.7847ns
BLOCO	3	25.6041ns	13262.6041ns
RESÍDUO	45	22.9930	16905.2153
CV (%)		3,50	3,51

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.