

2024

# Efeito de tríplice lavagem, do uso dos agentes descontaminantes e da limpeza prévia em diferentes pulverizadores no potencial de retirada do herbicida dicamba

Silva, Cassia Milena da

Universidade Estadual do Norte do Paraná

SILVA, Cassia Milena da. Efeito de tríplice lavagem, do uso dos agentes descontaminantes e da limpeza prévia em diferentes pulverizadores no potencial de retirada do herbicida dicamba. Orientador: Marco Antônio Gandolfo. 2024. 32 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2024.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/287>

*Baixado de Repositório Institucional UENP*



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

**CASSIA MILENA DA SILVA**

**Efeito de tríplex lavagem, do uso dos agentes descontaminantes e da limpeza prévia em diferentes pulverizadores no potencial de retirada do herbicida dicamba.**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL**

**2024**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

S5862e Silva, Cassia Milena da.  
Efeito de tríplex lavagem, do uso dos agentes descontaminantes e da limpeza prévia em diferentes pulverizadores no potencial de retirada do herbicida dicamba / Cassia Milena da Silva. – 2024.  
31 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Agronomia, 2024.  
Inclui bibliografia.

1. Descontaminação química - Dissertação. 2. Química agrícola - Dissertação. 3. Produtos fitoquímicos (herbicidas) - Dissertação. 4. Fitotoxicidade - Dissertação. 5. Equipamento de irrigação. 6. Lavagem (pulverizadores). I. Gandolfo, Marco Antonio. II. Universidade Estadual do Norte do Paraná. Campus Luiz Meneghel. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em Agronomia. III. Título.

CDD: 631.5 (22.ed.)

Elaborada pelo Bibliotecário Elísio Custódio Brentan Junior (CRB-9 PR n.º 1955/O)

CASSIA MILENA DA SILVA

**Efeito de tríplice lavagem, do uso dos agentes descontaminantes e da limpeza prévia em diferentes pulverizadores no potencial de retirada do herbicida dicamba.**

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

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Leopoldo Sussumu Matsumoto – UENP

Dr. Ulisses Delvaz Gandolfo – Grupo Dashen

---

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

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente à Deus, foi Ele que me deu forças para conseguir chegar até aqui. Em segundo, minha eterna gratidão a mulher mais importante da minha vida, minha adorável mãe! E ao meu pai que mesmo no céu sei que está orgulhoso de mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço especialmente ao meu orientador Marco Antonio Gandolfo, uma pessoa admirável e um espelho para meu crescimento, agradeço pela paciência e por não ter deixado eu desistir deste sonho.

À minha família que estiveram ao meu lado e entenderam a minha ausência ao longo desses anos, a minha querida avó Anna que me aguardava todos os finais de semana com um sorriso estampado no rosto.

Ao meu namorado Matheus que esteve me apoiando e consolando a cada desânimo encontrado no caminho.

A todos os amigos do Grupo Dashen, especialmente ao Ulisses e Carlos, que me ajudaram a realizar este trabalho e por toda parceria ao longo desses anos.

À Universidade Estadual do Norte do Paraná, que me proporcionou esse sonho, aos professores pelos ensinamentos e a Sônia por toda paciência e simpatia que teve comigo.

De uma maneira geral, a todos que direta ou indiretamente contribuíram com meu mestrado, deixando essa caminhada mais leve.

## **EPÍGRAFE**

*“Nada acontece que Deus não tenha  
previsto desde toda a eternidade.”*

*Teresa de Lisieux*

SILVA, Cassia Milena. **Efeito de tríplice lavagem, do uso dos agentes descontaminantes e da limpeza prévia em diferentes pulverizadores no potencial de retirada do herbicida dicamba.** 2024. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2024.

## RESUMO

A descontaminação do circuito hidráulico de pulverização após as aplicações de dicamba é importante para evitar injúria em culturas sensíveis, como a soja, não resistente ao herbicida. A eficiência destes procedimentos depende de vários fatores, incluindo o número de lavagens e o material utilizado na fabricação do reservatório. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a quantidade de resíduos do herbicida dicamba nas três etapas de lavagens dos pulverizadores sobre dois modelos diferentes, com o uso de dois agentes descontaminantes e utilizando com e sem limpeza prévia. Neste ensaio foram utilizados os herbicidas Xtendicam® (1,5 L ha<sup>-1</sup>) e Roundup Transorb R® (3,0 L ha<sup>-1</sup>) e o adjuvante Xtend Protect® (0,1 L ha<sup>-1</sup>) e dois agentes descontaminantes Kit Spray Defuse Cromo® com Defuse A (1,5L ha<sup>-1</sup>) + Defuse B (0,25 Kg ha<sup>-1</sup>) e o Tank Cleaner ICL® (0,2 Kg ha<sup>-1</sup>). Com o objetivo de simular uma situação de alta restrição de resíduos no interior do circuito hidráulico e alta dificuldade de limpeza foi utilizado fungicida Unizeb Gold® (3,0 Kg ha<sup>-1</sup>). Os autopropelidos utilizados foram Jacto® 2000 Plus e John Deere® 4630 ambos com 2000 L de capacidade do reservatório. O experimento foi conduzido com 8 tratamentos, com 4 repetições e 3 lavagens, para obtenção de resultados foi utilizado a tecnologia de cromatografia líquida de alta eficácia. A análise de variância foi feita pelo software Sasm Agri e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott com 95% de probabilidade. Os resultados mostraram que as tríplices lavagens do circuito hidráulico foram eficazes na descontaminação dos pulverizadores. O autopropelido John Deere® apresentou maior facilidade de limpeza devido ao material do reservatório ser em polietileno. O agente descontaminante de maior eficiência foi o Kit Spray Defuse®. A lavagem prévia apresentou maior resultado no autopropelido Jacto®.

