



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS LUIZ MENEGHEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**JOÃO PEDRO BUFALARI DA CUNHA**

**HIPOCLORITO DE SÓDIO NA LIMPEZA DE PULVERIZADORES  
CONTAMINADOS COM HERBICIDAS**

**BANDEIRANTES, PR - BRASIL**

**2022**

JOÃO PEDRO BUFALARI DA CUNHA

**HIPOCLORITO DE SÓDIO NA LIMPEZA DE PULVERIZADORES  
CONTAMINADOS COM HERBICIDAS**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Mestrado em  
Agronomia, da Universidade  
Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marco  
Antonio Gandolfo.

BANDEIRANTES, PR - BRASIL

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

C972h      Cunha, João Pedro Bufalari  
             HIPOCLORITO DE SÓDIO NA LIMPEZA DE PULVERIZADORES  
             CONTAMINADOS COM HERBICIDAS / João Pedro Bufalari  
             Cunha; orientador Marco Antonio Gandolfo -  
             Bandeirantes, 2022.  
             44 p.

             Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -  
             Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de  
             Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em  
             Agronomia, 2022.

             1. Limpeza. 2. Descontaminação. 3. Circuitos  
             Hidráulicos. I. Gandolfo, Marco Antonio, orient. II.  
             Título.

JOÃO PEDRO BUFALARI DA CUNHA

**HIPOCLORITO DE SÓDIO NA LIMPEZA DE PULVERIZADORES  
CONTAMINADOS COM HERBICIDAS**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Mestrado em  
Agronomia, da Universidade  
Estadual do Norte do Paraná,  
*Campus Luiz Meneghel.*

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. Rone Batista de Oliveira – UENP - Titular

Dr. Ulisses Delvaz Gandolfo – Instituto Dashen - Titular

Dr. Leopoldo Sussumu Matsumoto – UENP – Suplente

Dr. Eurípedes Bomfim Rodrigues – UENP – Suplente

---

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo  
Orientador  
Universidade Estadual do Norte  
do Paraná,  
*Campus Luiz Meneghel*

## **DEDICATÓRIA**

Antes de qualquer um, à Deus que permitiu todos os dias que eu pudesse levantar da cama e corresse atrás dos meus sonhos e objetivos. Em segundo lugar, minha família, que nunca desistiram de mim e sempre me apoiaram em todas as circunstâncias. Em terceiro lugar, todas as pessoas que diretamente ou indiretamente participaram desse projeto.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pois foi através dele que consegui atingir todos os objetivos da minha vida até hoje, além disso, por ter me dado forças e me fazer acreditar que, mesmo com as dificuldades eu poderia chegar aqui e realizar mais esse sonho.

Ao meu grande orientador e acima de tudo, amigo, professor Dr. Marco Antonio Gandolfo, por toda paciência, orientação, ajuda e conhecimentos compartilhados durante a realização do trabalho.

Ao meu pai e herói Resiro Aparecido da Cunha, minha mãe Maria Leticia Bufalari da Cunha, meu irmão Breno Augusto da Cunha, minha cunhada Thais Orlandini Pereira e minha namorada Kathleen Louise Bernini por toda confiança depositada e por todo carinho no decorrer desse período.

A toda minha família, tios (as) e primos (as), principalmente Rafael Ramalho de Azevedo, José Luis Pires, Luis Gustavo Lofrano e Victor Hugo Bovolin que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus amigos-irmãos do INSTITUTO DASHEN que me ajudaram de forma inexplicável para que isso fosse possível. Em especial: Higor Gomes, Estevan de Biaggi e Ulisses Gandolfo. E ao meu grande amigo e companheiro Rone Batista de Oliveira.

E a todos que, de alguma forma, me ajudaram na execução deste trabalho.

## EPÍGRAFE

*É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota. ”*

*Theodore Roosevelt*

## **Resumo**

CUNHA, João Pedro Bufalari da. **UTILIZAÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO NA LIMPEZA DE PULVERIZADORES CONTAMINADOS COM HERBICIDAS**. 44f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, 2022.

O conhecimento agrícola está em constante mudança. Dentro dessas mudanças e conhecimentos está a tecnologia de aplicação e os herbicidas para controle de plantas daninhas. As plantas daninhas, quando não manejadas, afetam negativamente o desenvolvimento da cultura. Devido ao aparecimento de plantas daninhas resistentes a determinados princípios ativos, muitos produtores praticam a mistura em tanque de diferentes tipos de herbicidas para que ocorra uma ampliação no espectro de controle. Devido a mistura de diversos agroquímicos e diferentes formulações, a limpeza do tanque dos pulverizadores torna-se imprescindível para que injúrias após a sua utilização sejam evitadas e para que não ocorra a redução da vida útil do equipamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar injúrias causadas por herbicidas sobre plantas sensíveis após processo de limpeza de circuito hidráulico com diferentes tipos de agentes limpantes. Foram utilizados quatro circuitos de pulverização compostos por um sistema com bomba de pulverização, agitador mecânico, filtro de linha, válvula solenoide, fluxômetro, barra de pulverização, filtro de pontas e seis pontas de pulverização. As unidades de pulverização foram contaminadas com Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha) e Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha) e os agentes limpantes utilizados foram: água e hipoclorito de sódio. Foram realizadas avaliações aos 7,14,21,28 e 35 dias após a aplicação. Os resultados mostraram que a Qboa® aumenta a remoção de agroquímicos e pode ser utilizado como agente limpante.

**Palavra-chave:** descontaminação, tecnologia de aplicação, limpeza de circuito, mistura em tanque.

## **ABSTRACT**

CUNHA, João Pedro Bufalari da. **USE OF SODIUM HYPOCHLORITE IN CLEANING SPRAYERS CONTAMINATED WITH HERBICIDES.** 44f. Dissertation Project (Master in Agronomy) - State University of North Paraná. Bandeirantes, 2020.

Agricultural knowledge is constantly changing. Among these changes and knowledge is application technology and herbicides for weed control. Weeds, when not managed, negatively affect crop development. Due to the emergence of weeds resistant to certain active principles, many producers practice tank mixing of different types of herbicides in order to expand the spectrum of control. Due to the mixture of different agrochemicals and different formulations, cleaning the sprayer tank becomes essential so that injuries after use are avoided and so that the equipment's useful life does not occur. The objective of this work was to evaluate injuries caused by herbicides on sensitive plants after a hydraulic circuit cleaning process with different types of cleaning agents. Four spray circuits were used, consisting of a system with spray pump, mechanical stirrer, line filter, solenoid valve, flowmeter, spray bar, tip filter and six spray tips. The spraying units were contaminated with Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1.5 L/ha) and Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0.6 L/ha) and the cleaning agents used were: water and sodium hypochlorite. Evaluations were performed at 7, 14, 21, 28 and 35 days after application. The results showed that Qboa® increases the removal of agrochemicals and can be used as a cleaning agent.

Keywords: decontamination, application technology, circuit cleaning, tank mixing.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Pulverizador modelo Pulsar 100 fabricado por Micron S/A.....                                         | 13 |
| <b>Figura 2:</b> Sequência de bicos instalados na barra Columbia AD 18.....                                           | 14 |
| <b>Figura 3:</b> Aplicação com pulverizador costal.....                                                               | 34 |
| <b>Figura 4:</b> Valores de injúrias 7 e 14 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha) .....     | 17 |
| <b>Figura 5:</b> Valores de injúrias 21 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha) .....         | 19 |
| <b>Figura 6:</b> Valores de injúrias 35 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha) .....         | 19 |
| <b>Figura 7:</b> Valores de injúrias 7,14 e 21 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha) ..... | 20 |
| <b>Figura 8:</b> Valores de injúrias 28 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha) .....        | 21 |
| <b>Figura 9:</b> Valores de injúrias 35 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha) .....        | 22 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1:</b> Lista de tratamentos .....                                                      | 15 |
| <b>Tabela 2:</b> Valores de p da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha) .....  | 17 |
| <b>Tabela 3:</b> Valores de p da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha) ..... | 20 |

## SUMÁRIO

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                             | 1  |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....                   | 3  |
| 2.1 Tecnologia de aplicação .....               | 3  |
| 2.2 Evolução dos pulverizadores agrícolas ..... | 4  |
| 2.3 Mistura em tanque .....                     | 5  |
| 2.4 HERBICIDAS .....                            | 6  |
| 2.4.1 <i>Glyphosate</i> .....                   | 6  |
| 2.4.2 Flumioxazin (FLUMIOXAZINA) .....          | 8  |
| 2.4.3 Imazetapir .....                          | 9  |
| 2.4.4 Dicamba .....                             | 10 |
| 3.MATERIAL E MÉTODOS.....                       | 13 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                 | 17 |
| 5. CONCLUSÃO .....                              | 23 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                   | 24 |
| 7. REFERÊNCIAS.....                             | 25 |
| APÊNDICE .....                                  | 34 |

## 1. INTRODUÇÃO

Diversas mudanças no pensamento humano ocorreram, dentre elas, mudanças no pensamento agrícola. Sendo assim, o atual modelo de produção agrícola é totalmente dependente do uso de agroquímicos (REYNALDO; MOLLI, 2011).

Os agroquímicos são produtos químicos, físicos ou biológicos usados no controle de agentes de danos que são considerados prejudiciais à cultura de interesse, atuam contra os ataques de insetos, doenças e plantas daninhas que atingem o ciclo da cultura (EMBRAPA, 2021).

Um dos principais manejos dentro da produção agrícola é a utilização de herbicidas para o controle de plantas invasoras. As plantas daninhas competem com as culturas pelos recursos disponíveis no ambiente e solo (água, luz e nutrientes), liberam substâncias alelopáticas, bem como podem hospedar pragas e doenças, conseqüentemente, ocasionando perdas de produtividade e na qualidade dos grãos (AGOSTINETTO *et al.*, 2008; LAMEGO *et al.*, 2013).

