

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

QUALIDADE DE ÁGUA E PERÍODOS DE
ARMAZENAMENTO DE CALDA HERBICIDA PARA
DESSECAÇÃO

Daniela Barbosa Marques

Engenheira Agrônoma

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Fevereiro de 2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

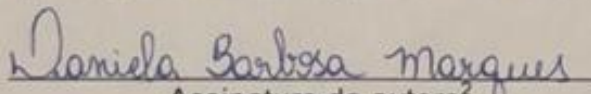
Nome completo do autor: DANIELA BARBOSA MARQUES

Título do trabalho: QUALIDADE DE ÁGUA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA HERBICIDA PARA DESSECAÇÃO

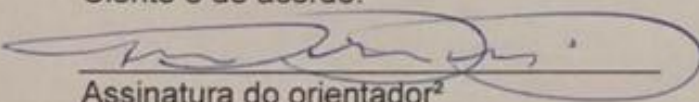
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura da autora²

Ciente e de acordo:


Assinatura do orientador²

Data: 05 /01/2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

QUALIDADE DE ÁGUA E PERÍODOS DE
ARMAZENAMENTO DE CALDA HERBICIDA PARA
DESSECAÇÃO

Daniela Barbosa Marques

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Timossi

Co-Orientador: Prof. Dr. Gildiberto Mendonça Oliveira

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Fevereiro de 2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

BARBOSA MARQUES, DANIELA
QUALIDADE DE ÁGUA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE
CALDA HERBICIDA PARA DESSECAÇÃO [manuscrito] / DANIELA
BARBOSA MARQUES. - 2019.
XLV, 45 f.

Orientador: Prof. Dr. PAULO CÉSAR TIMOSSI; co-orientador Dr.
GILDIBERTO MENDONÇA OLIVEIRA.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade
Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Jataí, Programa de Pós
Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, Jataí, 2019.

1. Cana-de-açúcar. 2. glyphosate. 3. renovação de canavial.
I. CÉSAR TIMOSSI, PAULO, orient. II. Título.

CDU 631/635



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE DANIELA BARBOSA MARQUES. Ao décimo sétimo dia do mês de dezembro do ano de dois mil e dezoito (17/12/2018), às 08:00 horas, reuniu-se no auditório do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Regional Jataí da UFG, A Banca Examinadora, composta pelos Professores Doutores: Paulo César Timossi (Orientador), Cláudio Hideo Martins da Costa (Membro interno) e Dieimisson Paulo Almeida (membro externo), sob a presidência do primeiro, procederem na forma da resolução vigente a Defesa de Dissertação” da **DANIELA BARBOSA MARQUES**, discente do PPGA, curso de Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal. Prova oral versou sobre o tema de sua dissertação com o título: **“QUALIDADE DE ÁGUA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA HERBICIDA PARA DESSECAÇÃO”**. A sessão foi aberta pelo Presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Paulo César Timossi, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, entre 30 a 45 minutos procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo em vista a Resolução nº.1143/2013 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia e procedidas às correções recomendadas. A Comissão Examinadora emitiu seu parecer sobre a defesa realizada pelo discente, considerando-o: **APROVADA** () **REPROVADA** por unanimidade, a “Defesa de Dissertação” para fins da obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA pela Universidade Federal de Goiás. Lembrando que o encerramento deste processo avaliativo se dará após a entrega da versão definitiva da dissertação com as devidas correções sugeridas pela Banca Examinadora, bem como a entrega do artigo científico ou comprovante de submissão do mesmo em periódico nacional e, ou, internacional, depois de procedidas as modificações sugeridas em detrimento da autorização do Professor Orientador. Cumpridas as formalidades de pauta, às 11:00 horas, o Prof. Dr. Paulo César Timossi, Presidente da Banca Examinadora encerrou a sessão, e para constar, lavrou-se a ATA, assinada em três vias de igual teor.

Prof. Dr. Paulo César Timossi
Presidente da Banca

Prof. Dr. Cláudio Hideo Martins da Costa
Membro Interno da Banca

Prof. Dr. Dieimisson Paulo Almeida
Membro Externo da Banca

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANIELA BARBOSA MARQUES – nasceu em 24 de junho de 1992 em Goiânia – Goiás. Em 2010 ingressou na Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí no curso de Agronomia, onde em 2015 obteve o título de Bacharel em Agronomia. Em março de 2015 foi contratada pela multinacional Dow AgroSciences, atualmente Corteva Agriscience, na qual foi promotora de vendas por 21 meses. Em agosto de 2016 ingressou no Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA), na Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí na área de Produção Vegetal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter colocado pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais certamente eu não teria dado conta.

A minha mãe Claudia, minha avó Ivany e meu tio Júlio meu eterno agradecimento. Vocês sempre acreditaram em minha capacidade e me acharam a melhor de todas, mesmo não sendo. Isso só me fortaleceu e me fez tentar e mais ainda não desistir de tudo. Obrigada pelo amor incondicional.

A meu querido esposo, Felipe, por ser tão importante na minha vida. Sempre me apoiando e me fazendo acreditar que sou capaz. Obrigada pela ajuda na montagem dos experimentos e mais ainda com todas as dificuldades que tive que enfrentar para conseguir montar e acompanhar os experimentos, sem sua ajuda não teria conseguido. Te amo.

A minhas amigas Pilar, Tassia Tuane e Bruna por terem me ajudado não só com a dissertação, mas principalmente psicologicamente. Vocês se tornaram verdadeiras amigas, e que tornaram mais leve o meu trabalho.

A Usina Raízen – Unidade Jataí, especialmente ao Igor Brandão e ao Daniel Costa, que me proporcionou a oportunidade de montar o experimento em sua área, me deu todo apoio necessário para realização da pesquisa.

Ao meu orientador Paulo Cesar Timossi e meu co-orientador Gildiberto Mendonça, por ter dado a oportunidade da realização da pesquisa, e a todos integrantes do Laboratório de Plantas Daninhas.

A CAPES pelo apoio financeiro. E ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí pela oportunidade de realização de um sonho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	2
2.2 HERBICIDA GLYPHOSATE.....	4
2.3 QUALIDADE DA ÁGUA PARA APLICAÇÃO.....	5
2.3.1 POTENCIAL HIDROGENIONICO (pH).....	6
2.3.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE).....	6
2.3.3 DUREZA DA ÁGUA.....	7
2.3.4 FERRO.....	8
2.3.5 ALCALINIDADE.....	9
2.3.6 CLORETO.....	9
2.3.7 MATERIA ORGÂNICA DISSOLVIDA.....	10
2.4 ARMAZENAMENTO DE CALDA.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 COLETA E ANÁLISES DAS ÁGUAS.....	12
3.2 PREPARO E ARMAZENAMENTO DAS CALDAS.....	15
3.3 APLICAÇÃO DA CALDA HERBICIDA E AVALIAÇÕES.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 QUALIDADE DA ÁGUA.....	19
4.2 EXPERIMENTO EM CAMPO.....	22
5. CONCLUSÃO.....	28
6. IMPLICAÇÕES.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

QUALIDADE DE ÁGUA E PERIODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA HERBICIDA PARA DESSECAÇÃO

RESUMO: Estudos relacionados com a tecnologia de aplicação de herbicidas podem gerar informações que venham contribuir com a economia de recursos financeiros associados às boas práticas agrícolas. A qualidade da água e as características físico-químicas da mesma são fatores importantes a serem considerados, pois sua qualidade impacta diretamente na eficiência dos produtos fitossanitários. Dessa forma, objetivou-se com a pesquisa estudar a influência do tempo de armazenamento de calda, realizada em três pontos de coletas no município de Jataí – GO, sobre a eficácia do herbicida glyphosate na dessecação de cana-de-açúcar. As águas foram coletadas em dois anos, porém na mesma estação (2017 e 2018) e nos mesmos locais. Todas as amostras de água, foram submetidas às análises físico-químicas, avaliou-se os níveis de alcalinidade, teor de cloreto e de ferro, condutividade elétrica, pH e dureza das amostras. Para o experimento de campo o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial 3 x 4 com uma parcela adicional (testemunha), e cinco repetições. O primeiro fator é composto pela água coletada nos três pontos de captação adotados pela Usina Raízen e o segundo fator foi composto por quatro períodos de armazenamento de calda (12, 8, 4, 0 dias). Foram feitas quatro avaliações, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando necessário seguido de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%. A partir dos resultados obtidos conclui-se que as águas coletadas nos três pontos de captação apresentam características físico-químicas distintas entre si. Em ambos os experimentos observou-se que a eficácia de controle de soqueiras de cana-de-açúcar é pouco influenciada pelos períodos de armazenamento de caldas herbicidas com glyphosate e que as águas oriundas dos 3 pontos de captação também apresentaram pouca ou nenhuma influência sobre a eficácia de controle das touceiras de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, glyphosate, renovação de canavial.

WATER QUALITY AND HERBICIDAL CALCULATION STORAGE PERIODS FOR DESSECCATION

ABSTRACT: Studies related to herbicide application technology can generate information that will contribute to the savings of financial resources associated with good agricultural practices. The quality of water and the physicochemical characteristics of the same are important factors to be considered, because its quality influences directly on the efficiency of phytosanitary products. Thus, the objective of this research was to study the influence of the time of storage of syrup, carried out in three points of collection in the municipality of Jataí-GO, on the efficacy of the herbicide glyphosate in the desiccation of sugarcane. The waters were collected in two years, but at the same station (2017 and 2018) and in the same places. All water samples were subjected to physicochemical analyses, the levels of alkalinity, chloride and iron content, electrical conductivity, PH and hardness of the samples were evaluated. For the field experiment, the experimental design used was randomized blocks, in a 3 x 4 factorial scheme with an additional portion (control), and five replications. The first factor is composed of the water collected in the three points of uptake adopted by the Raízen plant and the second factor consisted of four storage periods of syrup (12, 8, 4, 0 days). Four assessments were made at 15, 30, 45 and 60 days after application. The data were subjected to analysis of variance, and when necessary followed by comparison of averages by the Tukey test at 5%. From the results obtained, it is concluded that the waters collected in the three points of uptake present different physicochemical characteristics. In both experiments, it was observed that the efficacy of control of sugarcane knuckles is little influenced by the storage periods of herbicides with glyphosate and that the waters from the 3 points of uptake presented little or No influence on the efficacy of control of sugar cane caps.

Key words: Sugarcane, glyphosate, cane field renewal.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, tendo grande importância para o agronegócio brasileiro. O aumento da demanda mundial por etanol, oriundo de fontes renováveis, aliado às grandes áreas cultiváveis e condições edafoclimáticas favoráveis à cana-de-açúcar, tornam o Brasil um país promissor para a exportação (CONAB, 2018).