**Palavras-chave:** dicamba, fitotoxidez, descontaminação do circuito de pulverização, tecnologia de aplicação.

SILVA, Cassia Milena. **Effect of triple washing, the use of decontaminating agents and prior cleaning in different sprayers on the removal potential of the dicamba herbicide.** 2024. Dissertation Master's degree in Agronomy - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2024.

## ABSTRACT

Decontamination of the hydraulic extraction circuit after dicamba applications is important to avoid injuries to sensitive crops, such as soybeans, which are not resistant to the herbicide. The efficiency of these procedures depends on several factors, including the number of washes and the material used to manufacture the reservoir. The objective of this work was to evaluate the amount of dicamba herbicide residue in the three sprayer rinse stages on two different models, using two decontaminating agents and using them with and without prior cleaning. In this trial, the herbicides Xtendicam® (1,5 L ha<sup>-1</sup>) and Roundup Transorb R® (3,0 L ha<sup>-1</sup>) and the adjuvant Xtend Protect® (0,1 L ha<sup>-1</sup>) and two decontaminating agents were used. Defuse Cromo® Spray Kit with Defuse A (1,5L ha<sup>-1</sup>) + Defuse B (0,25 Kg ha<sup>-1</sup>) and Tank Cleaner ICL® (0,2 Kg ha<sup>-1</sup>). In order to simulate a situation of high residue restriction inside the hydraulic circuit and high cleaning difficulty, the fungicide Unizeb Gold® (3,0 kg ha<sup>-1</sup>) was used. The self-propelled vehicles used were Jacto® 2000 Plus and John Deere® 4630, both with 2000 L reservoir capacity. The was conducted with 8 treatments, with 4 repetitions and 3 washes, to obtain results, high-performance liquid chromatography technology was used. Analysis of variance was performed using Sasm Agri software and treatment means were compared using the Scott-Knott test with 95% probability. The results showed that triple rinse of the hydraulic circuit was effective in decontaminating the sprayers. The John Deere® self-propelled vehicle was easier to clean due to the tank material being made of polyethylene. The most efficient decontaminating agent was the Spray Defuse® Kit. Pre-washing showed greater results on the self-propelled Jacto®.

**Keywords:** dicamba, phytotoxicity, spray circuit decontamination, application technology.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Autopropelidos: 1) Jacto® 2000 Plus e 2) John Deere® 4630 .....	17
<b>Figura 2:</b> Herbicidas: 1) dicamba e 2) glyphosate e o Adjuvante .....	18
<b>Figura 3:</b> Amostra coletada após lavagens.....	23
<b>Figura 4:</b> Comparação da quantidade de ppm em graus de resíduo do herbicida dicamba na primeira lavagem com diferentes modelos de autopropelidos, agentes descontaminantes, com e sem lavagem prévia.....	24
<b>Figura 5:</b> Comparação da quantidade de ppm em graus de resíduo do herbicida dicamba na segunda lavagem com diferentes modelos de autopropelidos, agentes descontaminantes, com e sem lavagem prévia.....	26
<b>Figura 6:</b> Comparação da quantidade de ppm em graus de resíduo do herbicida dicamba na terceira lavagem com diferentes modelos de autopropelidos, agentes descontaminantes, com e sem lavagem prévia.....	27

## LISTA DE FLUXOGRAMAS

<b>Fluxograma 1:</b> Procedimentos sem lavagem prévia .....	19
<b>Fluxograma 2:</b> Procedimentos com lavagem prévia .....	21

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Lista de tratamentos .....	21
<b>Tabela 2:</b> Lista de tratamentos com nomenclaturas .....	22
<b>Tabela 3:</b> Análise estatística por Scott-Knott da quantificação de resíduos das amostras dos tratamentos avaliados na primeira lavagem. ....	24
<b>Tabela 4:</b> Análise estatística por Scott-Knott da quantificação de resíduos das amostras dos tratamentos avaliados na segunda lavagem. ....	25
<b>Tabela 5:</b> Análise estatística por Scott-Knott da quantificação de resíduos das amostras dos tratamentos avaliados na terceira lavagem. ....	27

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
<b>2.1 HERBICIDAS</b> .....	12
2.1.1 dicamba.....	12
2.1.2 glyphosate.....	12
<b>2.2 IMPORTÂNCIA DA MISTURA DE DIFERENTES INGREDIENTES ATIVOS EM PULVERIZAÇÕES AGRÍCOLAS</b> .....	13
<b>2.3 LIMPEZA DE CIRCUITO HIDRÁULICO DE PULVERIZADORES</b> .....	14
<b>2.4 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO</b> .....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
3.1 Equipamentos .....	16
3.2 Procedimentos de limpeza.....	17
3.2.1 Procedimentos sem lavagem prévia (com contaminação simulada).....	17
3.3 Tríplice Lavagem.....	20
3.2.2 Procedimentos com lavagem prévia .....	20
3.5 Metodologia de avaliação de resíduos por cromatografia .....	22
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>REFERÊNCIA</b> .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

O rendimento e a qualidade da colheita dependem de aplicações eficazes de produtos químicos. O uso adequado e a manutenção de pulverizadores podem melhorar o desempenho dos agroquímicos (JOHNSON et al., 2014).