O glyphosate é o herbicida mais vendido no mundo e aprovado em mais de 100 países (GIPEG, 2017). Além disso, é um herbicida sistêmico inibidor da enzima EPSPS e é absorvido pelas folhas através da cutícula (Rodrigues; Almeida, 2011), atuando apenas em pós-emergência, apresenta amplo espectro e é considerado não seletivo, no entanto atualmente pode ser considerado seletivo para as culturas geneticamente modificadas (OLIVEIRA JR, 2011).

O flumioxazin pertence aos herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou Protox) sendo produtos não sistêmicos, de controle predominantemente de espécies de plantas daninhas de folha larga (MATZENBACHER *et al.*, 2014)

O mecanismo de ação do herbicida imazethapyr envolve a inibição da enzima aceto-hidroxiácido sintetase (AHAS) ou acetolactatosintase (ALS), que é uma das enzimas chave na biossíntese de aminoácidos de cadeia ramificada em plantas. (DUGGLEBY *et al.*, 2008; TAN *et al.* 2006; SUDIANTO *et al.*, 2013; SILVA, *et al.*, 2007).

Já o herbicida dicamba pertence ao grupo dos herbicidas mimetizadores das auxinas e apresenta absorção foliar e radicular (Rodrigues; Almeida, 2011),

controlam plantas daninhas dicotiledôneas, anuais ou perenes sendo seletivos para gramíneas em geral (OLIVEIRA JR., 2011).

Com o aumento do custo de aplicação de herbicidas no controle de plantas pós-emergentes e o uso de herbicidas que tem ação em baixa taxa de aplicação, grande ênfase deve ser dada a limpeza e manutenção dos pulverizadores a fim de evitar injúrias não desejadas às culturas.

De acordo com Johnson *et al.* (2007), estas injúrias são de grande prejuízo para o desenvolvimento das plantas, pois afetam o crescimento e desenvolvimentos das mesmas por várias semanas após aplicação e, em casos mais sérios, reduzir drasticamente a produção da cultura posterior.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar níveis de injúrias causadas por resíduo de herbicidas, sobre plantas sensíveis, usando hipoclorito de sódio como produto de limpeza para pulverizador.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação é um dos mais importantes componentes do processo de produção agrícola, pois é responsável pela correta deposição dos agroquímicos no alvo. Embora busca-se a rentabilidade produtiva, a tecnologia de aplicação visa a máxima preservação do meio ambiente e também busca os cuidados necessários com a saúde dos colaboradores envolvidos no processo produtivo (MATUO, 1990)

Dentre as principais tecnologias utilizadas na pulverização, as pontas ganham destaque. Existe um modelo de ponta para cada situação específica no campo, dependendo do alvo da aplicação e necessidade de cobertura na área, sendo considerados também o tamanho e densidade de gotas, assim como a classe e o modo de ação do produto fitossanitário, perdas por deriva e volume de calda utilizado (BOLLER; RAETANO, 2011).

Cunha *et al.* (2011) afirmam que a tecnologia de aplicação de agroquímicos potencializa a produtividade das culturas quando empregada de maneira correta e sua utilização de maneira errônea pode ocasionar perdas expressivas na produtividade, ocasionadas pela reincidência de doenças, ou de alguma praga ou mesmo pelo controle ineficiente das plantas daninhas na área pulverizada.

O equipamento utilizado na aplicação de agrotóxicos é o pulverizador agrícola. De acordo com Gandolfo (2018), no que diz respeito aos pulverizadores, houve uma evolução em tamanho e sofisticação, substituindo parte dos equipamentos traatorizados e de pequeno porte pelos autopropelidos com maior rendimento operacional e sistemas automatizados de controle e registro. Além disso, para Antuniassi (2012), o uso de equipamentos modernos necessita de uma mudança cultural do aplicador, passando de “simples” aplicadores de produtos, para técnicos capacitados que entendam todo o processo da tecnologia de aplicação.

## 2.2 Evolução dos pulverizadores agrícolas

Os primeiros pulverizadores surgiram, entre 1867 e 1900. Isso ocorreu devido ao interesse dos produtores em aumentar as produções e melhorar a qualidade das plantações. Com a migração do homem do campo para as zonas urbanas, forçou o desenvolvimento de novas tecnologias para aumento de produção, principalmente aquela que permitiriam que poucos indivíduos cultivassem áreas extensas, surgindo a prática da monocultura, que contribuiu para o desenvolvimento de pragas e doenças (CHAIM, 1999).

Existem vários tipos de pulverizadores e os mais utilizados nas regiões produtoras são os de barras. Segundo Santos e Santos Filho (2001), os pulverizadores de barras estão divididos em três tipos: os montados, de arrasto e automotrizes.

Urio (2011) destaca que pulverizadores montados, necessitam de tratores para serem acoplados e realizarem as operações. O acoplamento é feito através dos três pontos de engate localizados na parte traseira do trator. Sendo um pulverizador pequeno, não se faz necessidade da utilização de tratores robustos, tornando sua aquisição viável para os produtores de áreas menores.

Para Santos e Santos Filho (2001), os pulverizadores de arrasto são engatados e acionados pela tomada de potência do trator. Em geral, desenvolvem velocidade menor que os automotrizes, devido a limitação de velocidade do trator e o conjunto trator/pulverizador apresenta maior comprimento, conseqüentemente necessita um maior espaço para manobra.

Os pulverizadores automotrizes são máquinas de alto desempenho, conseguindo desenvolver velocidades operacionais entre 15 e 30 km h<sup>-1</sup> durante a operação. Possuem cabines fechadas, isolando o contato do operador com o defensivo agrícola, apresentam sistemas embarcados mais sofisticados e suas barras medem de 15 a 48 metros de comprimento, (LOBO JÚNIOR, 2004).

Segundo Milan (1992), a redução do custo horário em máquinas agrícolas está associada à aplicação de maior faixa devido às frotas mecanizadas, pois ocorre o aumento da largura de trabalho dos equipamentos, otimização da capacidade de campo operacional e também se aplica maior número de horas de trabalho para os conjuntos e conseqüentemente a diminuição dos custos fixos do maquinário agrícola.

Além disso, outra possibilidade de aumentar a capacidade operacional é a redução da taxa de aplicação, ação que pode ser alcançada pelo aumento da velocidade do pulverizador durante a operação, redução da pressão de trabalho no sistema ou utilização de pontas de menor vazão (FREITAS *et al.*, 2005).

A taxa de aplicação a ser utilizada em uma pulverização depende do modo de ação do produto defensivo agrícola, do tipo e grau de desenvolvimento do alvo e da tecnologia de aplicação utilizada. Reduzir a taxa de aplicação pode resultar em menor transporte de água ao campo, diminuindo o custo da aplicação e aumentando a capacidade de campo operacional dos pulverizadores (FARINHA *et al.*, 2009).

Um dos problemas causados pela redução da taxa de aplicação está relacionado a contaminação dos pulverizadores, uma vez que com a redução desta taxa, utiliza-se cada vez mais o produto concentrado. E somado a esse fator está a utilização das misturas em tanque.

### 2.3 Mistura em tanque

A otimização dos recursos disponíveis na produção agropecuária forçou o setor a adotar tecnologias econômicas e mais eficientes no controle dos agentes de danos. Entre elas as novas formas de utilização dos agrotóxicos e os equipamentos que os aplicam (GANDOLFO, 2018).

A mistura em tanque é uma prática difundida com êxito em todo o mundo, que proporciona redução dos custos de produção, aumenta o espectro de controle dos agroquímicos, reduzindo a contaminação ambiental e o tempo de exposição dos trabalhadores a estes produtos (KAGI, 2013). Trata-se de o produtor utilizar dois ou mais produtos com finalidades diferentes na mesma operação, no intuito de otimizar o processo, como exemplo o uso de fungicida e inseticida aplicados em mistura.

Segundo o decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002, da legislação brasileira, a mistura em tanque é, por definição, a “associação de agrotóxicos e afins no tanque do equipamento aplicador, imediatamente antes da aplicação”. No Brasil, 97% dos produtores realizam mistura de agrotóxicos em tanque de pulverização (GAZZIERO, 2015).

Essa prática ocorre também, na utilização de herbicidas. Para Chechetto (2011), a mistura de herbicidas em tanque, além de fazer com que apenas uma aplicação controle mais de um tipo de planta invasora, pode-se também suprir as limitações de um herbicida por outro herbicida, quando aplicados em mistura. Além disso, segundo Alonso *et al.*, (2013) a mistura de herbicidas de mecanismos de ação diferentes, contribui para a redução da pressão de seleção de biótipos resistentes, sendo uma prática importante para este manejo.

De acordo com Lich *et al.* (1997) as misturas em tanque podem resultar em três possibilidades, uma mistura antagônica se a mistura tiver um efeito menor que o esperado, quando a mistura expressa seu espectro de ação esperado é chamada de aditiva; por último, se ocorrer um efeito melhor que o esperado, ou seja, um herbicida melhora a ação do outro, esta é uma mistura sinérgica.

De acordo com Petter *et al.* (2012) apesar de não ser necessário registro no ministério da agricultura, é imprescindível o conhecimento prévio de possíveis misturas em tanque com produtos de diferentes ingredientes ativos e formulações, a fim de evitar possíveis danos à cultura e baixa eficiência deles.

## 2.4 HERBICIDAS

### 2.4.1 *Glyphosate*

O *glyphosate* é o herbicida mais utilizado no mundo. Pode ser utilizado no controle de plantas daninhas anuais ou perenes em diversos sistemas de produção (BLACKSHAW; HARKER, 2002). O que contribuiu significativamente para a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes foi a utilização desse ativo em larga escala (KOGER; REDDY, 2005).