A área a ser colhida no Brasil de cana-de-açúcar destinada à atividade sucroenergética, na safra 2018/19, deverá atingir 8.6 mil hectares, representando uma redução de 0,8% em relação ao ocorrido na safra passada (CONAB, 2018).

O açúcar brasileiro é responsável por participação acima de 30% no mercado internacional, além da alta geração do álcool para consumo interno e externo. Ainda tem a cogeração de energia através da queima do bagaço de cana, podendo aproveitar as oportunidades criadas no Protocolo de Kyoto, com o mercado de carbono (SILVA et al., 2012).

Após o plantio, a lavoura de cana-de-açúcar permite, em média, de três a seis safras lucrativas, dependendo de vários fatores como: cultivar, manejo de solo e de água e clima. Após a última colheita econômica, a soca é destruída através de processos mecânicos, químicos ou com uma combinação de ambos. A destruição química é mais prática e causa menos impacto na estrutura e qualidade do solo devido a menor perturbação do solo. O glyphosate é o herbicida mais utilizado na erradicação química das soqueiras.

Dessa forma, objetivou-se com a pesquisa estudar a influência do tempo de armazenamento de calda, realizada com três fontes de água, coletadas em pontos de captação distintos no município de Jataí – GO, sobre a eficácia do herbicida glyphosate na dessecação de cana-de-açúcar. As águas foram coletadas em dois anos, porém na mesma estação (2017 e 2018) e nos mesmos locais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é originária do sudeste asiático, na região de Nova Guiné e Ásia (TERRAMOTO, 2003). É uma planta alógama, da família Poaceae pertencente a classe monocotiledônea, e ao Gênero *Saccharum* (MONTE, 2004). As principais espécies deste gênero são: *Saccharum officinarum* L., *S. spontaneum*, *S. sinensis*, *S. barbieri*, *S. robustum*, sendo a cana-de-açúcar cultivada um híbrido multiespecífico, recebendo a designação *Saccharum* spp. (FRANÇA & JASINSKI, 2007).

É uma cultura de grande importância econômica no mundo, cultivada principalmente como matéria prima para produção de açúcar, álcool e atualmente também para cogeração de energia. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, destacando-se o estado de São Paulo como o maior produtor nacional (WACLAWOVSKY et al., 2010). Em Goiás, segundo produtor nacional, as áreas de expansão para a cultura estão a cada safra se tornando mais escassas, principalmente aquelas próximas às usinas de esmagamento. No entanto, nas áreas onde se observa a renovação, essa prática está sendo realizada com a utilização de novas variedades mais produtivas. A área colhida deve ser bem próxima à safra passada, estimada em 917,1 mil hectares (CONAB, 2018).

A cana-de-açúcar possui metabolismo fotossintético C4, ou seja, é considerada altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química e chega a acumular o dobro de biomassa que uma planta C3, como a soja (ALENCAR, 2012). O comportamento vegetativo da cana-de-açúcar é altamente dependente de fatores climáticos, sendo que as variações na disponibilidade térmica, pluviosidade, intensidade de luz exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico da cultura afetando sua produtividade (LIU et al., 1991; SMIT & SINGELS, 2006; UEHARA et al., 2009). A deficiência hídrica, além de temperaturas extremas e baixa radiação solar são algumas das principais limitações ao seu desenvolvimento (SMIT & SINGELS, 2006; MCCORMICK et al., 1990; HEERDEN et al., 2011).

A cana-de-açúcar é uma cultura semiperene e expressa um bom desenvolvimento em solos onde há boa aeração e drenagem, o que exige solos com profundidade superior a um metro. O desenvolvimento da cana ocorre em dois ciclos. O primeiro ciclo da cultura é chamado de cana-planta, ou seja, quando a cultura ainda

não teve o primeiro corte e o segundo é a partir da primeira colheita, chamado de cana soca. O período da cana-planta pode ser de 12 ou 18 meses (CONAB, 2014).

Após o primeiro corte encerra-se o ciclo da cana-planta e se inicia o ciclo da cana-soca. Neste ciclo o período passa a ser de 12 meses para todas as variedades. A cultura tem como característica ser semi perene porque permite vários cortes, sem a necessidade de replantio, porém a cada safra é necessária a aplicação de insumos agrícolas de forma que a cultura continue com patamares de produtividade vantajosos (CONAB, 2014).

Com o decorrer das safras torna-se necessário a reforma dos canaviais, devido a fatores genéticos, fitossanitários e edafoclimáticos, para manter elevada a média de produtividade agrícola de uma usina (SOARES et al., 2011). Esta reforma é realizada em média após o quinto corte, porém encontra-se relatos de reformas após o segundo corte, como também após o decimo corte. Sendo assim a reforma seguirá critérios da usina, ou produtor, tendo como base uma produtividade média da área menor do que 60 t ha^{-1} .

Na maior parte das usinas e produtores, as áreas de reforma ainda permanecem em pousio durante o período entre a colheita da cana-de-açúcar e a implantação do novo canavial. Entretanto, visando otimizar o uso da terra no intervalo entre plantios de cana-de-açúcar, algumas culturas podem ser utilizadas em rotação, o que, além de incrementar a fertilidade do solo, gera renda numa época em que a terra não está sendo utilizada (CHIARADIA et al. 2009).

Com objetivo movimentar o mínimo possível o solo, reduzindo drasticamente suas perdas por erosão na época de reforma dos canaviais, e manter uma camada de cobertura morta, que contribua para a melhoria de suas condições físico-químicas, adota-se a técnica de destruir quimicamente a soqueira, deixando toda a palha sobre o solo, e realizar o plantio apenas com sulcos nas entrelinhas ou na linha da soqueira anterior (SILVA et al. 2006).

A destruição química das soqueiras é feita com aplicação de um herbicida. Existem vários herbicidas que podem ser utilizados, porém o glyphosate é um dos mais conhecidos e usados, pois é um herbicida sistêmico, de ação não seletiva que provoca a morte de plantas anuais e perenes (KRUSE et al. 2000), de forma mecânica, com uso de arados que farão um revolvimento no solo e nas touceiras, ou ainda uma combinação entre ambos.

2.2. HERBICIDA GLYPHOSATE

A indústria Cilag/ciba, da Suíça, foi a responsável pela criação da molécula do herbicida glyphosate em 1950, num processo de seleção de compostos quelatizantes para tintas. Na década de 70, a Monsanto descobriu propriedades herbicidas do glyphosate. O glyphosate [N-(phosphonomethyl) glycine] é um herbicida não seletivo de aplicação em pós-emergência, com alta solubilidade em água (15.700 mg L^{-1} a 25°C e pH 7 (ácido)) (AMARANTE JÚNIOR et al., 2002; ALMEIDA & RODRIGUES, 2011). Possui densidade de $1,74 \text{ g ml}^{-1}$ (ácido), e pressão de vapor $2,45 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}$ (45°C) (ácido). No ano de 1974, começaram as comercializações da primeira marca comercial a base de glyphosate. Já nos anos 90 existiam mais de 90 marcas comerciais com esse ingrediente ativo (FRANZ et al., 1997; HEAP, 1997).

Glyphosate é indicado no controle de plantas daninhas anuais e perenes, das classes monocotiledôneas e dicotiledôneas, em culturas, tais como, arroz irrigado, cana-de-açúcar, café, citros, maçã, milho, pastagens, soja (plantio direto ou indireto), fumo, uva e soqueira em cana-de-açúcar, entre outras (AMARANTE JÚNIOR, et al., 2002).

A absorção nas plantas ocorre via foliar através da cutícula. A translocação é principalmente via simplasto, tanto para as folhas e meristemas aéreos como para os subterrâneos (ALMEIDA & RODRIGUES, 2011).

Através da inibição da enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintetase (EPSPS) o glyphosate causa senescência nas plantas. Essa enzima é responsável por sintetizar os aminoácidos aromáticos: tirosina, triptofano e fenilalanina (ROSO & VIDAL, 2010). Uma das consequências é a elevação dos níveis de amônia fitotóxica, bem como de glutamina e glutamato, e faz com que não haja a síntese de alguns aminoácidos aromáticos, e de compostos secundários como algumas vitaminas e hormônios. Provocando assim um amarelecimento progressivo das folhas, murchamento e posteriormente necrose e morte das plantas. Dependendo da espécie e idade das plantas demora entre 4 a 20 dias (ALMEIDA & RODRIGUES, 2011)

A molécula do glyphosate é fortemente adsorvida aos coloides do solo, e muito pouco lixiviável, Koc médio é de 24.000 mL g^{-1} . Não possui fotodegradação e volatilização significativa, a degradação principal no solo é microbiana, e possui persistência média no solo de 47 dias segundo Almeida & Rodrigues (2011).

Para a aplicação do glyphosate deve-se atentar à qualidade da água, pois esta pode influenciar, de forma negativa, a eficiência biológica dos herbicidas, reduzindo sua meia-vida, pois podem ser adsorvidos aos colóides orgânicos e inorgânicos, devido à presença do ácido fosfônico na molécula (SPRANKLE et al., 1975; DUKE et al., 2003).

2.3. QUALIDADE DA ÁGUA PARA APLICAÇÃO

Apesar da indústria química conseguir desenvolver herbicidas modernos, com características avançadas e que permite a diminuição do custo, enquanto mantem o nível de controle das plantas daninhas eficiente, ainda existem muitos fatores a serem esclarecidos que podem afetar negativamente o desempenho dos herbicidas. A qualidade química da água (teor de sais, matéria orgânica e pH) utilizada como veículo na pulverização do produto é uma característica que pode afetar a eficiência de determinadas moléculas de herbicidas, podendo acelerar a degradação de algumas destas moléculas dependendo do pH ou até mesmo reduzir a meia-vida do produto (VARGAS & ROMAN, 2006).

A utilização de água de boa qualidade é extremamente importante para aumentar a eficiência da pulverização agrícola, já que pode impactar a qualidade dos produtos que a utilizam como insumo. Essa característica pode ser abordada sob dois aspectos: a qualidade química da água (pH, dureza e íons dissolvidos) e a qualidade física (presença de argila e de matéria orgânica) (THEISEN & RUEDELL, 2004).