Os herbicidas utilizados no manejo de controle de plantas daninhas, segundo Knowles (1998) são substâncias químicas capazes de paralisar o crescimento de espécies vegetais e para serem seletivos, eles devem ter ação de controle somente nas plantas invasoras e não em toda a cultura.

Cultivares de soja tolerantes a dicamba foram desenvolvidas como uma ferramenta adicional para controlar plantas daninhas resistentes ao 2-4,D (BEHRENS et al., 2007; GREEN, 2014). Este herbicida é uma auxina sintética usada para controlar espécies invasoras dicotiledôneas, especialmente em culturas de cereais (GROSSMANN, 2010).

As injúrias são resultantes de pequenas quantidades de resíduos de herbicidas no circuito hidráulico do pulverizador. Segundo Johnson et al. (2007), estas injúrias podem afetar o crescimento e desenvolvimentos das plantas por várias semanas após aplicação e, em outros casos, reduzir drasticamente a produção da cultura posterior.

Portanto, a limpeza do circuito de pulverização é muito importante para que tenha sucesso na aplicação de herbicida, sendo recomendado a tríplice lavagem tendo como objetivo a eliminação de resíduos em quantidade satisfatória para evitar injúrias nas lavouras (POPOV, 2019).

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a quantidade de resíduo do herbicida dicamba retirados na tríplice lavagem com uso de dois produtos descontaminantes sobre dois modelos diferentes de autopropelidos manejados com e sem limpeza prévia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HERBICIDAS

#### 2.1.1 dicamba

O herbicida dicamba é um ácido benzoico, seletivo, e tem sido utilizado em ambientes agrícolas e industriais desde 1960 para o controle em pós emergência de plantas daninhas dicotiledôneas e plantas lenhosas (US EPA 2006; LERRO et al., 2020).

O dicamba, semelhante a outros herbicidas endógenos que mimetizam a auxina, afeta a plasticidade da parede celular e o metabolismo do ácido nucleico (SHANER, 2014).

Os principais efeitos do dicamba na planta são encarquilhamento das folhas, encurvamento da folha sobre a face inferior, as hastes se curvam para o solo e se tornam rígidas, os sintomas de lesão incluem clorose de folhas terminais jovens, epinastia (enrolamento de caules e pecíolos), bases de pecíolo inchadas, redução do crescimento, murcha e necrose (GRIFFIN ET AL. 2013; OMAFRA 2014; SHANER 2014).

De acordo com Kruger et al. (2010) o herbicida dicamba é usado para controlar *Conyza bonariensis* resistente ao glifosato.

Os herbicidas auxínicos apresentam efeitos mesmo em dosagens muito baixas (OLIVEIRA JR, 2011), especialmente o dicamba, o seu uso tem aumentado e diversas culturas apresentam elevada sensibilidade, como por exemplo a própria soja não resistente ao dicamba e o feijão, pepino, beterraba, tomate, algodão e amendoim (JOHNSON et al., 2012; AGUIAR et al., 2020).

Em virtude disso, este herbicida é utilizado em pós – emergência das plantas daninhas nas culturas de monocotiledôneas como milho, sorgo, cana-de-açúcar, pastagens, trigo, cevada e outros cereais. Também podem ser usados na dessecação pré-semeadura/plantio de culturas sensíveis, quando as aplicações são realizadas de forma antecipada, de modo que ocorra a degradação do herbicida no solo (EGAN; MORTENSEN, 2012; EVERITT; KEELING, 2007; JOHNSON et al., 2010).

#### 2.1.2 glyphosate

O glyphosate é a molécula herbicida de maior participação no mercado mundial, com mais de 150 marcas comerciais sendo comercializado em mais de 119 países, com registro para várias culturas (HARTZLER, 2006; TONI et al., 2006). É considerado um importante herbicida por apresentar grande capacidade de translocação na planta (SHANER, 2009).

Considerado um herbicida não seletivo, de ação sistêmica, usado no controle de plantas daninhas anuais e perenes (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

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, os sintomas de lesão são de paralisar o desenvolvimento das plantas, amarelecimento das folhas e meristemas, seguido de necrose e morte das plantas (KARAM; OLIVEIRA, 2007).

Classificado como não seletivo (exceto para as culturas geneticamente modificadas, que possuem tolerância ao glyphosate) e de ação sistêmica (GALLI, 2009) com translocação principalmente via floema, principal mecanismo de transporte de herbicidas aplicados em pós emergência das plantas daninhas (RODRIGUES, 2009).

## **2.2 IMPORTÂNCIA DA MISTURA DE DIFERENTES INGREDIENTES ATIVOS EM PULVERIZAÇÕES AGRÍCOLAS**

A mistura é definida como a associação de agroquímicos e afins no reservatório do equipamento imediatamente antes da pulverização (GAZZIERO, 2015). No Brasil, 97% dos produtores realizam associação de agroquímicos no reservatório do pulverizador (GAZZIERO, 2015).