Dada a sua importância, o ingrediente ativo *glyphosate* representou mais de 173.150,75 toneladas em vendas no ano de 2017. (IBAMA, 2017). O *glyphosate*, N-(fosfonometil) glicina foi sintetizado em 1964, e sua ação herbicida descrita em 1971 (LUCHINI, 2009; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011)

Mesmo possuindo baixa toxicidade e características ambientais favoráveis, diversos trabalhos têm relatado efeitos negativos do uso de

*glyphosate* sobre organismos não alvo em diferentes agroecossistemas (NEUMANN *et al.* 2006).

O movimento deste herbicida na planta está associado ao fluxo de carboidratos de órgãos tidos como fontes para os drenos metabólicos, e sua velocidade de translocação para as raízes está associada ao transporte de açúcares no floema. O mesmo, pode ser liberado para o solo através da exsudação radicular ou da morte e liberação celular dos tecidos de plantas com esse herbicida, podendo afetar plantas adjacentes que compartilham a mesma zona radicular dessas plantas (MACHADO *et al.* 2009)

Com o aumento do uso da tecnologia da soja resistente ao *glyphosate*, muitos agricultores têm notado que alguns cultivares apresentam injúrias visuais logo após a aplicação do *glyphosate* em pós-emergência (SANTOS *et al.* 2007; ZABLOTOWICZ; REDDY, 2007). Embora reduções significativas na produção dessa soja resistente não tenham sido reportadas, Albrecht & Ávila (2010) afirmam que aplicações de *glyphosate* alteraram a qualidade das sementes e seu vigor, reduzindo também a produtividade da soja.

O sintoma típico deste herbicida em campo é conhecido como *yellow flashing* ou amarelecimento das folhas superiores. Algumas pesquisas demonstraram que esse sintoma clorótico nas culturas pode ser atribuído à imobilização de cátions bivalentes, como Fe e Mn (HUBER, 2006; BOTT *et al.* 2008; ZOBIOLE *et al.* 2010). A duração desse amarelecimento depende da habilidade da planta de se recuperar pela absorção radicular dos elementos que foram imobilizados pelo *glyphosate* nos tecidos foliares (CAKMAK *et al.* 2009)

É um herbicida não seletivo (exceto para as culturas geneticamente modificadas) e de ação sistêmica (GALLI, 2009) com translocação principalmente via floema, principal via de transporte de herbicidas aplicados em pós emergência das plantas daninhas (RODRIGUES, 2009). A ação do *glyphosate* ocorre através da inibição da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), agindo no bloqueio da síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, paralisando o desenvolvimento das plantas, amarelecimento das folhas e meristemas, seguido de necrose e morte das plantas (KARAM; OLIVEIRA, 2007).

Em água, tem comportamento de ácido fraco, com quatro constantes de dissociação (pKa): <2,0, 2,6, 5,6 e 10,6 (COUTINHO; MAZO, 2005). No caso do

herbicida *glyphosate*, quando o pH do meio tem valores entre 3,6 e 4,6, a forma predominante de suas moléculas possui duas cargas negativas (COUTINHO; MAZO, 2005). Tanto o pH da solução como a presença de cátions na água de pulverização, são importantes na ação herbicida do *glyphosate* (CARVALHO, 2009).

#### 2.4.2 Flumioxazin (FLUMIOXAZINA)

O herbicida flumioxazin pertence ao grupo químico N-ftalamidas, sendo inibidor da protoporfirinogeno oxidase (PROTOX), possuindo ação sobre a rota de síntese da clorofila, especialmente acumulando porfirinas

Com a inibição da enzima, ocorre o acúmulo de protoporfirinogeno. Ocorre, então, a interação entre o oxigênio e luz para levar o oxigênio ao estado singlet, o qual é responsável, em última instância, pela peroxidação de lipídios nas membranas celulares. Resulta em perda da clorofila e de carotenóides e rompimento das membranas, o que faz com que as organelas das células se desintegrem, posteriormente necrose de tecido e morte (OLIVEIRA, 2001).

É um herbicida registrado para uso em condições de pré-emergência, no controle de plantas daninhas de folhas largas e monocotiledôneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998). Quando em mistura com óleo funcionam em pós emergência, podem apresentar como sintomas uma clorose e posteriormente uma necrose um a três dias após a aplicação (DEFELICE, 2000).

Segundo Silva (1993), a aplicação de 60 g/ha de flumioxazin em um Latossolo Roxo distrófico promoveu bom controle de *Desmodium purpureum*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*. Além disso, propiciou o controle algumas gramíneas, destacando-se a *Brachiaria plantaginea*, quando se misturou o *flumioxazin* com os graminicidas *alachlor*, *metolachlor* e *trifluralin*.

O flumioxazin é um produto não-iônico que apresenta baixa solubilidade em água (1,79 mg L<sup>-1</sup> a 25°C) (Ferrell *et al.* 2005) e pressão de vapor (2,41 x 10<sup>-6</sup> mmHg a 22°C), o que sugere que ele tenha baixo potencial de volatilização (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). No solo apresenta meia-vida de 21,9 dias (Rodrigues; Almeida, 2005), e sua degradação ocorre por hidrólise e atividade de micro-organismos (ALISTER *et al.* 2008). Devido a estas circunstâncias, este

é um produto com baixo risco de lixiviação (FERRELL *et al.* 2005; ALISTER *et al.* 2008)

Apresenta baixa solubilidade em água (0,6 a 1,2 mg. L<sup>-1</sup> a 20 °C), sendo formulado na forma de pó-molhável, contendo 500 gramas do princípio ativo por quilo do produto comercial (RODRIGUES; ALMEIDA, 1998). Esse herbicida é fortemente sorvido pelos colóides do solo e apresenta pequena taxa de lixiviação e curto efeito residual (OLIVEIRA, 1995).

De acordo com COSTA *et al.* (1997), a aplicação do flumioxazin isoladamente ou com o adjuvante na calda em pós-emergência na cultura da soja, causou severa toxicidade. A cultura apresentou recuperação completa 35 dias após a aplicação. Essa toxicidade também foi observada por CARVALHO *et al.* (1999) em que as maiores doses de flumioxazin foram de 40 e 50 g. ha<sup>-1</sup>, respectivamente, dessa vez, com leve toxicidade à cultura, sem comprometer sua produtividade.

#### 2.4.3 Imazetapir

O Imazetapir é um herbicida que pertence ao grupo das imidazolinonas, comumente utilizado no controle do arroz vermelho e de outras ervas daninhas do arroz comercial (MORAES, *et al.* 2011). De acordo com Kemmerich *et al.* (2015), as imidazolinonas são herbicidas potentes que agem inibindo enzimas essenciais para as plantas, além disso, são classificados como relativamente persistentes em solo, com meia-vida entre 30 a 150 dias.

O herbicida imazetapir é utilizado em grande escala no Sistema Clearfield®, sistema esse que é uma das principais alternativas no controle do arroz vermelho (STEELE *et al.*, 2002), planta daninha responsável por grandes perdas no potencial produtivo da cultura do arroz (AGOSTINETTO *et al.*, 2001), reduzindo a produtividade e a qualidade do produto colhido (VILLA *et al.*, 2006).

Os herbicidas do grupo das imidazolinonas são absorvidos pelas folhas e raízes das plantas, translocando-se pelo xilema e floema e acumulando-se nos meristemas de crescimento. O herbicida provoca a inibição do ácido acetohidróxido (AHAS) ou acetolactatosintase (ALS), o que acaba interferindo na síntese do DNA e no crescimento celular por causar a interrupção da síntese proteica. A ALS participa da biossíntese dos aminoácidos valina, leucina e

isoleucina em microrganismos e plantas. Esta enzima é o principal sítio de ação desses herbicidas, e, quando inibida, paralisa a divisão celular, reduz a síntese de proteínas, inibe a translocação de carboidratos e, conseqüentemente, reduz o crescimento das plantas (RAY, 1984). Os sintomas visíveis provocados nas plantas, incluem: clorose foliar, morte do ponto de crescimento e morte total das plantas (IMAZETAPIR PLUS NORTOX, [s. a.]).

Esse herbicida possui alta persistência no solo, podendo permanecer por até dois anos após a aplicação (RENNER *et al.*, 1998). A grande permanência desse herbicida no solo por um longo período de tempo é desejável, entretanto, também podem causar problemas ambientais por seu efeito residual no solo, na água e nos organismos não-alvo (MALADÃO *et al.*, 2013). Além disso, pode causar fitointoxicação em plantas sensíveis (*carryover*) cultivadas em sucessão ou rotação (MARCHELAN *et al.*, 2010; MANCUSO *et al.*, 2011; SOUTO *et al.*, 2013). Mancuso *et al.* (2011) relatam que o imazetapir pode prejudicar o girassol e o milho semeado em sucessão à cultura da soja.

Segundo JOHNSON *et al.* (1993) foram encontrados sinais de fitointoxicação ao milho, algodão, sorgo e arroz semeados 52 semanas após a aplicação de imazetapir na cultura da soja. Danos à cultura do sorgo em rotação com arroz Clearfield®, também foram registrados pela presença de resíduos desses herbicidas no solo, ocasionando redução no rendimento biológico, peso de mil grãos e produtividade de grãos (PINTO *et al.*, 2010).

#### 2.4.4 Dicamba

Com a grande incidência de plantas daninhas resistentes ao glyphosate e a outros herbicidas, empresas de sementes têm desenvolvido híbridos e variedades com resistência a mais de um herbicida (VINK *et al.*, 2012). No Brasil existe a possibilidade do lançamento comercial de cultivares que apresentam resistência aos herbicidas dicamba e 2,4-D, além do glyphosate.

O herbicida dicamba é classificado como mimetizadores de auxina, e tem sido utilizado por mais de 60 anos, e biótipos de plantas daninhas resistentes não são muito comum (ZHENG; HALL, 2001; INOUE; OLIVEIRA JR., 2011). Sendo assim, herbicidas deste grupo são ferramentas de extrema importância para o controle de plantas daninhas resistentes (PRESTON *et al.* 2009).