A presença de elementos minerais na água é um dos responsáveis pela variabilidade da eficácia na aplicação de produtos na agricultura (QUEIROZ et al., 2008). Argila e compostos orgânicos em suspensão na água podem adsorver herbicidas e reduzir-lhes a atividade. Certos teores de substâncias solúveis são dissociados em íons em solução. Com a dissociação, há uma combinação dos íons livres com os presentes na solução. Podem-se tomar como exemplo, íons do ingrediente ativo do herbicida 2,4-D, estes podem se associar aos íons de Ca e Mg provocando a decantação de partículas e formando precipitados no fundo do tanque, podendo obstruir filtros e bicos. Este dano pode causar a redução do ingrediente ativo disponível podendo ocorrer a ineficiência do produto ou até mesmo a fitotoxicidade na cultura (NALEWAJA & MATYSIAK, 1992; STUMM & MORGAN, 1996; COUTINHO et al., 2005).

A qualidade da água pode influenciar, de forma negativa, a eficiência biológica dos herbicidas, reduzindo sua meia-vida, como a do glyphosate, pois são adsorvidos aos colóides orgânicos e inorgânicos, devido à presença do ácido fosfônico na molécula (SPRANKLE et al., 1975b; DUKE, 1988; BELTRAN et al., 2000), ou no caso das atrazinas, devido aos substituintes do anel aromático (WEBER, 1970).

Temos que a qualidade física da água é de extrema importância, principalmente no que se refere à quantidade de sedimentos em suspensão. Sedimentos como argila e matéria orgânica, além de obstruírem filtros e pontas, reduzindo a capacidade operacional dos pulverizadores, reduzem a vida útil dos equipamentos (bombas, pontas e outros componentes do pulverizador), sendo que também podem se associar aos produtos químicos adicionados ao tanque, inativando-os ou reduzindo sua eficiência (QUEIROZ et al., 2008).

2.3.1. POTENCIAL HIDROGENIONICO (pH)

O potencial hidrogeniônico é utilizado para expressar condições ácidas ou básicas de uma determinada concentração. O consumo e/ou a produção de dióxido de carbono são os fatores que afetam a variação do potencial hidrogeniônico, uma vez que há a produção de ácidos orgânicos fracos pelos organismos fotossintetizantes e pelos fenômenos de respiração. As áreas que recebem precipitações, os esgotos e a água do lençol freático, são diretamente proporcionais ao potencial hidrogeniônico, sendo que, quanto mais ácido for o solo da bacia, conseqüentemente, mais ácidas também serão as águas deste corpo (BAIRD, 2004).

Quanto à acidez da água, há trabalhos que mostram que alguns herbicidas têm sua eficiência elevada na planta com a redução do pH da água (valores próximos a 4,0). Em pH mais baixo, a taxa de hidrólise é retardada, mantendo a folha úmida por um maior tempo, pois a superfície das folhas tem um pH neutro, havendo uma interação com o pH da calda (QUEIROZ et al., 2008).

2.3.2. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

A condutividade elétrica indica a transmissão da corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo, por conseqüência, diretamente proporcional à concentração iônica. Este parâmetro

pode ser utilizado para avaliar quantitativamente sais na água uma vez que está relacionada com a quantidade de sólidos dissolvidos totais (MACHADO, 2006).

A condutividade elétrica se refere à capacidade que uma solução aquosa possui em conduzir corrente elétrica. Esta capacidade depende basicamente da presença de íons, da concentração total, mobilidade, valência, concentrações relativas e medidas de temperatura. Soluções da maior parte dos ácidos, bases e sais inorgânicos são relativamente boas condutoras. Já as moléculas de compostos orgânicos que não dissociam em solução aquosa, em sua maioria, conduzem pouca corrente elétrica. A condutividade é medida por condutímetro e é expressa em $\mu\text{S cm}^{-1}$ ou mS cm^{-1} . As aplicações práticas para a tomada da medida da condutividade são: indicação do grau de mineralização da água e indicação rápida de variações nas concentrações de minerais dissolvidos (CLESCERI et al., 1998).

2.3.3. DUREZA DA ÁGUA

A água pode ser classificada quanto a sua dureza de acordo com os teores de sais dissolvidos em água mole, média ou dura. A água dura ou água salobra é aquela com teores elevados de sais minerais dissolvidos. A dureza da água está relacionada aos teores de bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Na maioria dos casos a dureza quase sempre está relacionada ao teor de cálcio na forma de carbonato de cálcio (CaCO_3), sendo conhecida como dureza cálcica (FARIAS et al., 2014). Na tabela 1, têm-se as formas de classificação da água quanto à dureza.

Tabela 1. Formas de classificação de dureza da água.

Classe	mm L⁻¹ de CaCO³	Graus de Dureza (°d)
Muito Branda	< 71,2	< 4
Branda	71,2 – 142,4	4 – 8
Semi Dura	142,4 – 320,4	8 – 18
Dura	320,4 – 534,0	18 – 30
Muito Dura	> 534,0	> 30

Fonte: Conceição, 2003.

A dureza de uma água pode ser permanente (não carbonatada) e temporária (carbonatada). A dureza temporária ou carbonatada é aquela que ocorre quando há precipitação do carbonato de cálcio e/ou carbonato de magnésio causado pela presença de íons de cálcio e magnésio e também quando a dureza equivale à alcalinidade total. A combinação dos íons de magnésio e cálcio com íons sulfatos, cloretos e nitratos não sofre decomposição por aquecimento, sendo conhecida como dureza permanente ou não carbonatada (GRAY, 2008).

A água dura (rica em Ca^{++} e Mg^{++} , principalmente) também interfere na eficácia de alguns herbicidas das seguintes maneiras: 1) muitas formulações têm surfatantes aniônicos, que contêm Na^+ e K^+ , e, quando o herbicida entra em contato com água dura, Na^+ e K^+ podem ser substituídos por Ca^{++} e Mg^{++} , com a consequente formação de compostos insolúveis; e 2) herbicidas à base de ácido ou de sal dissolvidos em água dura podem dar origem a compostos insolúveis (KISSMANN, 1997).

2.3.4. FERRO

O ferro pode ser encontrado em águas naturais, podendo apresentar-se no estado ferroso (Fe^{+2}) formando compostos solúveis. Em ambientes oxidantes o Fe^{2+} passa para Fe^{+3} , dando origem ao hidróxido férrico, que é insolúvel e se precipita, tingindo fortemente a água. Sob as condições anaeróbicas das águas mais profundas, a forma ferrosa fica favorecida podendo haver diversos ppm (mg L^{-1}) de ferro dissolvido na água, enquanto que sua concentração em águas superficiais raramente excede $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ (SIOLI, 1960).

O ferro é um componente indesejável nas águas para abastecimento humano ou industrial, porque o hidróxido férrico pode formar depósitos e incrustações nos encanamentos de distribuição, interferir nos processos de tratamento, ou causar problemas diretamente na utilização da água, tais como: coloração indesejável, sabor metálico, manchas em produtos têxteis dentre outros (FREITAS, 2000).

Nas águas de superfície, o ferro apresenta-se na forma férrica e, em água bem aerada, raramente a concentração de ferro apresenta-se alta. Porém, em condições redutoras, com pouco oxigênio disponível, como é o caso nas águas subterrâneas, lagos ou represamentos e, na ausência de sulfetos e carbonatos, pode-se encontrar concentrações elevadas de ferroso solúvel (FREITAS, 2000).

2.3.5. ALCALINIDADE

A alcalinidade é a capacidade que a água possui de neutralizar ácidos, isto é, a quantidade de substâncias na água que atuam como tampão (CLESCERI et al, 1998). É, normalmente, função dos carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos contidos na água e é tido como indicador da concentração destes constituintes (VON SPERLING, 2005).

A alcalinidade total refere-se à soma das cargas negativas equivalentes dos ânions HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2BO_3 , somada ao excesso dos íons OH^- sobre os íons H^+ . Em águas superficiais a alcalinidade pode ser proveniente à presença de grandes quantidades de algas, pois removem o dióxido de carbono da água, elevando seu pH. Águas de caldeira e águas tratadas quimicamente apresentam alcalinidade devida a hidróxidos e carbonatos (MACEDO, 2008).

Os três tipos de alcalinidade possíveis de serem encontrados em uma água natural são: alcalinidade a hidróxido (OH^-), a carbonato (CO_3) e a bicarbonato (HCO_3^-). Sendo que, devido ao equilíbrio químico, dois tipos de alcalinidade podem estar presentes simultaneamente em uma amostra. (MACEDO, 2008; PEREIRA, 2015).

2.3.6. CLORETO

O cloreto é um dos principais ânions inorgânicos presentes na água e sua concentração é maior em águas residuais do que em água bruta, pois o cloreto de sódio (NaCl) é um sal comumente utilizado na dieta humana e passa inalterado através do sistema digestivo (CLESCERI et al, 1998).

Os cloretos ocorrem normalmente nas águas naturais em quantidades muito variáveis. Sua presença torna-se objetável quando acima de 250 mg L^{-1} . Em águas residuais que contêm esgotos sanitários, as concentrações ultrapassam 15 mg Cl L^{-1} (CETESB, 2001). Geralmente, está presente em águas brutas na forma de cloreto de sódio, cálcio ou magnésio. A concentração de cloreto depende das condições químicas, pode ser provenientes de depósitos minerais, vapores oceânicos levados pelo vento, invasão das águas salgadas, poluição por matéria fecal, despejos industriais, etc. (FREITAS, 2000).

2.3.7. MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA

A matéria orgânica dissolvida (MOD) no volume de água constitui-se de um conjunto de substâncias provenientes da excreção, secreção e de processos intermediários da decomposição de organismos terrestres e aquáticos (WETZEL, 1983). Inclui principalmente proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, resinas e compostos genericamente conhecidos como compostos húmicos, em concentrações que dependem da origem, das condições físicas do meio aquático, da bacia de drenagem e dos organismos decompositores (BIANCHINI JUNIOR, 1985).

A MOD pode interagir com a biota da seguinte maneira: 1) como fonte de energia ou carbono orgânico para algas e bactérias; 2) como fator acessório de crescimento, fornecendo vitaminas, por exemplo; 3) exercendo efeitos tóxicos em larvas e algas; 4) formando complexos orgânicos com elementos traço ou com poluentes sintéticos, de efeitos benéficos ou não; 5) reduzindo a radiação eletromagnética (REM) no meio aquático, prejudicando os organismos que dela necessitam (WITTE et al., 1982; WETZEL, 1983), entre outras.

A consequência mais facilmente observável da MOD é a alteração da aparência da água, tornando-a mais escura. Embora esta coloração seja atribuída aos compostos húmicos, não pode ser descartada a influência de complexos organometálicos de íons férricos ou mangânicos (OADES, 1982; WETZEL, 1983).

2.4. ARMAZENAMENTO DE CALDA

Um fator importante a ser considerado no momento de preparo e aplicação de caldas herbicidas são as condições climatológicas (SPADOTTO, 2002; SPADOTTO, 2006). É sabido que determinadas condições prejudicam ou até mesmo impedem a aplicação desses produtos. Condições meteorológicas desfavoráveis, como o excesso de chuvas, podem resultar na necessidade de armazenamento de caldas prontas.