Para Guimarães (2014), a associação de agroquímicos ou afins propicia redução de custos, do número de entradas na área, de combustível e do volume de água, menor compactação do solo, menor tempo de exposição do trabalhador rural ao agroquímico e melhor manejo e prevenção da resistência de pragas.

Segundo Gazziero (2015) as associações podem apresentar vantagens em comparação à aplicação de um único composto devido ao aumento da eficiência contra os organismos alvo e à diminuição das quantidades aplicadas e dos custos.

A utilização de associações de diferentes mecanismos de ação para se ter êxito no controle ou mesmo evitar o surgimento da resistência, fazendo-se que tenha com intuito de aumentar o espectro de controle, facilitando desse modo o manejo de plantas daninhas infestantes (MELO et al., 2019; GALON et al., 2020).

A associação de agroquímico pode resultar em efeito sinérgico, aditivo ou antagônico em relação ao efeito utilizado isoladamente, a importância de determinar as concentrações de associação que causam efeitos prejudiciais em espécies não alvo, assim como a

necessidade de realizar estudos experimentais relacionados à exposição conjunta dos agroquímicos e aprimorar a sua metodologia (CASTRO, 2009).

### **2.3 LIMPEZA DE CIRCUITO HIDRÁULICO DE PULVERIZADORES**

Os pulverizadores têm o potencial de acumular resíduos em seu circuito hidráulico que por sua vez podem causar injúrias em culturas sensíveis nas aplicações seguintes (WERLE et al., 2018).

A capacidade de retenção dos resíduos depende da composição do material dos pulverizadores, sendo o reservatório áspero e poroso são mais propensos a acumular resíduos do que os lisos e não porosos (CUNDIFF et al., 2017). Por exemplo, mangueiras novas feitas de PVC-poliuretano e borracha sintética apresentaram imperfeições que se agravaram com o uso, resultando em maior retenção de agroquímicos quando comparados às mangueiras de polietileno que mesmo após o uso apresentavam a superfície lisa com pouco desgaste e menor retenção de resíduos (CUNDIFF; REYNOLDS; MUELLER, 2017).

As recomendações de limpeza de circuito hidráulico para pulverizadores após a aplicação de agroquímicos seguem um procedimento de enxágue triplo em todo o sistema, geralmente adicionando um agente descontaminante no segundo enxágue (BASF, 2019). No entanto, muitos fatores afetam a eficácia da limpeza, como a quantidade de água, tempo de agitação, sistema de limpeza do pulverizador e material do reservatório, o que dificulta uma recomendação geral para limpeza (WERLE et al., 2018).

Segundo Cunha (2022) é necessário o reforço 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 que acontecem.

Em relação ao reservatório do pulverizador, os resíduos do dicamba podem ser dissolvidos novamente quando entram em contato com outros herbicidas, que possuem aditivos na formulação, agindo como solubilizantes dos resíduos que permaneceram no circuito e aumentando as chances de danos quando aplicado em culturas sensíveis (JOHNSON et al., 1999).

Em cultivares de soja suscetíveis as perdas de rendimento podem ser superiores a 18%, devido à contaminação de 1% no circuito de pulverização com o herbicida dicamba (DERKSEN 1989; GRIFFIN et al. 2013).

Segundo Werle et al., (2018) a contaminação do reservatório em pulverizadores comerciais é provavelmente uma forma evitável de exposição não intencional.

Procedimentos de limpeza eficazes precisam ser identificados para minimizar a retenção de herbicidas e reduzir o risco de danos aos cultivos sensíveis (WERLE et al., 2018).

Embora a maioria dos herbicidas sejam formulados como produto solúvel em água, a remoção do resíduo no equipamento de pulverização é difícil e os resíduos podem aderir facilmente as superfícies (BROWNE et al., 2020).

Após o uso dos equipamentos de pulverização da aplicação do herbicida dicamba, é importante destacar que quando a descontaminação não é realizada de forma correta podem ficar aderidos em várias partes do equipamento de pulverização resíduos do herbicida em concentração capaz de causar injúria em culturas suscetíveis (BOERBOOM, 2009; SOLTANI; NURSE; SIKKEMA, 2016).

Segundo, Olszyk et al. (2015) com a introdução de cultivares de soja resistentes ao dicamba, é inevitável que haja casos de contaminação do reservatório por este herbicida em cultivares não resistentes, caso não ocorra a limpeza correta do circuito de pulverização levando danos na cultura e perdas de rendimento.

## **2.4 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO**

O termo tecnologia de aplicação compreende a junção de todos os conhecimentos técnicos e científicos que auxiliam na correta colocação do produto biologicamente ativo em um alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e gerando a mínima contaminação ao ambiente (MATUO, 1990).

De acordo com Gandolfo (2018), no que diz respeito aos pulverizadores, houve uma evolução em tamanho e sofisticação, substituindo parte dos equipamentos tratorizados e de pequeno porte pelos autopropelidos com maior rendimento operacional e sistema automatizados de controle e registro.