Uma das limitações para a utilização destes herbicidas são as restrições para aplicações muito próximas à semeadura de culturas sensíveis (KEELING *et al.* 1989; THOMPSON *et al.* 2007), como a soja e o algodão.

Dentre os diversos grupos de herbicidas, os pertencentes as auxinas sintéticas são os mais voláteis e dentre elas o ácido 2,4-D e o dicamba são destacados como os mais utilizados dessa classe. Das auxinas citadas, o dicamba vem se tomando alvo de questionamento em alguns países no mundo, principalmente nos Estados Unidos, devido à utilização de produtos à base desse ingrediente ativo (COJOCARU *et al.* 2013; ROBINSON; SIMPSON; JHONSON, 2013).

O dicamba é uma auxina sintética, absorvida pelas folhas e translocada através da planta (IUPAC AGROCHEMICALS, 2019). As auxinas atuam principalmente no crescimento do caule e da raiz, portanto essa classe de produto impede que esse desenvolvimento da planta ocorra, causando a morte ou atrofia das plantas (HERRERA; ONO; LEAL, 2004). Inúmeros problemas são citados para essa molécula, em relação ao seu potencial de volatilidade, porém, o dicamba é classificado como um herbicida pouco volátil por possuir pressão de vapor de  $9,2 \times 10^{-7}$  mmHg e extremamente solúvel em água por solubilizar 720000 mg L<sup>-1</sup> (VIDAL, 2002).

A volatilidade pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles se destacam temperatura, umidade, método de aplicação e tipo de formulação. Alguns estudos apontam que o dicamba pode volatilizar por até 2 dias após a aplicação e que quanto maior a umidade relativa do ar, menor a volatilidade da molécula. Chuvas de até 1 mm podem eliminar a deriva por volatilidade desse ingrediente ativo.

Produtos à base de dicamba já apresentaram problemas relacionados à contaminação nos EUA, de forma que hoje esse ativo é considerado de uso restrito ou vetado em alguns estados daquele país (GRAY, 2017). A recente comercialização de algodão e soja resistente ao dicamba (DT) para os produtores norte-americanos aumentou de forma significativa a sua venda e uso. Grande número de reclamações também foram detectadas com esse aumento no uso, devido a muitas variedades susceptíveis instaladas ao lado de variedades resistentes, devido a facilidade de deriva que o herbicida dicamba possui (BRADLEY, 2017)

As primeiras detecções de dicamba fora do alvo, foram encontradas através de: deriva, volatilidade e em pulverizadores contaminados (KNISS, 2018; SOLTANI. *et al*). Sendo a contaminação em tanque de pulverizadores comerciais umas das formas mais viáveis para diminuir as injúrias causadas por esse herbicida nas lavouras. E com isso, maneiras eficientes para a correta limpeza desses tanques precisam ser identificadas (WERLE, 2018).

### 3.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Dashen, localizado no município de Bandeirantes-PR. Foram utilizadas quatro unidades de pulverização com características específicas que representaram situações de operação usual em campo e que indicassem potencial risco de contaminação por dificuldade de limpeza conforme Figura 1. Cada unidade de pulverização representou uma repetição.

**Figura 1:** Pulverizador modelo Pulsar 100 fabricado por Micron S/A.



Fonte: Autor (2020)

As unidades de pulverização são modelo pulsar 100 fabricado por Micron S/A, com capacidade de 100 litros. Elas foram modificadas a fim de dificultar a sua limpeza, contendo: bomba de pulverização, agitador mecânico, filtro de linha, válvula solenoide, fluxômetro, barra de pulverização, seis bicos, filtro de pontas e seis pontas de pulverização.

Cada unidade de pulverização contém um segmento de barra do modelo Columbia AD 18 fabricado por Máquinas Agrícolas Jacto S/A a qual contém uma barra de aço inoxidável de 3,0 metros de comprimento com 12,6 milímetros de diâmetro interno, com 6 bicos instalados a cada 0,5 metros e 6 pontas de pulverização em cada barra, conforme Figura 2. Este modelo de barra foi escolhido por apresentar em suas extremidades uma terminação bloqueada por drenos móveis que durante a pulverização impede a circulação de calda no local, favorecendo a deposição de resíduos da calda de agroquímicos.

Cada uma das pontas de pulverização das barras é envolvida com uma mangueira encaixada em orifícios sobre tubos de PVC de 50 milímetros. A mangueira faz com que todo o líquido pulverizado vá para dentro de depósitos

plásticos para contenção da calda, evitando a ocorrência de deriva do líquido pulverizado e reduzindo o risco de contaminação e perdas de calda.

**Figura 2:** Sequência de pontas instaladas na barra Columbia AD 18.



Fonte: Autor (2020)

As pontas de pulverização utilizadas foram modelos de jato plano AVI-110015 com vazão de 0,48 L/min, que operaram em uma pressão de 200 kPa, com vazão total das barras de 2,884 L/min. Desta forma o esgotamento de todo líquido foi de aproximadamente 34 minutos. Essa combinação adotada teve o intuito de aumentar o tempo de pulverização para elevar o potencial de contaminação do equipamento pelo maior tempo do contato, entre o interior de todo o circuito hidráulico e a calda.

Os herbicidas utilizados para contaminação dos pulverizadores foram: Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha) e Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx® (0,6 L/ha). Os agentes limpantes utilizados foram: água e hipoclorito de sódio oriundo do produto comercial Qboa®, variando o hipoclorito de sódio em sua porcentagem. Conforme a Tabela 1 podemos observar os tratamentos:

**Tabela 1:** Lista de tratamentos

| Tratamento | CALDA (dose em litros/ha)                 | AGENTE LIMPANTE | Porcentagem do agente limpante |
|------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| 1          | Roundup Transorb R® (3) + Atectra® (1,5)  | Água            | -                              |
| 2          | Roundup Transorb R® (3) + Atectra® (1,5)  | Qboa®           | 10% (HS5)                      |
| 3          | Roundup Transorb R® (3) + Atectra® (1,5)  | Qboa®           | 20% (HS10)                     |
| 4          | Roundup Transorb R® (3) + Zethamaxx (0,6) | Água            | -                              |
| 5          | Roundup Transorb R® (3) + Zethamaxx (0,6) | Qboa®           | 10% (HS5)                      |
| 6          | Roundup Transorb R® (3) + Zethamaxx (0,6) | Qboa®           | 20% (HS10)                     |

Fonte: O autor (2022)

\*HS5: 5 litros de Qboa® diluídos em 45 litros de água resultando 50 litros de calda.

\*HS10: 10 litros de Qboa® diluídos em 40 litros de água resultando 50 litros de calda.

As 4 unidades de pulverização foram abastecidas com 90L de água limpa e depois foram inseridos os herbicidas nas doses citadas de acordo com a Tabela 1. Toda a mistura de água e herbicida foi realizada sobre agitação.

Após o esgotamento total da calda, a etapa de limpeza com Qboa® a 10% foi realizada colocando em cada unidade de pulverização, 45L de água limpa mais 5 litros do agente limpante à base de hipoclorito de sódio. Essa mistura de água mais agente limpante foi mantida sob agitação por 10 minutos. Após essa agitação, foi realizado o esgotamento total dessa mistura e retirada a 1 amostra. Após esse procedimento, foram realizadas mais duas etapas de limpeza apenas com água na mesma quantidade em cada unidade de pulverização, e além disso, como na primeira limpeza, foram coletadas as amostras das mesmas, caracterizando assim a tríplice lavagem de cada unidade de pulverização.

O mesmo procedimento foi realizado com Qboa® a 20%, porem foram adicionados 40 litros de água mais 10 litros do produto comercial Qboa®.

As amostras foram coletadas da última ponta de pulverização da barra, pois a mesma pode apresentar maior grau de dificuldade de limpeza e maior retenção de resíduos, podendo, portanto, aumentar a contaminação nas amostras de limpeza.

Todas as amostras de limpezas coletadas foram aplicadas em planta de soja em estágio V4/V6, para verificar o potencial de fitointoxicação (injúrias) do resíduo retirado das caldas das unidades de pulverização.

As amostras decorrentes das limpezas das unidades de pulverização e a calda contaminante, foram aplicadas com um pulverizador costal com pressão de 150 kPa e velocidade da barra de pulverização de 1,0 m/s com pontas de jato

plano modelo AXI 110 02 espaçadas em 0,5 metros a uma altura de 0,5 metros da parte mais alta das plantas de soja, conforme Figura 3 contida no Apêndice.

As plantas de soja foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 5,0 L proveniente da área experimental do Instituto Dashen. As sementes são da cultivar BRS 511 e foram tratadas com Standak Top® na dose de 0,2 L/100 kg de semente.

Os valores de injúrias sobre a cultura da soja foram avaliados aos 7,14,21 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), de acordo com os sintomas visuais de injúrias, numa escala de 0% (zero) a 100%, em que 0 (zero) equivale a ausência de dano visível na planta e 100, à morte da planta (SILVA, 2004; Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995).

Os valores de injúrias foram computados em planilha do Microsoft Excel®. Após isso, foram exportados para o programa estatístico “STATISTICA”, o qual foi utilizado para obtenção das análises. O experimento foi conduzido em blocos casualizados e os dados foram submetidos à ANOVA com fatorial 3x3 (agentes limpantes e número de lavagem) e as médias foram comparadas com intervalo de confiança de 95% de probabilidade. As decisões estatísticas foram tomadas baseadas no valor de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada herbicida utilizado, os valores de injúrias tiveram que ser avaliados de maneira isolada, uma vez que, cada herbicida apresenta um sintoma de injúria característico. Sendo assim, os dados foram demonstrados para cada calda separadamente.