No entanto, os estudos sobre o efeito do armazenamento de calda herbicida pronta são escassos. Bronstad e Friestad (1985) afirmam que o glyphosate puro é estável por vários anos a temperatura ambiente e quando dissolvido em água destilada ou em ácido clorídrico a 1 N. Bowmer et al. (1986) verificaram que apenas

uma pequena parte do herbicida glyphosate foi adsorvida pelos sólidos presentes na água turva de irrigação.

O desconhecimento de informações sobre a degradação da calda armazenada faz com que alguns agricultores, por medo de um resultado negativo, aumentem o volume de aplicação ou até descartem a calda, após 24 ou 48 horas de armazenamento. Torna-se, portanto, importante a determinação de períodos de tempo pelos quais as caldas de herbicidas possam ser armazenadas, sem que haja prejuízo à eficácia dos mesmos e, conseqüentemente, sem resultar em prejuízos ao agricultor (RAMOS & DURIGAN, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi subdividido em três partes, sendo elas: a coleta das águas e análise, o preparo e armazenamento da calda e a aplicação da calda para dessecação e as avaliações. O experimento foi realizado em dois anos consecutivos, 2017 e 2018, com as mesmas fontes de água, porém em locais de dessecação da cana-de-açúcar distintos.

3.1. COLETA E ANÁLISES DAS ÁGUAS

As amostras de água foram coletadas em três locais distintos: Marino, Russo e Jatobá, representados na figura 1. As coordenadas dos pontos amostrais são apresentadas no quadro 1, juntamente com suas denominações.

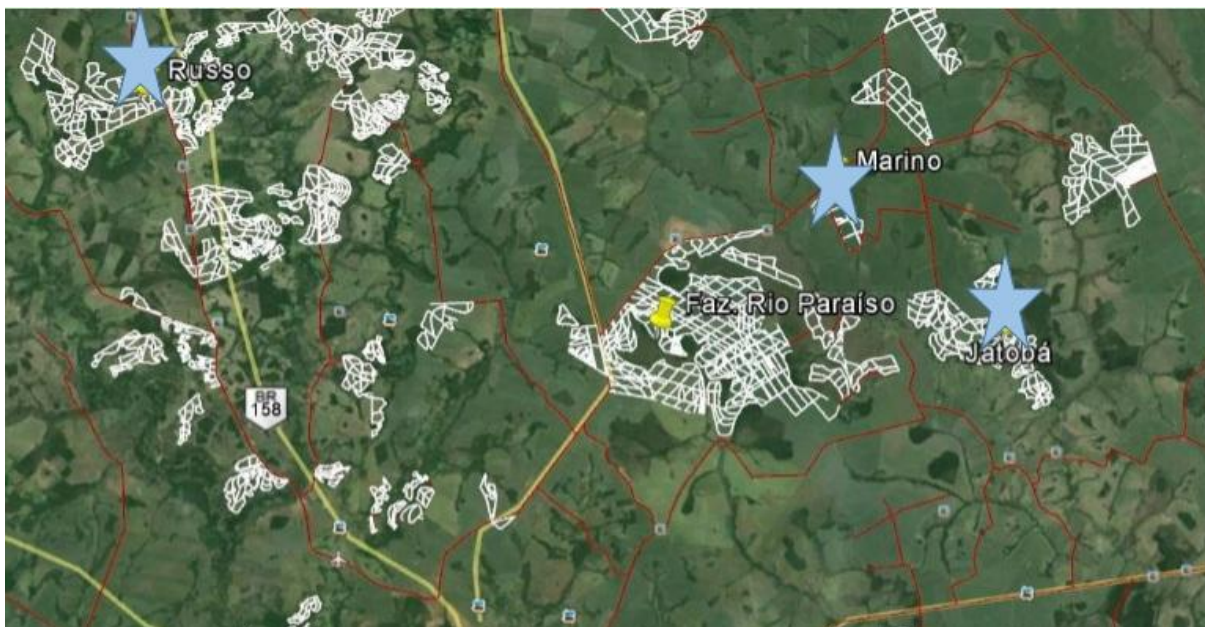


Figura 1. Locais dos pontos de coleta de água (Russo, Marino e Jatobá) nos anos de 2017 e 2018. **Fonte:** Google Earth.

Quadro 1. Coordenadas e denominações dos pontos coletados, no município de Jataí – Goiás.

Ponto Amostral	Denominação	Latitude	Longitude
Marino	Ponto 1	17°40'48" S	51°33'35" W
Russo	Ponto 2	17°38'35" S	51°51'22" W
Jatobá	Ponto 3	17°44'26" S	51°29'00" W

Fonte: Daniela Barbosa Marques

As coletas foram realizadas nos dias 19 de janeiro de 2017 e 19 de janeiro de 2018. Assim as amostras de água foram captadas no mesmo ponto, em ambos os anos. O recipiente utilizado para captação e armazenamento foram galões de plástico, com capacidade de 20 L, que após a coleta foram armazenadas em ambiente climatizado, até o momento da análise, e/ou utilização.

As amostras, separadas para análise, foram armazenadas em garrafas de água com capacidade de 2 litros e transportadas aos laboratórios para a realização das avaliações físico-químicas. As caracterizações físico-químicas das águas foram realizadas juntamente com a equipe do Laboratório de Química da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí e o Laboratório de Química da Usina Raízen – Unidade Jataí. Foram determinados a dureza da água, o pH, a matéria orgânica (MO), o teor de ferro (Fe), a condutividade elétrica (CE), o teor cloreto (Cl) e a alcalinidade.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com os três pontos de captação de água, e com cinco repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Foi realizado o teste de média de Tukey a 5% de probabilidade para comparar se houve diferença entre as médias de cada parâmetro analisados nos pontos amostrais.

O procedimento para quantificar a dureza da água foi feito transferindo 50 ml de cada amostra para um frasco tipo Erlenmeyer de 250 ml. Após a adição foi acrescido 1 ml da solução-tampão (pH 10) e pequena porção (3 gotas) do indicador negro de Eriocromo T. Em seguida foi então titulado com a solução de EDTA 0,01 M até que a coloração púrpura passasse para azul. Foram realizadas avaliações em cinco amostras de cada local.

O pH das amostras foi determinado de forma direta e simples, usando um pHmêtro devidamente calibrado. O procedimento consistiu em transferir para um Béquer uma quantidade suficiente de água (50 ml) para a imersão dos eletrodos do

aparelho. O pH foi determinado conforme as instruções do fabricante (MARCONI MODELO AT 355).

Para quantificar a matéria orgânica, misturou-se no Erlenmeyer, 200 ml de amostra com 10 ml de ácido sulfúrico. Este conteúdo foi aquecido rapidamente até quase à ebulição. Por meio de uma bureta, gotejou-se uma solução de permanganato de potássio $0,395 \text{ g L}^{-1}$ (cada ml desta solução contém $0,0001 \text{ g}$ de oxigênio aproveitável) até coloração avermelhada. A solução foi deixada sob fervura durante 10 minutos, então, retirou-se o Bunsen e adicionou-se por meio de outra bureta ácido oxálico a $0,7875 \text{ g L}^{-1}$ até descorar a solução. Acrescentou-se também o permanganato de potássio até obter coloração rosa-fraco, e anotou-se o volume gasto de permanganato de potássio e ácido oxálico.

A quantificação de ferro nas amostras foram feitas após agitar bem a amostra e transferir 50 ml para um Béquer de 250 ml, no qual foi adicionado também 4 ml de HCl a 50% (v/v) e 1 ml de solução de cloreto de hidroxilamônio a 10% (m/v). A solução foi fervida até que o volume se reduzisse a 20 ml. Após deixar esfriar a temperatura ambiente foi adicionado 5 ml da solução tampão de acetato e 2 ml de solução de fenantrolina. Transferiu-se para um balão volumétrico de 50 ml, lavando as paredes do Béquer e completando o volume com água destilada e deionizada. Após a homogeneização foi deixado em repouso por 10 minutos, para o completo desenvolvimento da cor. Logo em seguida foi medida a absorbância da amostra analisada no aparelho ANALYSER modelo 850 M.

As medidas da condutividade elétrica foram realizadas utilizando o equipamento da marca DIGIMED, com condutivímetro DM 3P.

O procedimento para quantificar os íons cloreto foi realizado pipetando 50 ml da amostra para uma cápsula de porcelana de 150 ml. Posteriormente foi adicionado 4 gotas do indicador cromato de potássio, e então titulado com a solução de nitrato de prata em Bureta de 10 ml até o aparecimento de uma coloração avermelhada.

A alcalinidade total foi feita, transferindo 50 ml da amostra para um frasco Erlenmeyer de 250 ml, no qual foi adicionado 2 gotas da solução indicadora de fenolftaleína; caso apareça cor, hidróxidos ou carbonatos estão presentes, e então é necessário titular esta solução, sob agitação constante, com solução padronizada a $0,005 \text{ M}$ de ácido sulfúrico ou $0,01 \text{ M}$ de ácido clorídrico até o desaparecimento da cor rósea. Anotado o volume gasto na bureta (alcalinidade referente a íons hidroxila livres) foi adicionado 2 gotas do indicador verde de bromocresol + vermelho de metila, à

solução incolor obtida, por fim então foi titulada com solução de ácido sulfúrico 0,005 M, até que houvesse a mudança da cor azul para verde, o volume total de ácido gasto (alcalinidade total) na bureta foi anotado. O cálculo de alcalinidade em mg L^{-1} é descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Cálculo de alcalinidade da água.

Resultado da titulação	Alcalinidade (em mg L^{-1} como CaCO_3)		
	Hidróxidos	Carbonatos	Bicarbonatos
$F = 0$	0	0	AT
$F < \frac{1}{2} \text{ AT}$	0	2 F	$\text{AT} - 2 \text{ F}$
$F = \frac{1}{2} \text{ AT}$	0	2 F	0
$F > \frac{1}{2} \text{ AT}$	$2 \text{ F} - \text{ AT}$	$2 (\text{AT} - \text{ F})$	0
$F = \text{ AT}$	AT	0	0

Fonte: Instituto Adolfo Lutz, 2008. F = alcalinidade fenolftaleína, AT = alcalinidade total

3.2. PREPARO E ARMAZENAMENTO DAS CALDAS

Após as águas coletadas, e devidamente armazenadas, deu início a preparação das caldas. Iniciou-se a preparação de acordo com o período em que estas ficariam armazenadas até a aplicação, começando com o preparo da calda que ficou armazenada por 12 dias, posteriormente a calda armazenada por 8 dias, seguido da calda que ficou armazenada por 4 dias, e finalmente a calda que foi preparada e já aplicada no mesmo dia (0 dias).