Com a evolução dos pulverizadores algumas medidas de precaução para a limpeza deles foram necessárias como a drenagem completa do reservatório após as aplicações de agroquímicos e entre cada enxágue, usar volumes suficientes de água (pelo menos 10% da capacidade do tanque), lavando a parte interna do reservatório, mangueiras, pontas de pulverização, filtros e ainda a limpeza externa do pulverizador (STECKEL et al., 2010).

A falha na drenagem dos reservatórios dos pulverizadores entre as lavagens pode impedir a diluição adequada dos agroquímicos e resultar em maior retenção nos pulverizadores (JOHNSON et al., 2012).

Além disso, segundo Gandolfo, (2018) a manutenção periódica de equipamentos de pulverização auxilia na limpeza dos pulverizadores. Como também substituição de peças danificadas, como mangueiras e pontas, são muitas vezes recomendados a troca para limitar os espaços onde os resíduos de produtos podem se aderirem com maior facilidade (CUNDIF et al., 2017).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

As coletas de dados foram realizadas nas propriedades rurais no Sítio Santa Izabel e na Fazenda Santa Angélica no município de Itambaracá – Pr, o município está localizado em Latitude: 23° 0' 49" Sul, Longitude: 50° 24' 7" Oeste. As análises foram conduzidas no Laboratório de Desenvolvimento e Suporte ao Cliente da empresa Bayer Crop Science, em São José dos Campos, São Paulo, Brasil, o município está localizado em Latitude: - 20.8202, Longitude: - 49.3797 20° 49' 13" Sul, 49° 22' 47" Oeste.

#### **3.1 Equipamentos**

Foram utilizados dois pulverizadores autopropelidos, os modelos eram: Jacto® 2000 Plus de alta pressão, contendo uma bomba de pulverização de pistão, material do reservatório de fibra de vidro com capacidade de 2000 L e agitação mecânica e o outro John Deere® 4630 de baixa pressão, contendo uma bomba centrífuga, material do reservatório de polietileno com capacidade de 2000 L e agitação hidráulica.

**Figura 1:** Autopropelidos: 1) Jacto® 2000 Plus e 2) John Deere® 4630



Fonte: Acervo Grupo Dashen (2022).

## 3.2 Procedimentos de limpeza

### 3.2.1 Procedimentos sem lavagem prévia (com contaminação simulada)

Para iniciar o ensaio o reservatório foi abastecido com água limpa pelo bocal do pulverizador e em seguida adicionado o fungicida mancozeb da marca comercial Unizeb Gold® ( $3,0 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) com taxa de  $100 \text{ L ha}^{-1}$ . O fungicida foi adicionado pelo incorporador do reservatório do pulverizador apenas quando estava preenchido com  $1000 \text{ L}$  de água e com

o sistema de agitação em funcionamento e em seguida foi completado o restante com água. Após 20 minutos em agitação, foi feito o esgotamento total da calda pelas pontas de pulverização das barras do pulverizador.

Após o procedimento de contaminação do circuito hidráulico, o pulverizador foi abastecido com água limpa pelo bocal do reservatório e adicionado pelo incorporador os herbicidas dicamba da marca comercial Xtendicam® (1,5 L ha<sup>-1</sup>) e glyphosate da marca comercial Roundup Transorb R® (3,0 L ha<sup>-1</sup>) e um adjuvante a base de acetato alcalino Xtend Protect® (0,1 L ha<sup>-1</sup>) todos na taxa de 100 L ha<sup>-1</sup>. Os produtos foram adicionados apenas quando o reservatório estava preenchido com 1000 L de água e com o sistema de agitação em funcionamento e em seguida foi completado o restante com água.

Após 20 minutos em agitação, a calda foi submetida a pulverização pelas pontas das barras até o esgotamento total do reservatório, sendo a calda coletada com canos de PVC encaixados nas barras do pulverizador, que tinham a função de facilitar a coleta e direcionar o líquido pulverizado para dentro do reservatório de IBCs, que é um recipiente para transporte de líquidos com capacidade de 1000 L que foram reutilizados para os demais tratamentos.

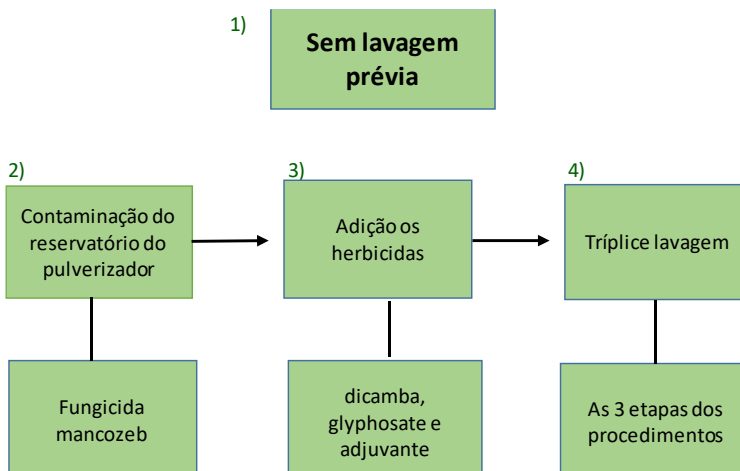
**Figura 2:** Herbicidas: 1) dicamba e 2) glyphosate e o Adjuvante





Fonte: Acervo Grupo Dashen (2022).