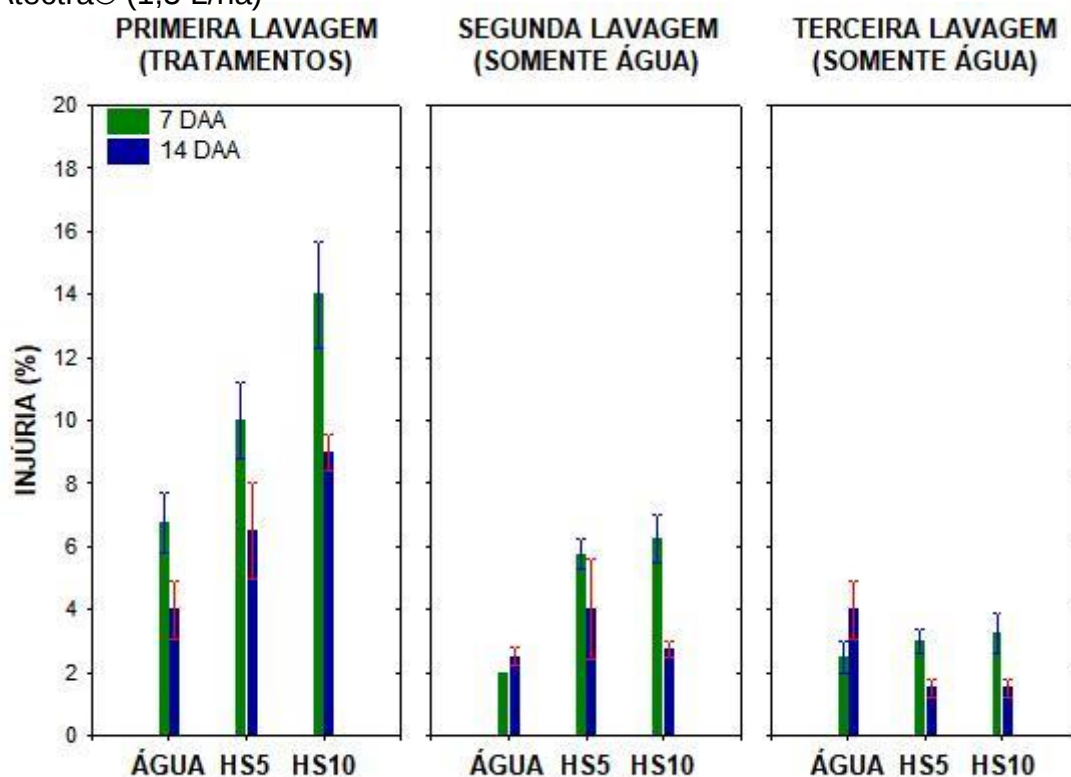
Para a calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha), houve interação entre o agente limpante utilizado e as lavagens aos 7 e 14 DAA, conforme o valor de p encontrado de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2:** Valores de p da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha)

|                                     | 7 DAA    | 14 DAA   | 21 DAA   | 28 DAA   | 35 DAA   |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>PRODUTO DE LIMPEZA</b>           | 0,000019 | 0,465486 | 0,112758 | 0,140305 | 0,045171 |
| <b>LAVAGEM</b>                      | 0,000000 | 0,000009 | 0,011514 | 0,960910 | 0,000005 |
| <b>PRODUTO DE LIMPEZA X LAVAGEM</b> | 0,011771 | 0,003092 | 0,363336 | 0,893398 | 0,487943 |

Os resultados encontrados para os valores de 7 e 14 DAA estão expressos na Figura 4.

**Figura 4:** Valores de injúrias 7 e 14 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha)



Para as avaliações realizadas aos 7 DAA, nota-se superioridade nos valores de injúrias encontrados em todas as lavagens quando utilizado o agente limpante hipoclorito Qboa® à 10 litros, principalmente na primeira lavagem, quando comparado à água e Boas® à 5 litros. Esse dado pode ser explicado uma vez que a Qboa® retirou maior resíduo da calda.

Já para os valores de injúrias aos 14 DAA, o hipoclorito de sódio de maneira geral obteve maiores valores na primeira e segunda lavagem, sendo que na primeira lavagem o hipoclorito à 10 litros foi superior, fato esse que não ocorreu na segunda lavagem, onde os valores para o hipoclorito à 5 litros foram ligeiramente maiores.

Para a terceira lavagem aos 14 DAA, nota-se que a água tem maiores valores de injúrias quando comparados aos valores encontrados na utilização de hipoclorito. Isso pode ser resultado de uma má retirada de resíduos da água nas primeiras lavagens e apenas na última lavagem retirar esses resíduos. Entre a utilização de Qboa® à 5 litros ou à 10 litros, não há diferença expressiva.

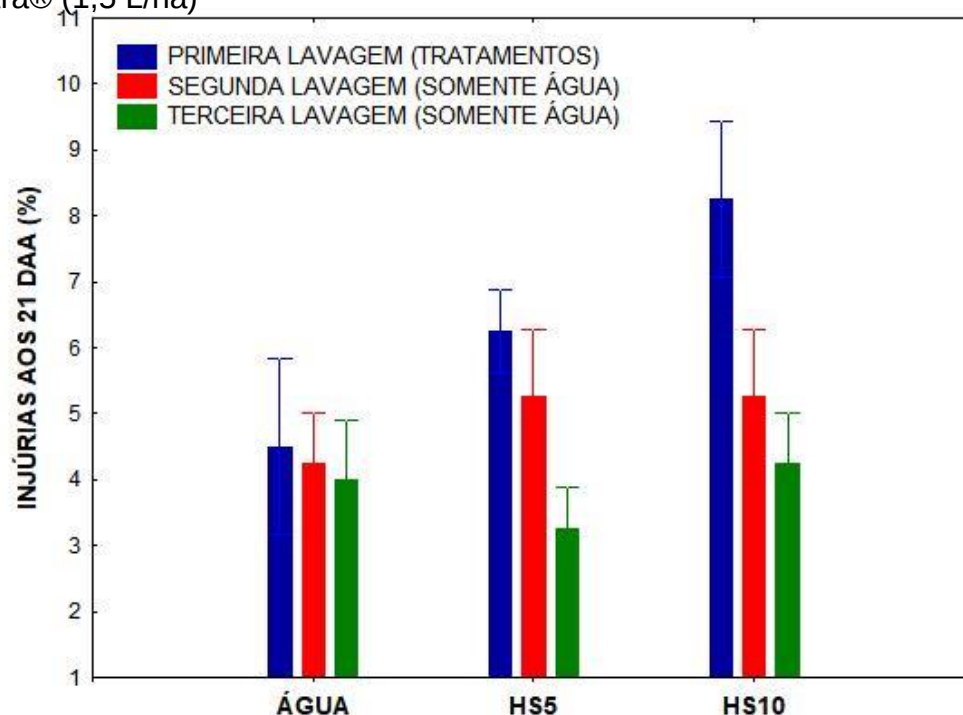
Os valores de injúrias tiveram uma diminuição expressiva com a realização dos processos de lavagens para 7 e 14 DAA, fato esse que também foi encontrado por Moreira (2019), onde utilizando diferentes tipos de agentes limpantes conseguiu diminuir os valores de injúrias causadas por herbicidas.

Os valores de injúrias encontrados aos 7 DAA não eram esperados, uma vez que de acordo com Griffin *et al.* (2013) e Growe (2017) o efeito do dicamba no metabolismo vegetal é lento, sendo assim as maiores lesões eram esperadas aos 14 DAA.

De acordo com os valores de p contidos na Tabela 2, os dados analisados para injúrias aos 21 e 35 DAA foram em relação as lavagens realizadas. Já para os dados de injúrias aos 28 DAA, não se obteve diferença em nenhuma variável.

Os valores de injúrias encontrados aos 21 DAA, estão expressos na Figura 5.

**Figura 5:** Valores de injúrias 21 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha)

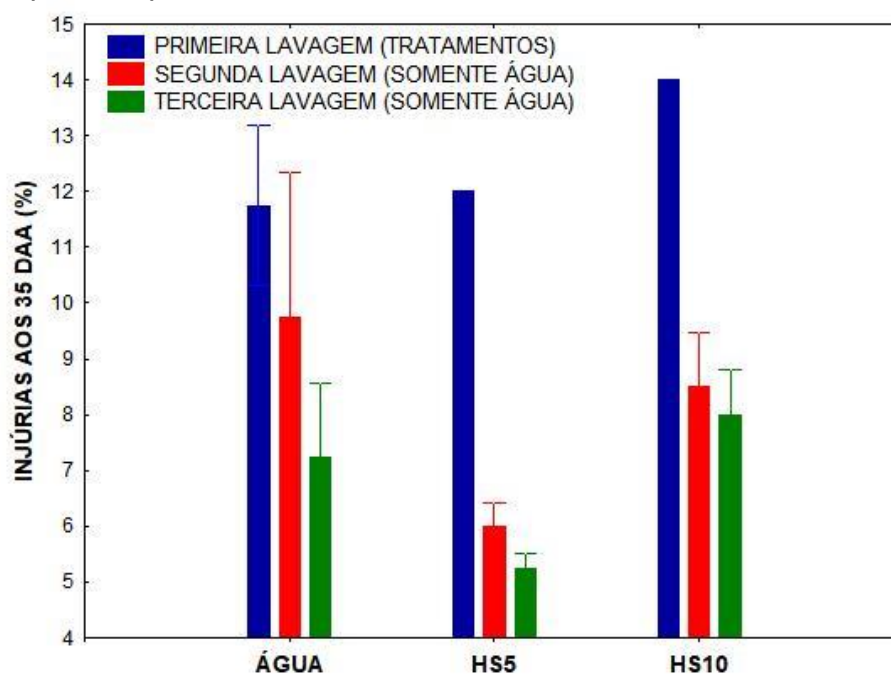


Observa-se que para a primeira lavagem, o agente Qboa® à 10 litros foi superior aos demais, com notas de injúrias maiores, resultando numa maior retirada de resíduos. Na segunda lavagem, as duas concentrações de Qboa® obtiveram valores semelhantes, porém ambos foram superiores à água.