Esses armazenamentos da calda foram realizados, de modo que, as aplicações nos tratamentos ocorressem todas no mesmo dia.

A calda herbicida foi preparada utilizando as águas coletadas e o herbicida o glyphosate, da marca comercial Roundup® 480, na dose de 6 L ha^{-1} (2.160 de e.a.). Tanto o herbicida escolhido, quanto a dosagem foi baseado na recomendação e utilização da Usina Raízen – Unidade Jataí, para dessecação naquele período.

As caldas foram armazenadas em recipientes de metal e mantidas no Laboratório de Plantas Daninhas (LPD), em condições climáticas não controladas. Assim no dia de preparo da calda armazenada 0 dias, foram aplicadas todas as caldas anteriormente preparadas e armazenadas.

3.3. APLICAÇÃO DA CALDA HERBICIDA E AVALIAÇÕES

Foram instalados dois experimentos em campo para eliminação da soqueira de cana-de-açúcar.

Para a aplicação foi utilizado um pulverizador de pesquisa customizado e pressurizado com CO₂ (TIMOJET), munido com uma barra composta por dez bicos e pontas anti-deriva de jato triplo AD/T 110-02, espaçados por 0,5 m entre bicos e com pressão constante de 2 bar, e consumo de calda de 100 L ha⁻¹.

Cada parcela foi composta por 5 m x 10 m, totalizando 50 m² de área útil. Durante a aplicação foi registrada a temperatura, umidade relativa do ar, umidade do solo e velocidade do vento.

O experimento 1 (água coletada em janeiro de 2017) foi instalado no dia 12 de fevereiro de 2017, na fazenda Onça, situada no município de Jataí – GO, nas coordenadas S: 51°77'08,66" e W: 17°61'20,35". A aplicação se iniciou às 9:40 e foi finalizada às 12:00 h. A temperatura no momento da aplicação foi de 30,5 °C, com umidade relativa de 61%, velocidade do vento entre 6 e 7 km h⁻¹ e cobertura por nuvens de 65%.

O experimento 2 (água coletada em janeiro de 2018) foi instalado em 14 fevereiro de 2018, na fazenda Lageado, situada no município de Jataí – GO, nas coordenadas S: 17°52'09" e W: 51°34'38". A aplicação se iniciou às 13:40 e finalizou às 16:00. A temperatura no momento da aplicação foi de 34 °C, com umidade relativa de 55%, velocidade do vento entre 5 e 7 kmh⁻¹ e cobertura por nuvens de 50%.

A cultivar da cana-de-açúcar foi RB966928, nos dois experimentos. Vale ressaltar que para dessecação da cana-de-açúcar não há um estágio fenológico certo. O recomendado e adotado pela Usina Raízen, é que não haja formação de colmos e que as folhas estejam bem desenvolvidas.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com esquema fatorial 3 x 4 + 1 com cinco repetições. O primeiro fator foi composto por águas coletadas em diferentes pontos de captação adotados pela Usina Raízen – Unidade Jataí, no município de Jataí – GO, e o segundo fator foi composto por quatro períodos de armazenamento de calda herbicida (12, 8, 4 e 0 dias). O "+ 1" representa a testemunha, que foi usada para comparar com as parcelas que haviam recebido a aplicação do herbicida, ou seja, as testemunhas não receberam nenhuma aplicação de produto.

Foram realizadas quatro avaliações, aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida. Foram avaliações visuais da porcentagem de erradicação das touceiras da cana-de-açúcar por meio de escala percentual de notas, na qual 0% correspondeu a nenhuma injúria visível nas plantas e 100%, à morte das plantas (SBCPD, 2000).

Na Figura 2 e na Figura 3 estão apresentados os dados climáticos (precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima) de cada ano do experimento (2017 e 2018).

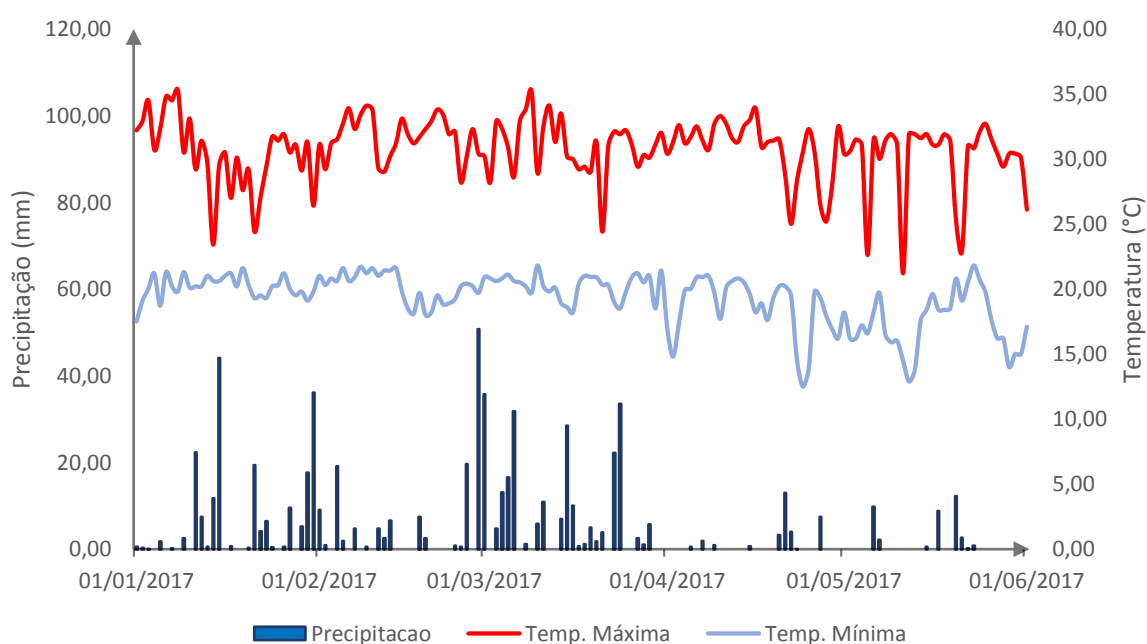


Figura 2. Dados pluviométricos (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) no ano de 2017. **Fonte:** INMET.

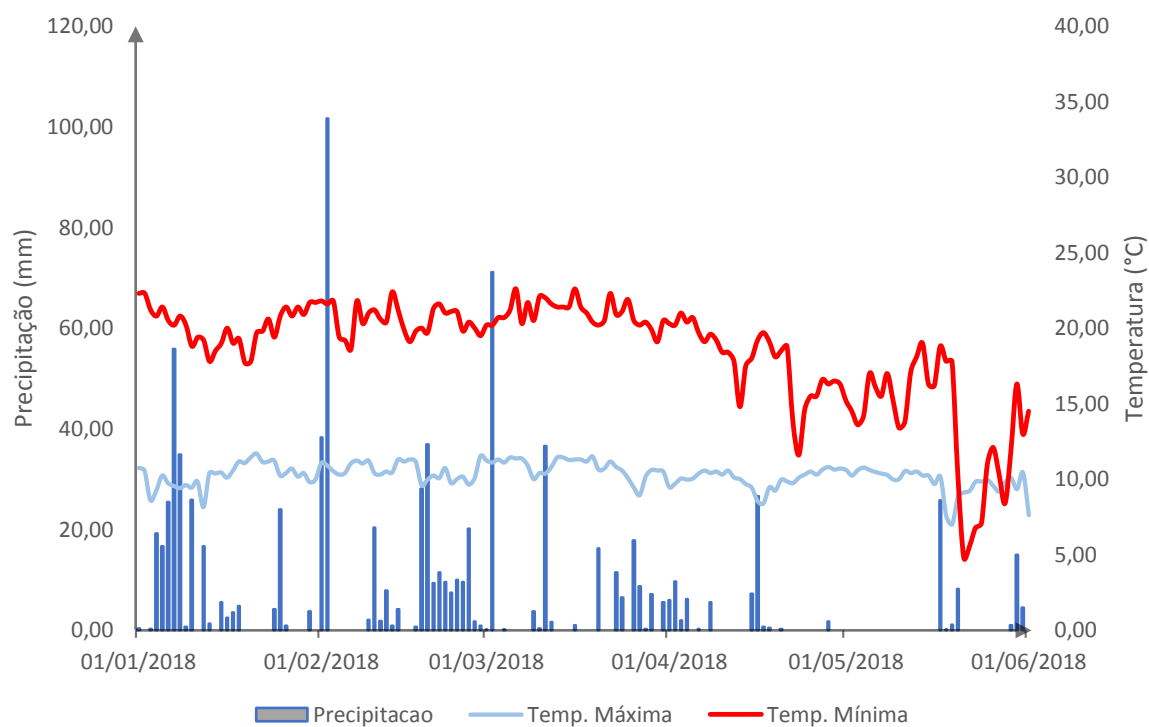


Figura 3. Dados pluviométricos (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) de janeiro à maio de 2018. **Fonte:** INMET.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando necessário seguido de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. QUALIDADE DA ÁGUA

As partir das análises de água feitas com as amostras dos pontos 1, 2 e 3, temos que: no primeiro ano (2017), as médias de dureza da água variaram entre 55,65 e 72,85 ppm, sendo que a água oriunda do ponto de captação 3 foi a que apresentou a maior média, significativamente diferente dos demais tratamentos (Tabela 3). Já no segundo ano, 2018, os níveis variaram entre 48,04 e 71,66 (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de P e médias das variáveis cloreto, dureza, teor de ferro e de matéria orgânica de águas coletadas em três pontos de captação diferentes nos dois experimento (2017 e 2018).

Ponto de Coleta	Dureza (ppm)		Cloreto		Ferro (mg L ⁻¹)		MO (mg O ² L ⁻¹) ^b	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	55,65 c	48,04 c	17,99 a	33,19 a	0,22 c	0,07 c	0,41 c	0,47 c
2	63,45 b	69,66 b	14,39 b	28,39 b	2,64 a	6,54 a	0,61 a	0,77 a
3	72,85 a	71,66 a	13,39 c	20,99 c	0,47 b	0,58 b	0,46 b	0,51 b
p- valor a	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05

^a Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

^b MO: teor de matéria orgânica

Em ambas as coletas, a água proveniente do ponto de captação 3 apresentou maior média, seguida pelas águas dos pontos 1 e 2. Níveis apropriados de dureza e pH são importantes para o desempenho esperado dos herbicidas (DEVKOTA et al., 2016). De acordo com Nalewaja & Matysiak (1991, 1992, 1993a, b) a eficácia do herbicida glyphosate é reduzida quando a calda foi preparada com água dura, principalmente pela formação de precipitados e menor probabilidade de atravessar a cutícula da folha.