**Fluxograma 1:** Procedimentos sem lavagem prévia



Fonte: A autora (2024).

### 3.3 Tríplice Lavagem

Após a pulverização completa da calda dos herbicidas, para a realização da tríplice lavagem foi feito a 1º etapa da lavagem o reservatório, o pulverizador foi abastecido com água pelo bocal, o autopropelido Jacto® 100% da capacidade do reservatório e o John Deere® 50% da capacidade, essa diferença é devido ao material do reservatório dos pulverizadores sendo Jacto® fibra de vidro e John Deere® polietileno, recomendado pelo Instituto Dashen e em seguida foi esgotado toda a água da lavagem do reservatório pelas pontas de pulverização das barras.

Para a 2º lavagem foi feita a retirada de todas as pontas e de todos os filtros do pulverizador para serem feitas a limpeza dos mesmos com auxílio de uma escova, após a limpeza retornaram somente os filtros de linha e de sucção, logo em seguida o reservatório foi abastecido com água e adicionado o adjuvante com característica de agente descontaminante que ficou em agitação por 20 minutos e em seguida o esgotamento da lavagem pelas pontas de pulverização das barras do pulverizador. Os agentes limpantes utilizados nos tratamentos foram Kit Spray Defuse Cromo® Defuse A ( $1,5\text{ L ha}^{-1}$ ) + Defuse B ( $0,25\text{ Kg ha}^{-1}$ ) e o Tank Cleaner® ( $0,2\text{ Kg ha}^{-1}$ ).

Para a 3º lavagem foram retornados as pontas e os demais filtros que foram limpos e repetindo os mesmos procedimentos, abastecendo o reservatório com água na capacidade recomendada por pulverizador, agitando por 20 minutos e em seguida esgotando o reservatório pelas pontas de pulverização das barras.

### 3.2.2 Procedimentos com lavagem prévia

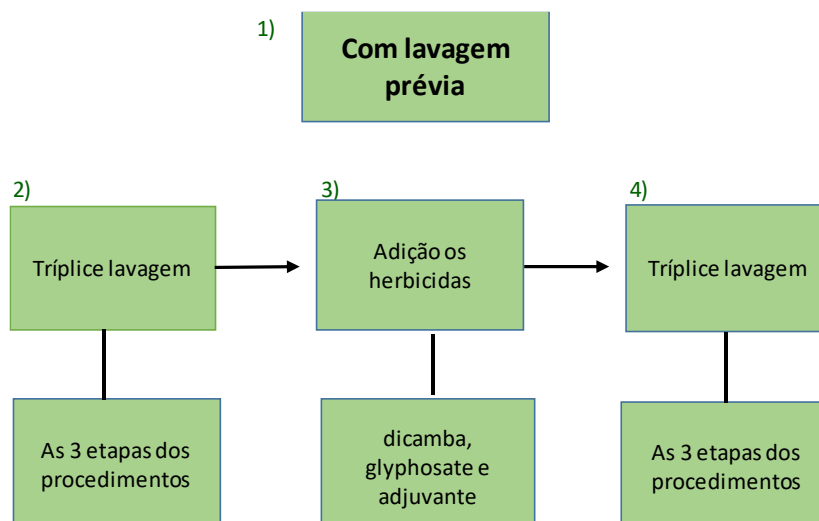
Para iniciar o procedimento de lavagem prévia o pulverizador passou por uma tríplice lavagem por todo o circuito hidráulico. O autopropelido foi abastecido com água limpa pelo bocal do reservatório e adicionados os mesmos herbicidas Xtendicam® ( $1,5\text{ L ha}^{-1}$ ) e Roundup Transorb R® ( $3,0\text{ L ha}^{-1}$ ), o adjuvante Xtend Protect® ( $0,1\text{ L ha}^{-1}$ ), como já citado anteriormente, os produtos foram adicionados apenas quando o reservatório estava preenchido com 1000 L de água e também com o sistema de agitação em funcionamento e em seguida foi completado o restante com água.

Após 20 minutos em agitação, a calda foi submetida a pulverização pelas pontas de pulverização das barras do pulverizador até o esgotamento da calda, foi recuperada com canos de PVC encaixados nas barras, que tinham a função de facilitar a coleta e direcionar

o líquido pulverizado para dentro do reservatório de IBCS com capacidade de 1000 L que foram reutilizados para os demais tratamentos.

Os procedimentos de tríplice lavagem foram feitos como já mencionados. Para a 1ª lavagem foi utilizada somente água os pulverizadores foram abastecidos de acordo com a recomendação proposta pelo Instituto Dashen, para a 2ª lavagem foram tirados as pontas e todos filtros dos pulverizadores para uma limpeza, em seguida foram retornados os filtros de linha e sucção e foi adicionado o agente descontaminante no reservatório do pulverizador e para a 3ª lavagem foram retornados as pontas e os demais filtros.