Na terceira lavagem ocorridas aos 21 DAA, nota-se que à água e a Qboa® à 10 litros foram semelhantes e superiores a Qboa® à 5 litros.

Os valores de injúrias encontrados aos 35 DAA, estão expressos na Figura 6.

**Figura 6:** Valores de injúrias 35 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Atectra® (1,5 L/ha)



Pode-se observar que para a primeira e terceira lavagem, os valores de injúrias encontrados com a utilização de Qboa® à 10 litros foram superiores aos demais.

Nota-se que para a segunda lavagem, o agente limpante água foi superior aos demais tratamentos.

Assim como os valores de injúrias tiveram uma diminuição expressiva aos 7 e 14 DAA, os valores encontrados aos 21 e 35 DAA também tiveram o mesmo comportamento.

Para a calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha) os valores de p encontrados estão expressos na Tabela 3.

**Tabela 3:** Valores de p da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha)

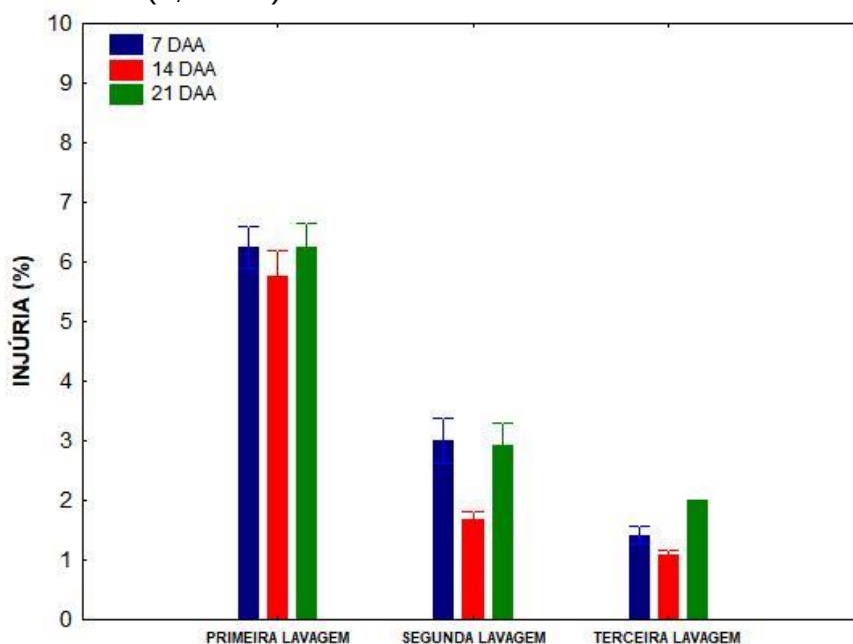
|                                     | 7 DAA    | 14 DAA   | 21 DAA   | 28 DAA   | 35 DAA   |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>PRODUTO DE LIMPEZA</b>           | 0,199710 | 0,540240 | 0,337702 | 0,000000 | 0,000000 |
| <b>LAVAGEM</b>                      | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,669567 | 0,000000 |
| <b>PRODUTO DE LIMPEZA X LAVAGEM</b> | 0,627618 | 0,429776 | 0,573553 | 0,651145 | 0,000794 |

Fonte: O autor (2022)

Para as análises de 7,14 e 21 DAA dos valores de injúrias utilizou-se médias baseadas apenas nas lavagens de acordo com os valores de p encontrados.

Os valores encontrados aos 7,14 e 21 DAA, estão expressos na Figura 7.

**Figura 7:** Valores de injúrias 7,14 e 21 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha)



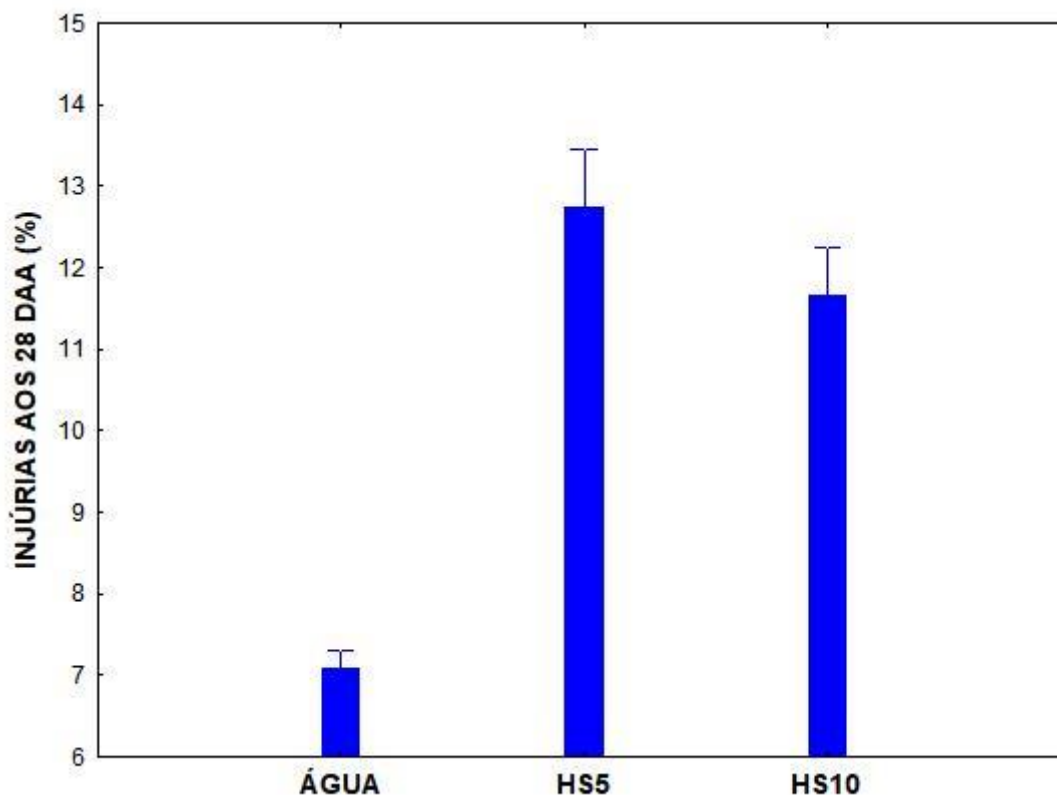
Observa-se que de 7 para 14 dias, os valores de injúrias diminuíram drasticamente de acordo com a sequência das lavagens e sequência de dias passados, sendo maior nas primeiras lavagens e menor na terceira lavagem. Além disso, os valores de injúrias foram menores aos 14 DAA quando comparado aos 7 DAA.

Nota-se que aos 21 DAA, os valores de injúrias subiram novamente em relação aos dias anteriores, fato esse que pode ser explicado pelo tipo de calda aplicada, uma vez que a mesma tem um efeito residual maior quando comparado a primeira calda.

Para os valores de injúrias 28 DAA, foram utilizados os dados de produtos de limpeza de acordo com os valores de p encontrados na Tabela 3.

Os valores de injúrias 28 DAA, estão expressos na Figura 8:

**Figura 8:** Valores de injúrias 28 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha)



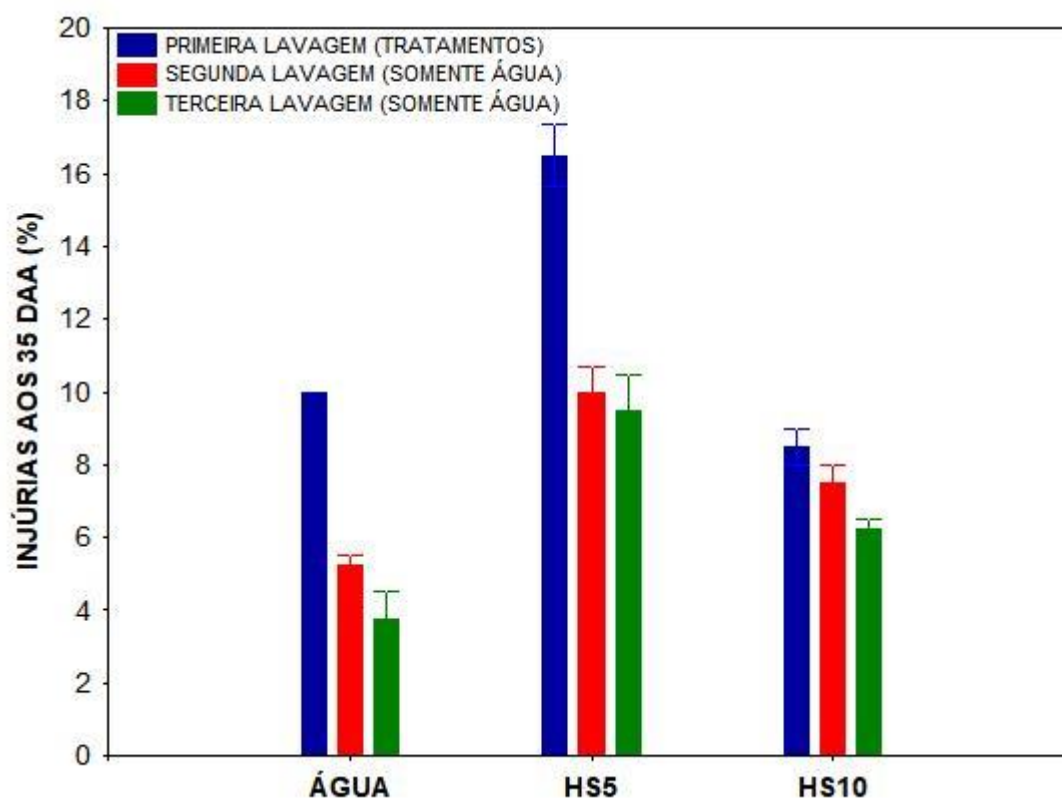
Observa-se que a utilização de agentes limpantes à base de hipoclorito de sódio, aumenta expressivamente os valores de injúrias obtidos quando comparados ao agente limpante água e pode auxiliar na remoção de resíduos de tanques contaminados.