A água dura (rica em Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺, principalmente) pode interferir na eficiência de alguns herbicidas das seguintes maneiras: algumas formulações têm surfactantes aniônicos, que contêm Na⁺ e K⁺ e quando o herbicida entra em contato com água dura, Na⁺ e K⁺ podem ser substituídos por Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺, e conseqüentemente formar compostos insolúveis, isso acontece com o herbicida 2,4-D; além disso, alguns herbicidas à base de ácido ou de sal dissolvidos em água dura também podem originar compostos insolúveis (KISSMANN, 1997), o que é o caso do glyphosate. E assim pelo

fato de todas as amostras de água, dos pontos 1, 2 e 3, ficarem na classificação como muito brandas ou brandas, não foram observados a ocorrência dessas interferências.

O herbicida glyphosate em sua formulação tradicional, ao ser acrescentado à água no tanque de pulverização, é dissociado em íons cátion e ânion, sendo sua resultante elétrica é determinada pelo pH da água. Assim, a carga iônica será de -1 quando o pH variar de 2,3 a 4, de -2 em pH de 4 a 8 e de -3 em pH de 8 a 12. O somatório de cargas indica a disposição do glyphosate em reagir com os cátions da água, sendo que do pH 8 a 12 a possibilidade de inativação do produto é muito elevada.

A qualidade da água utilizada no preparo de caldas herbicidas pode impactar diretamente na eficácia dessas moléculas (NALEWAJA & MATYSIAK, 1991; STAHLMAN & PHILLIPS, 1979). Vários trabalhos demonstram os efeitos negativos de características da água sobre o desempenho dos herbicidas no controle de plantas daninhas (BUHLER & BURNSIDE, 1983; GREEN & HALE, 2005; RAMSDALE et al., 2003).

Os teores de cloreto variaram entre 13,39 e 17,99 no primeiro ano e entre 20,99 e 33,19 no segundo ano, sendo que o ponto de captação 1 apresentou os maiores teores nos dois anos, diferindo significativamente dos demais pontos (Tabela 3).

Já os teores de ferro foram maiores na água captada no ponto 2 nos dois anos (Tabela 3). As médias de ferro variaram entre 0,22 mg L⁻¹ e 2,64 mg L⁻¹ no primeiro ano de coleta e entre 0,07 mg L⁻¹ e 6,54 mg L⁻¹ no segundo ano. Íons como Fe⁺³ e Al⁺³, por exemplo, podem reagir com os agrotóxicos reduzindo assim sua eficácia, no entanto, a interferência é influenciada pela tecnologia empregada na pulverização e não existe uma concentração alta ou baixa fixa para esses íons. Contudo de acordo com Queiroz et al. (2008) para uma mesma concentração, quanto menor for o volume de água utilizado por área para a distribuição de uma mesma dose de produtos fitossanitários, menor será a interferência destes sobre o princípio ativo.

Os maiores teores de matéria orgânica também foram observados na água captada no ponto 2, em ambos os anos de coleta (Tabela 3). Em 2017 a água do ponto 2 chegou a alcançar 0,61 mg O₂ L⁻¹, seguida pelas águas dos pontos 3 e 1, com 0,46 e 0,41 mg O₂ L⁻¹ respectivamente. No experimento de 2018 o mesmo comportamento foi observado, com a água do ponto 2 apresentando 0,77 mg O₂ L⁻¹, no ponto 3 com 0,51 mg O₂ L⁻¹ e no ponto 1 com 0,47 mg O₂ L⁻¹. A matéria orgânica, assim como a argila, presente nas águas podem obstruir filtros e pontas, e também

reduzir a vida útil dos equipamentos (bombas, pontas e outros componentes do pulverizador), sendo que também podem se associar aos produtos químicos adicionados ao tanque, inativando-os ou reduzindo sua eficácia, segundo Sprankle (1975). Na aplicação do experimento não obtivemos problemas de entupimento de pontas e bicos, e provavelmente, pelos baixos teores de matéria orgânica, pode não ter ocorrido a inativação do glyphosate.

O pH é um fator importante que pode influenciar a eficácia dos herbicidas. Este variou entre 5,64 e 6,43 em 2017 sendo que o mais alto foi observado no ponto 1 e o mais baixo na água coletada no ponto 2 (Tabela 4). Na coleta de 2018, a variação foi entre 6,05 e 7,06, no qual o ponto 1, igual em 2017, no qual apresentou maior valor de pH, seguido pelos pontos 3, 2 respectivamente (Tabela 4). Stahlman e Phillips (1979) observaram efeito negativo do pH mais alto na eficácia do glyphosate (pH maior que 10). Já Buhler & Burnside (1983) relataram um aumento na atividade desse herbicida pela adição de ácido. Esse efeito é resultado da protonação das porções carregadas negativamente na molécula de glyphosate. Além disso, em pH mais baixo, a taxa de hidrólise é retardada, o que mantém a folha úmida por um tempo maior, pois a superfície das folhas tem um pH neutro, fazendo com que haja, assim, uma interação com o pH da calda (RHEINHEIMER & SOUZA, 2000).

A eficácia de alguns herbicidas, principalmente aqueles dos grupamentos ácidos como o 2,4-D e glyphosate é dependente do pH da calda (WANAMARTA & PENNER, 1989). O pH da água influencia no resultado da aplicação porque quando o pH da água está alto pode acelerar a degradação do herbicida por hidrólise; pois a constante de dissociação de muitas moléculas de herbicidas depende do pH, e a sua absorção pelos tecidos vegetais pode variar, dependendo da molécula ser íntegra ou dissociada em cátions e ânions (KISSMANN, 1997).

No primeiro ano de coleta (2017), a condutividade elétrica mais alta foi observada no ponto de coleta 2, alcançando $53,13 \mu\text{S cm}^{-1}$, seguido pelas águas dos pontos 3 com $7,84 \mu\text{S cm}^{-1}$ e ponto 1 com $6,26 \mu\text{S cm}^{-1}$, significativamente diferentes entre si (Tabela 4). E no segundo ano de coleta (2018), a condutividade elétrica chegou a $130,05 \mu\text{S cm}^{-1}$, sendo o maior teor encontrado nas amostras, também na água coletada no ponto 2, significativamente diferente das águas do ponto 1 ($6,64 \mu\text{S cm}^{-1}$) e do ponto 2 ($8,12 \mu\text{S cm}^{-1}$). A condutividade elétrica (abaixo de $55 \mu\text{S cm}^{-1}$) pode influenciar na eficácia biológica de alguns produtos, pois em geral isso indica

pequena quantidade de íons presentes na água, os quais podem interferir positivamente.

Tabela 4. Valores de P e médias das variáveis pH, condutividade elétrica e alcalinidade de águas coletadas em três pontos de captação diferentes no primeiro experimento (águas coletadas em 2017).

Ponto de Coleta	pH		CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) ^b		Alcalinidade	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	6,43 a	7,06 a	6,26 c	6,64 c	6,8 c	9,6 b
2	5,64 c	6,05 c	53,15 a	130,05 a	11,2 a	7,4 c
3	6,12 b	6,48 b	7,84 b	8,12 b	8,8 b	10,0 a
p- valor a	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$

^a Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

^b CE: Condutividade elétrica.

Quanto à alcalinidade pode provocar perdas do ingrediente ativo por hidrólise. No primeiro ano os teores de alcalinidade variaram entre 6,8 e 11,2, sendo que a água proveniente do ponto 2 foi a que apresentou a maior alcalinidade (Tabela 4). Já no segundo ano, a alcalinidade variou entre 7,4 e 10, sendo o ponto 2 o que apresentou a menor alcalinidade e a água oriunda do ponto 3 a que apresentou maior alcalinidade (Tabela 4).

4.2. EXPERIMENTO EM CAMPO

No experimento do ano 2017, constata-se interação significativa entre os fatores fontes de água e tempo de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de P e coeficiente de variação (CV%) para a variável eficácia de controle no primeiro experimento (água coletada em 2017).

Fonte de variação	Pr>Fc
Ponto de captação (PC)	0,0000
Tempo de armazenamento (TA)	0,0002
Ponto de captação x Tempo armazenamento (PC x TA)	0,0000
CV (%)	7,63

O armazenamento da calda herbicida não prejudicou o controle de touceiras, pois os tratamentos atingiram médias de controle entre 72,90% e 86,85%, mesmo havendo diferença estatística entre os resultados (Tabela 6). Isto porque, mesmo com as médias diferindo estatisticamente, a porcentagem de controle foi acima de 70%, o que é um nível de controle muito eficiente. Esses resultados corroboram com os encontrados por Ramos & Durigan (1998) que verificaram que o armazenamento da calda pronta de glyphosate isolado, por 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias não prejudicou a eficácia do produto.

Tabela 6. Desdobramento da interação significativa para eficácia de controle (primeiro experimento), segundo os fatores ponto de captação x tempo de armazenamento.

Ponto de captação	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	4	8	12
	%			
1	86,20 Aa	85,25 Aa	87,85 Aa	86,30 Aa
2	82,80 Aa	81,90 Aa	72,90 Cb	85,05 Aa
3	86,85 Aa	80,50 Ab	82,75 Bab	85,65 Aab

DMS 4,77

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, e letras minúsculas iguais, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Para o ponto de captação 2, somente o tempo de armazenamento de 8 dias afetou a eficácia, resultando na menor média de controle, significativamente diferente das demais fontes e demais tempos de armazenamento. O tratamento com água proveniente do ponto 3 obteve pouca influência do tempo de armazenamento, sendo que apenas aos 4 dias de armazenamento a média de controle foi menor do que àquela atingida pelo tempo de armazenamento 0 (Tabela 6). Já a água oriunda do ponto 1 não foi afetada pelo fator tempo de armazenamento, não havendo diferença significativa entre os tempos testados.

Segundo Bowmer et al. (1986), é possível que haja adsorção do glyphosate pelos sedimentos e sólidos que estão presentes na água, causando assim diminuição da eficiência deste herbicida. No entanto, esses autores observaram que apenas uma pequena parte do glyphosate foi de fato adsorvido pelos sólidos da suspensão. A eficiência do herbicida glyphosate a 900 g de e.a. ha⁻¹ não foi afetado pelo armazenamento por até 7 dias (STEWART et al., 2009).