**Fluxograma 2:** Procedimentos sem lavagem prévia



Fonte: A autora (2024)

**Tabela 1:** Lista de tratamentos

Tratamento	Calda (dose em litros/ha)	Marca e modelo do equipamento	Momento de limpeza	Agente descontaminante
1	Herbicidas* + Adjuvante**	John Deere®	Sem limpeza prévia	Kit Spray Defuse Cromo®
2			Com limpeza prévia	
3		Jacto®	Sem limpeza prévia	Kit Spray Defuse Cromo®
4			Com limpeza prévia	
5		John Deere®	Sem limpeza prévia	Tank Cleaner®.
6			Com limpeza prévia	
7		Jacto®	Sem limpeza prévia	Tank Cleaner®.
8			Com limpeza prévia	

\* Xtendicam® (1,5 L) + Roundup Transorb R® (3,0 L)

\*\* Xtend Protect® (0,1L)

**Tabela 2:** Lista de tratamentos com nomenclaturas

Tratamento	Nomenclaturas	
1	JD - S - K	<b>JD:</b> John Deere
2	JD - C - K	<b>JT:</b> Jato
3	JT - S - K	<b>S:</b> Sem lavagem prévia
4	JT - C - K	<b>C:</b> Com lavagem prévia
5	JD - S - T	<b>K:</b> Kit Spray Defuse Cromo
6	JD - C - T	<b>T:</b> Tank Cleaner
7	JT - S - T	
8	JT - C - T	

### 3.5 Metodologia de avaliação de resíduos por cromatografia

Após 5 minutos com a pulverizador ligada para estabilizar a pressão da pulverização eram coletadas em cada lavagem amostras das pontas da extremidade das barras do pulverizador, os recipientes tinham capacidade de 250 mL e identificados com os 8 tratamentos, 4 repetições e 3 lavagens.

As amostras coletadas foram levadas para o laboratório especializado que utilizaram a técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

A metodologia foi previamente validada e o equipamento foi calibrado por meio de concentrações conhecidas do padrão analítico de dicamba. Para a quantificação do resíduo nas amostras de água, foi utilizada a técnica de estimativa da concentração com base nas respostas obtidas com o padrão analítico na curva-padrão programada no cromatógrafo que quantificou a presença das moléculas de herbicida dicamba presente nas lavagens.

As caldas e água das lavagens foram todas armazenadas em IBCS e levados para a área experimental do Grupo Dashen para o descarte, foi utilizado um descontaminador de agroquímicos com ozonização que tem a capacidade de degradação das moléculas, do modelo DA6-1000i da marca CBB® e posteriormente esse líquido foi para o tanque de evaporação como o recomendado e as embalagens foram feitas o descarte da forma correta conforme a Lei nº 7.802 de 1989 e Decreto nº 4.074 de 2002.

**Figura 3:** Amostra coletada após lavagens.



Fonte: Acervo Grupo Dashen (2022).

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo software Sasm Agri e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott com 95% de probabilidade.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

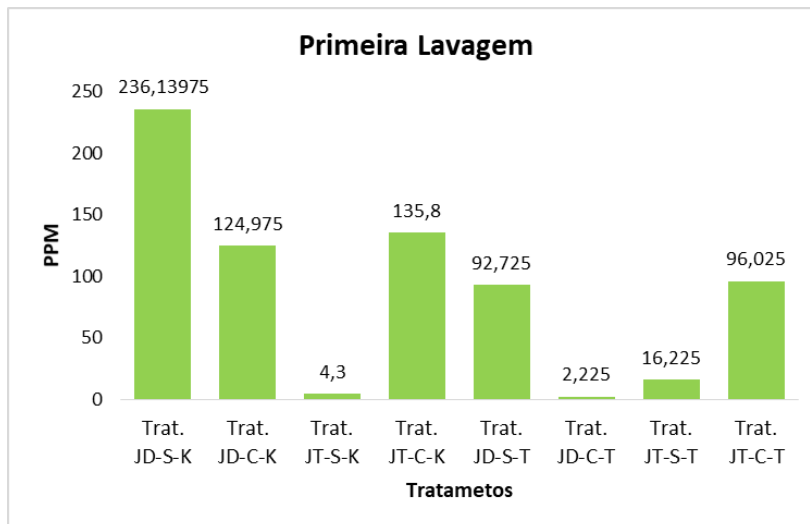
De acordo com a análise estatística, foram observadas diferenças significativas nas comparações dos tratamentos entre as lavagens do circuito de pulverização.

A quantidade de resíduo de dicamba nas águas das lavagens dos pulverizadores apresentou alterações quando avaliado em diferentes materiais dos reservatórios, agentes descontaminantes, com lavagem prévia e pela quantidade de enxágues durante o processo de descontaminação.

**Tabela 3:** Análise estatística por Scott-Knott da quantificação de resíduos das amostras dos tratamentos avaliados na primeira lavagem.

<b>Número de tratamentos</b>	8		
<b>Quadrado médio do resíduo</b>	28,55257123		
<b>Graus de liberdade do resíduo</b>	21		
<b>Número de repetições</b>	4		
<b>Grau de significância</b>	5%		
<b>Tratamento</b>	<b>Média</b>	<b>Repetições</b>	<b>Scott-Knott</b>
Trat. JD - S - K	236,13975	4	a
Trat. JD - S - T	135,8	4	b
Trat. JD - C - K	124,975	4	c
Trat. JT - C - T	96,025	4	d
Trat. JT - C - K	92,725	4	d
Trat. JT - S - T	16,225	4	e
Trat. JT - S - K	4,3	4	f
Trat. JD - C - T	2,225	4	f
<b>C.V.</b>	6,03	%	

**Figura 4:** Comparação da quantidade de ppm em graus de resíduo do herbicida dicamba na primeira lavagem com diferentes modelos de autopropelidos, agentes descontaminantes, com e sem lavagem prévia.