Além disso, o aumento de dose da Qboa® de 5 para 10 litros nesse caso, não causou diferença expressiva.

Para os dados de injúrias aos 35 DAA, houve interação entre agentes limpantes e lavagens conforme valor de p.

Os valores de injúrias aos 35 DAA estão expressos na Figura 9.

**Figura 9:** Valores de injúrias 35 DAA da calda Roundup Transorb R® (3 L/ha) + Zethamaxx (0,6 L/ha).



Pode-se observar que os maiores valores de injúrias foram encontrados quando foi utilizado o agente limpante Qboa® à 5 litros.

Na primeira lavagem aos 35 DAA, o agente limpante água e Qboa® à 10 litros não tiveram grandes diferenças. Porém, na segunda e terceira lavagem, Qboa® à 10 litros ganha maiores valores de injúrias quando comparado à água, retirando assim maiores resíduos.

Vale salientar, que com o decorrer das lavagens, todos os valores de injúrias foram diminuindo entre os agentes limpantes, além disso, faz-se necessário a aplicação isolada dos agentes limpantes para identificar se existe algum efeito fitotóxico do mesmo sobre as plantas sensíveis.

## 5. CONCLUSÃO

A utilização de Qboa® aumenta os valores de injúrias tanto para a calda Roundup Transorb R® + Atectra® quanto para a calda Roundup Transorb R® + Zethamaxx e pode ser utilizado como agente limpante para retirada de resíduos de herbicidas em pulverizadores contaminados.

A utilização de Qboa® faz com que ocorra uma maior retirada de resíduos de tanques contaminados com Roundup Transorb R® + Atectra® e Roundup Transorb R® + Zethamaxx®.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faz-se necessário o reforço do emprego da técnica de tríplice lavagem em pulverizadores utilizados por produtores, visto que esta técnica é de suma importância e pode auxiliar na remoção de resíduos provenientes das diversas misturas de em tanque que acontecem.

Tem-se disponível no mercado, outras opções de agentes limpantes que podem ser viáveis e auxiliar nessa técnica, podendo atender as diversas necessidades e ocasiões diferentes existentes.

Além disso, vale salientar que o mercado sempre continuará oferecendo e inovando as moléculas químicas, aumentando assim o risco de contaminação do pulverizador, visto que ao mesmo tempo os circuitos hidráulicos também ficarão mais complexos e difíceis de serem limpos. Sendo assim, aumentando também os cuidados especiais na forma de limpeza e tipo de limpeza a ser utilizado com o intuito de diminuir injúrias indesejáveis.

## 7. REFERÊNCIAS

- Agostinetto, D.; Rigoli, R.P.; Schaedler, C.E.; Tironi, S.P.; Santos, L.D. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.271-278, 2008.
- ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R. Manejo de glyphosate em soja RR e a qualidade das sementes. **Inf. Abrates**, Londrina. v. 20, n. 1, p. 45-54, 2010.
- ALISTER, C, *et al.* Dissipation and movement of flumioxazin in soil at four field sites in Chile. **Pest Management Science**. v.64, n.5, p.579-583, 2008
- AL-KHATIB, K.; PETERSON, D. Soybean (*Glycine max*) response to simulated drift from selected sulfonylurea herbicides, dicamba, glyphosate and glufosinate. **Weed Technology**, v. 13, n. 2, p. 264-270, 1999.
- ALONSO, D. G. *et al.* Seletividade de glyphosate isolado ou em misturas para soja rr em aplicações sequenciais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 203–212, 2013.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 592.
- ALTIERI, M.A. & NICHOLLS, C.I. *In*: Paulo Emílio Lobato e Wilson Schmidt (orgs. **Agroecologia e sustentabilidade no mundo rural: experiências e reflexões de agentes de desenvolvimento**. Chapecó: ARGOS, 2006. p. 9 – 12
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. *In*: TOMQUELSKI, G. V. *et al.* (Eds.). **Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012**. 5. ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. cap. 16, p. 113-139, 2012.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. *In*: Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.
- BLACKSHAW, R.E.; HARKER, K.N. Selective weed control with glyphosate in glyphosate-resistant spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, v.16, p.885- 892, 2002.
- BOTT, S. *et al.* Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). **Plant Soil**, v. 312, n. 1,2, p. 185-194, 2008.
- Bradley, K.W. A Final **Report on Dicamba-injured Soybean Acres**. **University of Missouri**. 2017. Available online: [https://ipm.missouri.edu/IPCM/2017/10/final\\_report\\_dicamba\\_injured\\_soybean/](https://ipm.missouri.edu/IPCM/2017/10/final_report_dicamba_injured_soybean/) (accessed on 7 March 2020).

CAKMAK, I. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium and iron in non-glyphosate resistant soybean. **Europ. J. Agron.**, v. 31, n. 1, p. 114-119, 2009.

CAPORAL, F.R **Em defesa de um Plano Nacional de Transição Agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações.** Brasília; 2008. 35 p.

CARVALHO, J.A., SILVAN, A.L.P., SANTOS, V.L.M., BRITO, C.H., SANTOS, C.M. Eficácia e seletividade do herbicida flumioxazin aplicado em pós-emergência no controle de plantas daninhas no cultivo da soja 'DOKO RC'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Resumos...** Londrina, PR: [s.n.], 1999. p. 409

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas: a teoria da trofobiose/** Francis Chaboussou; tradução de Maria Jose Guazzellli. 1 Ed . São Paulo : Expressão Popular, 2006

CHAIM, Aldemir. História da pulverização. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, 1999.

CHECHETTO, R. G. **Potencial de redução da deriva em função de adjuvantes e pontas de pulverização.** 2011, 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle.** São Paulo: Teejet South América, 1999.

COJOCARU, O. A.; SHAMSHINA, J. L., GURAU, G.; ET AL., Ionic liquids forms of the herbicide dicamba with increased efficacy and reduced volatility. **Green Chemistry**, v. 15, p. 2110-2120, 2013.

COSTA, E. R., SILVA, A. A., FERREIRA, F. A. Tolerância da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) ao herbicida flumioxazin aplicado em pós emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu, MG: Editora SBCPD, 1997. p. 72.

COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H. Complexos metálicos com o herbicida glifosato: revisão. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 28, n. 6, p. 1038-1045, 2005. Acesso em: 28/01/2019. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422005000600019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422005000600019&lng=en&nrm=iso) DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000600019>

CUNHA, J. P. A. R. **Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho.** **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.3, p.366-372, 2010.

CUNHA, J. P. A. R. *et al.* Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 977-985, outubro 2004.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; DAN, L. G. M.; BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA NETO, A. M.; D'AVILA, R. P. Seletividade de clomazone isolado ou em mistura para a cultura do algodoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 601-607, 2011

DEFELICE, M. **PPO inhibitor (cell membrane disruptor)**. *In*: Crop management research & Technology, 2000. 3 p.

DUGGLEBY, R. G., MCCOURT, J. A., GUDDAT, L. W., 2008. Structure and mechanism of inhibition of plant acetohydroxyacid synthase. **Plant Physiology and Biochemistry** 46, 309- 324.

DURIGAN, J. C. Comportamento de herbicidas no ambiente. *In*: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1989, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBS/ABRACAV/SIF, 1989.

EMBRAPA, Brasil. Manual técnico para subsidiar a mistura em tanque de agrotóxicos e afins. Londrina/PR: **EMBRAPA Soja**, 2021. 23 p. v. 1. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223889/1/DOC-437.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2021.

FARINHA, J. V.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D.. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estágio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

FERRELL, J.A, et al. Sorption and desorption of flumioxazin to soil, clay minerals and ionexchange resin. **Pest Management Science**, v.61, n.1, p.40-46, 2005

FREITAS, F.C.L.; TEIXEIRA, M.M.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; MACHADO, A.F.L.; VIANA, R.G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo Teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

GALLI, A. J. B. **A molécula glyphosate e a agricultura brasileira**. *In*: VELINI, E. D.; MESCHEDÉ, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. *Glyphosate*. Botucatu: Fepaf, cap. 2, p. 17-19, 2009.

GANDOLFO, M. A. et al. Potencial de deriva da mistura de 2,4-D com glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 11, n. 3, p. 332, 10 dez. 2012.

GANDOLFO, M.A.; GANDOLFO, U.D. Limpeza x Sofisticação. **Revista Cultivar Máquinas**, s./v., n.188, p.37-39, 2018.

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

GIPEG. **Grupo de informações e pesquisas sobre o glyphosate**. 2017. Disponível em: <http://www.glifosatoinfo.org/#hash-3>. Acesso em: 14 dez. 2021.

GRAY, B., Missouri and Arkansas ban dicamba herbicide as complaints snowball, **St. Louis post-dispatch**, 2017.

GROWE, A. M. et al. **Effects of Sub-lethal Rates of Dicamba on Maturity Group V and VI Soybean Growth and Yield**. 2017.

GUIMARÃES, G. L. Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: 2014. CD ROM.

HERRERA, T. I., ONO, E. O., LEAL, E. P., Efeitos de auxina e bom no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.), **Biotemas**, v.17, n.1, p.65-67, Florianópolis, 2015.