Uma vez em solução, as caldas herbicidas podem se degradar naturalmente durante o tempo de armazenamento (BERGER & WOLFE, 1996; MOHAMMADKAZEM et al., 2008). Uma das principais causas de degradação da calda é a interação do herbicida com os componentes químicos da água, como a adsorção da molécula com os sólidos presentes na água utilizada para o preparo da calda (THELEN et al., 1995; STAHLMAN & PHILIPS, 1979; DAMALAS & ELEFTHEROHORINOS, 2001; LIN et al., 2002). Fatores como a temperatura de armazenamento e o pH da solução também podem acelerar a degradação da calda (BELTRAN et al., 2000; LERCH et al., 2007). Neste estudo foi observado que a eficiência de controle da calda herbicida apresentou pouca ou nenhuma influência do tempo de armazenamento da calda.

A influência da procedência da água na eficácia de controle de glyphosate na dessecação de canaviais foi pouca ou nula. Somente no tratamento com 8 dias de armazenamento verificou-se diferença entre as fontes de água adotadas no preparo de calda (tabela 6). E neste caso não há uma explicação lógica para o que pode ter ocorrido, já que aos 12 dias não apresentou essa diferença. A água oriunda do ponto 1 resultou em maior média de controle, seguida pelo ponto 3 e finalmente pelo ponto 2, diferindo significativamente entre si.

A relação entre eficácia de controle e data de avaliação foi diretamente proporcional, sendo que as maiores médias de controle foram observadas nas últimas datas de avaliação. As médias de eficácia de controle variaram entre 55,55% na primeira avaliação, aos 15 DAA e 99,65% na última avaliação, aos 60 DAA. Este resultado é esperado, pois o herbicida glyphosate apresenta amplo espectro de plantas susceptíveis, e não é seletivo. O modo de ação ocorre pela inibição da enzima 5-enolpiruvil-shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), precursora dos aminoácidos aromáticos, fenilalanina, tirosina e triptofano, essenciais à síntese de proteínas e assim para a morte da planta demoram em média de 30 a 45 dias após ser aplicado.

Para o segundo experimento, realizado em 2018, as interações entre os fatores não foram significativas (Tabela 7). Apenas o fator ponto de captação apresentou diferença significativa entre si.

Tabela 7. Valores de P e coeficiente de variação (CV%) para a variável eficácia de controle no segundo experimento (água coletada em 2018).

Fonte de variação	Pr>Fc
Ponto de captação (PC)	0,0003
Tempo de armazenamento (TA)	0,1879
Ponto de captação x Tempo armazenamento (PC x TA)	0,6946
CV (%)	7,60

As águas provenientes de diferentes pontos de captação resultaram em médias de eficácia acima de 87,73% (Figura 4). Assim como no primeiro experimento, a água oriunda do ponto 1 foi a que proporcionou a maior média de eficácia de controle de soqueiras, causando morte de 91,95% das soqueiras, e foi significativamente superior das demais. As caldas preparadas com água dos pontos de captação 2 e 3 atingiram 87,73% e 88,69, respectivamente.

As águas utilizadas para o preparo da calda foram coletadas em pontos de captação com água represada, o que provavelmente influenciou na eficácia da calda herbicida, já que as águas possuíam características físico-químicas diferentes.

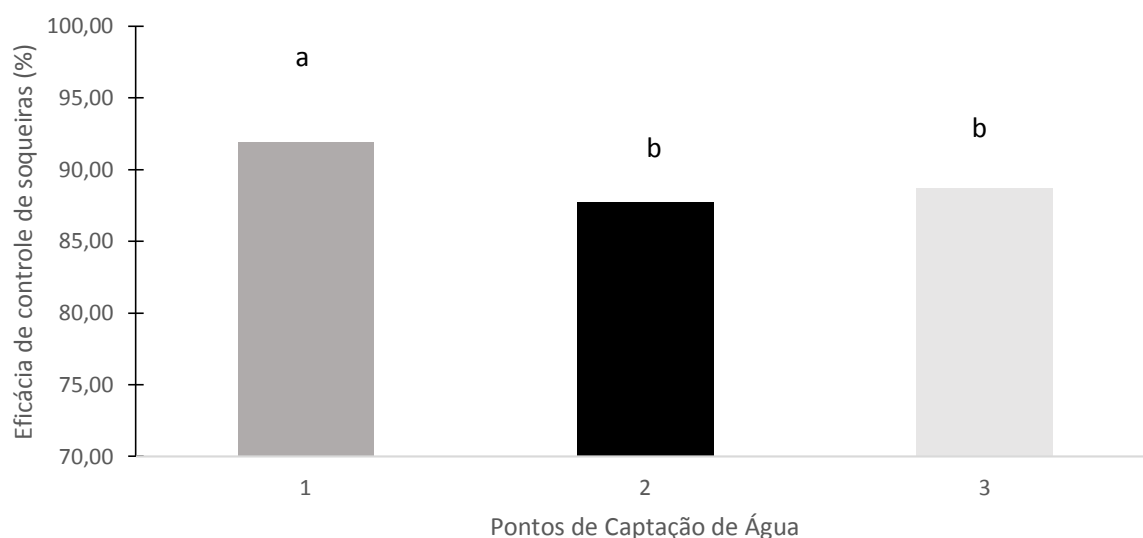


Figura 4. Eficácia de calda herbicida preparada com água coletada em diferentes pontos de captação (1, 2 e 3), no ano de 2018, no controle de soqueiras de cana-de-açúcar. Erro = 0,76 seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

O tempo de armazenamento não influenciou na eficácia de controle de soqueiras de cana (Tabela 7). As caldas armazenadas durante os diferentes períodos resultaram em médias de eficácia de controle superior a 88,43% (Tabela 8). O armazenamento de calda herbicida pode afetar a eficácia da molécula no controle das soqueiras (STEWART et al., 2009). Entretanto, nessa pesquisa não foi observado efeito do tempo de armazenamento na erradicação de touceiras de cana-de-açúcar. Esses resultados corroboram com os encontrados por STEWART et al. (2009), que observaram que o herbicida glyphosate (900 g de e.a. ha⁻¹) não foi afetado pelo armazenamento da calda.

Tabela 8. Médias de eficácia de calda herbicida armazenadas durante diferentes períodos no controle de soqueiras de cana-de-açúcar do ano de 2018.

Tratamento (Dias de Armazenamento)	Eficácia de controle (%)
0	90,33 a
4	88,43 a
8	88,55 a
12	90,50 a

Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Segundo LERCH et al. (2007), as condições ambientais são importantes para acelerar ou não a degradação da calda. Atendendo a este contexto, as caldas utilizadas neste estudo foram mantidas num ambiente fechado, ao abrigo do sol, as caldas não foram afetadas por essas condições.

Assim como no primeiro experimento, a eficácia de controle de soqueiras aumentou de acordo com o aumento dos dias após aplicação. Este comportamento é esperado, uma vez que o glyphosate tem o modo de ação baseado na inibição da enzima 5-enolpiruvil-shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), precursora dos aminoácidos aromáticos, fenilalamina, tirosina e triptofano, essenciais à síntese de proteínas. Na primeira avaliação, aos 15 DAA as caldas herbicidas resultaram em 77,51% de eficácia de controle das soqueiras, aumentando gradativamente até os 60 DAA, data em que alcançaram 99% de eficácia no controle das soqueiras.

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o presente trabalho foi conduzido conclui-se que:

1. Águas coletadas nos três pontos de captação 1, 2 e 3 (Marino, Russo e Jatobá respectivamente) apresentam características físico-químicas diferentes entre si;
2. A dureza, teor de cloreto, de ferro e de matéria orgânica, condutividade elétrica e pH mantiveram o mesmo comportamento durante os dois anos de coleta.
3. A alcalinidade em 2017 apresentou maior teor no ponto de captação 2, e no ano de 2018 no ponto 3;
4. Águas oriundas dos três pontos de captação apresentaram pouca influência sobre a eficácia de controle;
5. A eficácia de controle de soqueiras de cana-de-açúcar não é influenciada pelos períodos de armazenamento das caldas herbicida com glyphosate.

6. IMPLICAÇÕES

Com os resultados do experimento temos que, quando necessário, há a possibilidade de armazenamento de calda herbicida de glyphosate, por até 12 dias (em recipiente/tanque sem penetração de luz), sem adicionar qualquer produto ou adjuvante à calda, e sem afetar a eficácia da mesma, desde que as águas utilizadas para preparo da calda possuam as características físico-químicas semelhantes à dos experimentos realizados.

7. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, K. **Análise do balanço entre demanda por etanol e oferta de cana-de-açúcar no Brasil**. 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.
- ALMEIDA, F. S. de; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**. 6 ed. Londrina, 2011. p. 324 -354.
- AMARANTE JÚNIOR, O. P. de; SANTOS, T. C. R. dos; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. **Glyphosate: propriedades, toxicidade, usos e legislação**. Química Nova, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004, 622 p.
- BELTRAN, E., FENET, H. J., COOPER, F., COSTE, C. M. **Kinetics of abiotic hydrolysis of isoxaflutole: influence of pH and temperature in aqueous mineral-buffered solutions**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.48, n. 9, p. 4399–4403, 2000.
- BERGER, B. M.; WOLFE, N. L. **Hydrolysis and biodegradation of sulfonylurea herbicides in aqueous buffers and anaerobic water-sediment systems: Assessing fate pathways using molecular descriptors**. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 15, n. 9, p.1500-1507, 1996.
- BIANCHINI JR., I. **Estudo dos processos de humificação de *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze**. 1985. 285 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1985.
- BOWMER, K. H.; BOULTON, P. M. D.; SHORT, D. L.; HIGGINS, M. L. **Glyphosate sediment interactions and phytotoxicity in turbid water**. Pesticide Science, v. 17, n. 2, p. 79-88, 1986.
- BRONSTAD J.O.; FRIESTAD H.O. **Improved polarographic method for determination of glyphosate herbicide in crops, soil and water**. Journal - Association of Official Analytical Chemists, v. 68, n. 1, p. 76-79, 1985.
- BUHLER, D. D.; BURNSIDE, O. C. **Effect of water quality, carrier volume, and acid on glyphosate phytotoxicity**. Weed Science, v. 31, n. 2, p. 163-169, 1983.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.** São Paulo-SP, CETESB, 2001. 73 p. (Série Relatórios Ambientais).

CHIARADIA, J. J., CHIBA, M. K., ANDRADE, C. A. D., OLIVEIRA, C. D., LAVORENTI, A. **Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 33, n. 3, 2009

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A.E.; EATON, A.D. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20 ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998, 1325 p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - Cana-de-açúcar,** v. 1 – Safra 2014/15, n.1 – Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-20. 2014.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - Cana-de-açúcar,** v. 1 – Safra 2017/18, n.1 – Quarto levantamento, Brasília, 2018.

CONCEIÇÃO, M. Z. **Defesa vegetal: legislação, Normas e produtos fitossanitários.** *Apud:* ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos agrotóxicos.** 2. ed. Viçosa: UFV/ANDEF, 2003.

COUTINHO, P. O.; CORDEIRO, C. A. M.; MOTTA, F. **Tecnologia de aplicação de defensivos.** 2005. Disponível em: <<http://setapulverizacao.com.br/artigos/RevistaPioneerTecnologiaAplicacaoDefensivos.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

DAMALAS, C. A.; ELEFTHEROHORINOS, I. G. **Dicamba and atrazine antagonism on sulfonylurea herbicides used for Johnson grass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*).** Weed Technology, v. 15, n. 1, p.62-67, 2001.

DEVKOTA, P.; WHITFORD, F.; JOHNSON, W. G. **Influence of Spray-Solution Temperature and Holding Duration on Weed Control with Premixed Glyphosate and Dicamba Formulation.** Weed Technology, v. 30, n. 1, p.116-122, 2016.

DUKE, S. O. Glyphosate. In: KAUFMAN, D. D.; KEARNEY, P. C. **Herbicides: chemistry, degradation, and mode of action**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, 1988. Cap. 1, p. 1-59.

DUKE, S. O.; RIMANDO, A. M.; PACE, P. F.; REDDY, K. N.; SMEDA, R. **Isoflavone, glyphosate, and aminomethylphosphonic acid, levels in seed of glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean**. Journal Agricultural Food chemical, v. 51, n.1, p.340-344, 2003.

FARIAS, M. S. de; 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, v.7, n. 24, p.355-359, 2014.

FRANÇA, B. H. C.; JASINSKI, M. **Cultivo de cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Dossiê Técnico, 2007. 19 p.

FRANZ, J.E.; MAO, M.K.; SIKORSKI, J.A. **Glyphosate: a unique global herbicide**. 1 ed. Washington, DC: American Chemical Society, 1997, 653 p.

FREITAS, D. P. **Projeto Útil**. Florianópolis: FETESC, 2000.

GRAY, N.F. **Drinking Water Quality: Problems and Solutions**. 2 ed. Cambridge University Press, 2008, 457 p.

GREEN, J. M.; HALE, T. **Increasing and decreasing pH to enhance the biological activity of nicosulfuron**. Weed Technology, v.19, n. 2, p. 468-475, 2005.

HEAP, I.M. **The occurrence of herbicide resistant weeds world- wide**. Pesticide Science, v. 51, n. 2, p. 235-243, 1997.

HEERDEN, P. D. R. V; DONALDSON, R. A.; WATT, D. A.; SINGELS, A. **Biomass accumulation in sugarcane: unravelling the factors underpinning reduced growth phenomena**. Journal of Experimental Botany, v. 61, n. 11, p. 2877- 2887, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4 ed. 1 ed. digital. p. 347 – 408, 2005.

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.

KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M. **Herbicidas Inibidores Da EPSPS: revisão de literatura.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.

LERCH, R. N.; LIN, C. H.; LEIGH, N. D. **Reaction Pathways of the Diketonitrile Degradate of Isoxaflutole with Hypochlorite in Water.** Journal Of Agricultural And Food Chemistry, v. 55, n. 5, p.1893-1899, 2007.

LIN, C. H., LERCH, R. N., THURMAN, E. M., GARRETT, H. E., GEORGE, M. F. **Determination of isoxaflutole (balance) and its metabolites in water using solid phase extractions followed by high-performance liquid chromatography with ultraviolet or mass spectrometry.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50, n. 21, p. 5816-5824, 2002.

LIU, C-M.; MCLEAN, P. A.; SOOKDEO, C. C.; CANNON, F. C. **Degradation of the herbicide glyphosate by members of family *Rhizobiaceae*.** Applied Environmental Microbiology, Washington DC, v.57, n.6, p.1799-1840, 1991.

MACEDO, J. A. B. **Águas e Águas.** 4 ed. São Paulo: Varela, 2008, 977 p.

MACHADO, C. B. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da Estação de Tratamento de Esgoto de Samambaia, DF para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** 2006. 126 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MAGALHÃES, J. R. **O açúcar nas ilhas portuguesas do Atlântico séculos XV e XVI.** Varia História, v. 25, n. 41, p.151-175, 2009.

McCORMICK, R.W. **Effects of CO₂, N₂, air and nitrogen salts on spray solution pH.** Weed Technology, v.4, n.4, p.910-912, 1990.

MOHAMMADKAZEM R., OLIVER, D. P., KOOKANA, R. S., GURJEET, G., PRESTON, C. **Abiotic degradation (photodegradation and hydrolysis) of imidazolinone herbicides.** Journal of Environmental Science and Health, v.43, p. 105–112, 2008.

MONTE, A. J. **Produtor de cana-de-açúcar.** 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha – Ministério Ciência e Tecnologia, 2004. 64 p. (Caderno Tecnológico).

NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R. Salt antagonism of glyphosate. **Weed Science**, v. 39, n. 4, p.622–628, 1991.

NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R. 2,4-D and salt combination affect glyphosate phytotoxicity. **Weed Tecnology**, v. 6, n. 2, p. 322-327, 1992.

NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R. Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity. **Pesticide Science**, v. 38, n. 2, p.77–84, 1993a.

NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R. Optimizing adjuvants to overcome glyphosate antagonistic salts. **Weed Technology**, v. 7, n. 2, p.337–342, 1993b.

OADES, J. M. **Colour and turbidity in water**. *apud*: **Symposium on the Prediction in Water Quality**, Camberra, Nov. 30-2 December 1982. Proceedings. Camberra, Australian Academy of Science, 1982, p. 159-180.

PEREIRA, R. B.; MOURA, A. P. de; PINHEIRO, J. B. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos em cultivo protegido de tomate e pimentão**. Brasília-DF: Embrapa, 2015. 20 p. (Circular Técnica, 144).

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. **Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos**. Bioscience Journal, 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**, v.57, n.2, p.313-324, 1998.

RAMSDALE, B. K.; MESSERSMITH, C. G.; NALEWAJA, J. D. **Spray volume, formulation, ammonium sulfate, and nozzle effects on glyphosate efficacy**. Weed Technology, v. 17, n.3, p. 589–598, 2003.

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

ROSO, A. C.; VIDAL, R. A. **Teoria das proteínas carregadoras fosfato modificadas proposta como mecanismo de resistência ao herbicida glyphosate em plantas daninhas**. Planta daninha, v.28, p.1175-1185, 2010.

SILVA, M. A.; CARLIN, S. D.; CAPUTO, M. M. **Tipos de colheita e épocas de aplicação de glyphosate na erradicação de soqueiras de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 1, p. 43–49. 2006.

- SILVA, J. P. N. da; SILVA, M. R. N. da. **Noções da Cultura da Cana-de-Açúcar**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 105 p.
- SIOLI, H. **Pesquisas limnológicas na região da estrada de ferro de Bragança no Estado do Pará, Brasil**. Boletim técnico. Belém, PA. N.37, p.1-34, 1960.
- SMIT, M.A.; SINGELS, A. **The response of sugarcane canopy development to water stress**. Field Crops Research, Amsterdam, v.98, p.91-97, 2006.
- SOARES, C.A.S.; DRISCOLL, S.P.; ARRABAÇA, M.C.; FOYER, C.H. **Dorso ventral variations in dark chilling effects on photosynthesis and stomatal function in Paspalum dilatatum leaves**. Journal of Experimental Botany, Oxford, v.62, p.687-699, 2011.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes aos herbicidas**. Londrina: SBCPD, 2000. p. 32.
- SPADOTTO, C. A. **Screening method for assessing pesticide leaching potential**. Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 12, p. 69–78, 2002.
- SPADOTTO, C. A. **Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos**. Revista Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar, v.1, n.1, p. 1–9, 2006.
- SPRANKLE, P.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. **Rapid inactivation of glyphosate in the soil**. Weed Science, Champaign, v. 23, n. 3, p. 224-228, 1975a.
- SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. **Adsorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil**. Weed Science, Champaign, v. 23, n. 3, p. 229-234, 1975b.
- STAHLMAN, P. W.; PHILLIPS, W. M. **Inhibition of glyphosate phytotoxicity**. Weed Science, v. 27, n. 5, p. 575-577, 1979.
- STAHLMAN, P. W., PHILLIPS, W. M. **Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity**. Weed Science, v. 27, n.1, p. 38–41, 1979.
- STEWART, C. L.; NURSE, R. E.; COWBROUGH, M.; SIKKEMA, P. H. **How long can an herbicide remain in the spray tank without losing efficacy?** Crop Protection, v.28, p. 1086–1090, 2009.
- STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1996. 1022 p.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. **Tecnologia de aplicação de herbicidas: teoria e prática**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90 p.

THELEN, K.D.; JACKSON, E.P.; PENNER, D. **The basis for hard-water antagonism of glyphosate activity**. *Weed Science*, v.43, p.541-548, 1995.

TERRAMOTO, E. R. **Avaliação e aplicação de modelos de estimativas de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) baseados em parâmetros do solo e clima**. 2003. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

UEHARA, N.; SASAKI, N.; AOKI, N.; OHSUG, R. **Effects of the temperature lowered in the day-time and night-time on sugar accumulation in sugarcane**. *Plant Production Science*, v. 12, n. 4, p. 420-427, 2009.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56). Disponível em:< http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2018.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol. 1**. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.

WACLAWOVSKY, A. J.; SATO, P. M.; LEMBKE, C. G.; MOORE, P. H.; SOUZA, G.M. **Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content**. *Plant Biotechnology Journal*, v.8, p.263-276, 2010.

WANAMARTA, G.; PENNER, D. **Foliar absorption of herbicides**. Review. *Weed Science*, v. 4, p. 215-232, 1989.

WEBER, J. B. **Mechanisms of adsorption of s-triazines by clay colloids and factors affecting plant availability**. *apud*: GUNTHER, F. A. *Residue Reviews*. Berlin: Springer-Verlag, v. 32. p. 93-129, 1970.

WITTE, W.G.; WHITLOCK, C.H.; HARRISS, R.C.; USRY, J.W.; POOLE, L.R.; HOUGHTON, W.M.; MORRIS, W.D.; GURGANUS, E.A. **Influence of dissolved organic materials on turbid water optical properties and remote sensing reflectance**. *Journal of Geophysical Research*, v. 87, n.1, p. 441-446, 1982.

WETZEL, R. G. **Limnology**: An Overview. Tuscaloosa, Al: Philadelphia: Saunders, 1983. p. 860