HUBER, D. M. Strategies to ameliorate glyphosate immobilization of manganese and its impact on the rhizosphere and disease. *In*: LORENZ, N.; DICK, R. **Proceedings of the Glyphosate Potassium Symposium** 2006. DeWitt: Ohio State University, AG Spectrum, 2006.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Boletim 2017 – **Químicos e Bioquímicos, os 10 ingredientes ativos mais vendidos**. 2017. Acesso em: 26/11/2018. Disponível em: <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>

INOUE, M.H.; OLIVEIRA JR., R.S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. *In*: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.193-214.

IUPAC AGROCHEMICALS, **Dicamba, International union of pure and applied chemistry**, c2019. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeruaupac/Reports213.htm>. Acesso em 01 de mar., 2020)

JOHNSON, B.; CASADY, B.; PETTERSON, D.; KUHLMAN, D. **Cleaning field sprayers to avoid crop injury**. Published by Extension, University of Missouri, USA. 2007.

JOHNSON, B.; CASADY, B.; PETTERSON, D.; KUHLMAN, D. **Cleaning field sprayers to avoid crop injury**. Published by Extension, University of Missouri, USA. 2007.

KAGI, F. Y. Mistura em tanque: problemática legal e suas implicações na prática (registro, recomendação, aplicação) VI SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. **Anais...** Londrina: FEPAF, 2013

KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. **Seletividade de herbicidas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. p. 8, 2007. (Circular Técnica, 98).

KEELING, J.W. *et al.* Horseweed (*Conyza canadensis*) control in conservation tillage cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v.3, n.2, p.399–401, 1989.

Kniss, A.R. Soybean response to dicamba: A meta-analysis. **Weed Technol.** 2018, 32, 507–512.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, v.53, p.84–89, 2005.

KRAUSE, N. D. Necessidades tecnológicas relacionadas a novos ingredientes ativos, formulações e da prática da realização de misturas de agrotóxicos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: 2014. CD ROM.

LAMEGO, F. P. *et al.* Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 491-498, 2004.

Lamego, F.P.; Ruchel, Q.; Kaspary, T.E.; Gallon, M.; Basso, C.J.; Santi, A.L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.31, n.3, p.521-531, 2013.

LOBO JÚNIOR, Manoel Ibrain. **Pulverizador Turbo Atomizador**. Disponível em: . Acesso em: 12 nov. 2021

LICH, J. M.; RENNER, K. A.; PENNER, D. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 1, p. 12–21, 1997.

LIMONGELLI, J.C., RONDIONE, M.C. LOZANO, J.F. Impacto de la contaminación en la Calidad de los productos vegetales. *In*: **Seminário Juízo A Nuestra Agricultura**. Buenos Aires, p.174, 1991.

LUCHINI, L. C. **Considerações sobre algumas propriedades físico-químicas do glyphosate**. *In*: VELINI, E. D.; MESCHADE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. *Glyphosate*. Botucatu: Fepaf, cap. 3, p. 21-30, 2009.

MACHADO, A. F. L. *et al.* Absorção, translocação e exsudação radicular de glyphosate em clones de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 549-554, 2009.

MARIA, A. M. de; **Dispositivos legais de registro e controle do uso de agrotóxicos no Brasil: um estudo de caso no Estado do Tocantins** / Adriana Matos de Maria. - Manaus: UFAM, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) — Universidade Federal do Amazonas, 2009

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

MATZENBACHER, F. O. *et al.* Environmental and physiological factors that affect the efficacy of herbicides that inhibit the enzyme protoporphyrinogen oxidase: a literature review. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 457-463, 2014.

MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola em Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**. v.7, s./n., p.1-22, 2002.

MOREIRA, Renata Castanho. **Efeito do Invictus® sobre a técnica de limpeza do pulverizador contendo resíduos de herbicidas**. 2019. 46f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2019.

MILAN, M. Improving operational management of harvest, transport and mechanization for sugar-cane in Brazil. Ph.D (Thesis) – Silsoe College, Crainfield **Institute of technology**. Silsoe, p. 226, 1992.

NEUMANN, G. *et al.* Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. **J. Plant Dis. Protec.**, v. 1, p. 963-969, 2006. Número Especial

CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. cap. 7, p. 232-235.

OLIVEIRA, T. Mistura em tanque, aspectos legais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: 2014. CD ROM.

PETTER, F.A. *et al.* Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, p. 16-27, 1985.

PRESTON, C. *et al.* Inheritance of resistance to the auxinic herbicide dicamba in *Kochia* (*Kochia scoparia*). **Weed Science**, v.57, n.1, p.43-47, 2009.

PROCÓPIO, S. O. *et al.* **Utilização do herbicida 2,4-d na dessecação de manejo em lavoura de soja no sistema de plantio direto.** Magistra, Cruz das Almas-BA, v. 21, n. 3, p. 187-193, jul./set., 2009.

REYNALDO, E.F.; MOLIN, J.P. Proposta metodológica para avaliação de controlador automático de seções e pulverização. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.111-120, 2011.

ROBINSON, A. P., SIMPSON, D. M., JHONSON, W. G.. Response of Glyphosate-tolerant soybean yield components to dicamba exposure. **Weed Science**. vol. 61, p. 526-536, 2013.

RODRIGUES, B. N., ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina, PR: [s.n.], 1998. 648 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina, p. 697,2011.

RODRIGUES, J. D. Absorção e transporte de solutos nas plantas. In: VELINI, E. D.;MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**.Botucatu: Fepaf, cap. 4, p. 31-112, 2009.

SANTOS, J. B. *et al.* Efeito de formulações na absorção e translocação do glyphosate em soja transgênica. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 381-388, 2007.

SANTOS, J., E., G., G.; SANTOS FILHO, A., G.. Apostila de Máquinas Agrícolas. Universidade Estadual Paulista, Campus Universitário de Bauru, Faculdade de Engenharia, Bauru, SP, 2001, p. 81-82.

SCHIMIDT, W. & LOVATO, P.L. **Apresentação.** In Agroecologia e sustentabilidade no mundo rural: experiências e reflexões de agentes de desenvolvimento local/ Paulo Emílio Lobato e Wilson Schmidt (orgs.). Chapecó, SC: ARGOS, 2006 Págs. 13 – 25.

SILVA, A. A., VIVIAN, R., OLIVEIRA JR., R. S., 2007. **Herbicidas: comportamento no solo.** In: SILVA, A. A.; Silva, J. F. (Ed.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa,189-248.

SILVA, D.R.O.; SILVA, E.D.N.; AGUIAR, A.C.M.; NOVELLO, B.D.; SILVA, A.A.A.; BASSO, C.J. Drift of 2, 4-D and dicamba applied to soybean at vegetative and reproductive growth stage. **Ciência Rural**, v. 48, n. 8, 2018.

SILVA, W.; VILELA, D.; COBUCCI, T.; HEINEMANN, A. B.; REIS, F. A.; PEREIRA, A. V., FERREIRA, R. P. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas em alfafa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 729-735, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SOLOMON, C. B.; BRADLEY, K. W. Influence of application timings and sublethal rates of synthetic auxin herbicides on soybean. **Weed technology**, v.28, n.3, p.454-464, 2014

Soltani, N.; Nurse, R.E.; Sikkema, P.H. Response of glyphosate-resistant soybean to dicamba spray tank contamination during vegetative and reproductive growth stages. **Can. J. Plant Sci.** 2016, 96, 160–164.

STRACCI, L. Agrotóxicos e a poluição das águas. **Revista Online Cidadania e Meio Ambiente**, 2012.

SUDIANTO, E., BENG-KAH, S.,TING-XIANG, N., SALDAIN, N. E., SCOTT, R. C., BURGOS, N. R., 2013. Clearfield® rice: Its development, success, and key challenges on a global perspective. **Crop Protection** 49, 40-51.

TAN, S., EVANS, R., SINGH, B., 2006. Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino Acids** 30, 195-204.

TEWARI, V. K.; MURALIKRISHNA, R. V. S.; PANDYA, A. C. **Performance evaluation and computer aided design of valve type hollow cone nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1998. 15 p.

THOMPSON, M.A. *et al.* Soybean tolerance to early preplant applications of 2,4-D ester, 2,4-D amine and dicamba. **Weed Tecnology**, v.21, n.4, p.882-885, 2007.

ULBRICH, A. V.; SOUZA, R.P.; SHANER, D. Persistence and carryover effect of imazapic and imazapyr in Brazilian cropping systems. **Weed Technology**,v. 19, n. 4, p. 986-991, 2005.

Urio, Mateus Roberto. **Avaliação das necessidades dos clientes sob o aspecto operacional de pulverizadores do tipo acoplado de barras**. BS thesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 367- 373, 1999.

VIDAL, R., **Ação dos herbicidas**, v. 1. 1ª edição, Editora Ribas Vidal, p. 70 — 75, 2002

VINK, J.P. *et al.* Glyphosate-resistant giant ragweed (*Ambrosia trifida*) control in dicamba-tolerant soybean. **Weed Tecnology**, v.26, n.3, p.422-428, 2012.

Werle, R.; Oliveira, M.C.; Jhala, A.J.; Proctor, C.A.; Rees, J.; Klein, R. Survey of Nebraska Farmers' Adoption of Dicamba Resistant Soybean Technology and Dicamba Off-Target Movement. **Weed Technol.** 2018, 32,754–761.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. **Crop Protec.**, v. 26, p. 370-376, 2007.

ZHENG, H.G.; HALL, J.C. Understanding auxinic herbicide resistance in wild mustard: physiological, biochemical, and molecular genetic approaches. **Weed Science**, v.49, n.2, p.276-281, 2001.

ZOBIOLE, L. H. S. *et al.* Effect of glyphosate on symbiotic N<sub>2</sub> fixation and nickel concentration in glyphosateresistant soybeans. **Applied Soil Ecol.**, v. 44, p. 176-180, 2010.

## APÊNDICE

**Figura 3:** Aplicação com pulverizador costal.