Na Figura 4 mostra que na amostra coletada na primeira lavagem do pulverizador com reservatório de polietileno (John Deere®) apresentou maior presença do herbicida dicamba, devido ao material ser de plástico tornando a limpeza mais fácil no circuito de pulverização. Nota-se que já para o reservatório de fibra de vidro (Jacto®) reteve mais resíduo da calda fitossanitária antes do processo de descontaminação, em razão do seu circuito haver maiores restrições e pelo reservatório ser de material poroso, facilita a aderência do herbicida dicamba.

A fibra de vidro e o polietileno são materiais comuns na fabricação de reservatório para pulverizador (GANDOLFO, 2018). Foi também observado pelos autores Vázquez Minguela; Cunha., (2010) que ambos os materiais possuem grande resistência mecânica,

entretanto, o reservatório de polietileno tem superfície interna mais lisa que facilita o processo de descontaminação.

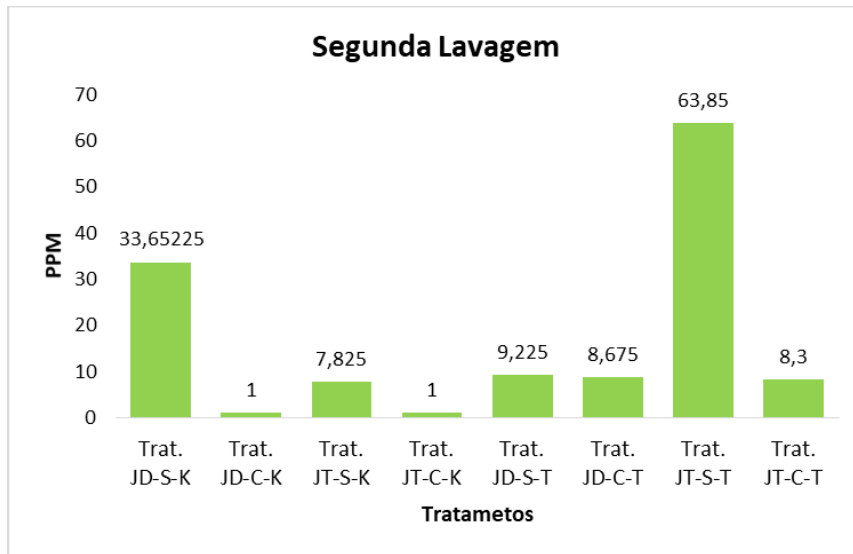
Corroborando com os resultados observados acima, os autores chegaram aos mesmos resultados que os componentes dos pulverizadores que não apresentam superfície com padrão liso ou que apresentam imperfeições têm maior potencial de retenção de agroquímicos, além de dificultarem o processo de descontaminação (CUNDIFF; REYNOLDS; MUELLER, 2017). Com isso, tanques construídos com fibra de vidro podem reter mais resíduos em comparação a outros materiais (EBERLEIN et al., 1997).

Observando a Figura 4, a limpeza prévia apresentou valores significativos no pulverizador Jacto® de maior complexidade o circuito hidráulico, mostrando a importância da tríplice lavagem antes da realização de uma aplicação, evitando assim possíveis injúrias.

**Tabela 4:** Análise estatística por Scott-Knott da quantificação de resíduos das amostras dos tratamentos avaliados na segunda lavagem.

<b>Número de tratamentos</b>	8		
<b>Quadrado médio do resíduo</b>	0,371851043		
<b>Graus de liberdade do resíduo</b>	21		
<b>Número de repetições</b>	4		
<b>Grau de significância</b>	5%		
<b>Tratamento</b>	<b>Média</b>	<b>Repetições</b>	<b>Scott-Knott</b>
Trat. JT - S - T	63,85	4	a
Trat. JD - S - K	33,65225	4	b
Trat. JD - S - T	9,225	4	c
Trat. JD - C - T	8,675	4	c
Trat. JT - C - T	8,3	4	d
Trat. JT - S - K	7,825	4	d
Trat. JT - C - K	1	4	e
Trat. JD - C - K	1	4	e
<b>C.V.</b>	3,65	%	

**Figura 5:** Comparação da quantidade de ppm em graus de resíduo do herbicida dicamba na segunda lavagem com diferentes modelos de autopropelidos, agentes descontaminantes, com e sem lavagem prévia.



Quando a quantidade de dicamba é comparada entre as lavagens, a maioria dos resíduos foram removidos dos reservatórios dos pulverizadores durante o primeiro enxágue, observa-se na Figura 5 a redução do herbicida dicamba presente nas lavagens. Luke (2017) observou que pelo menos 79,8% do resíduo de dicamba foi removido do reservatório do pulverizador na primeira lavagem, chegando a um valor máximo de até 93,3%.

O número de lavagens foram determinantes para redução da concentração do herbicida, enquanto a eficiência da descontaminação foi variável entre os produtos de limpeza que foram testados.

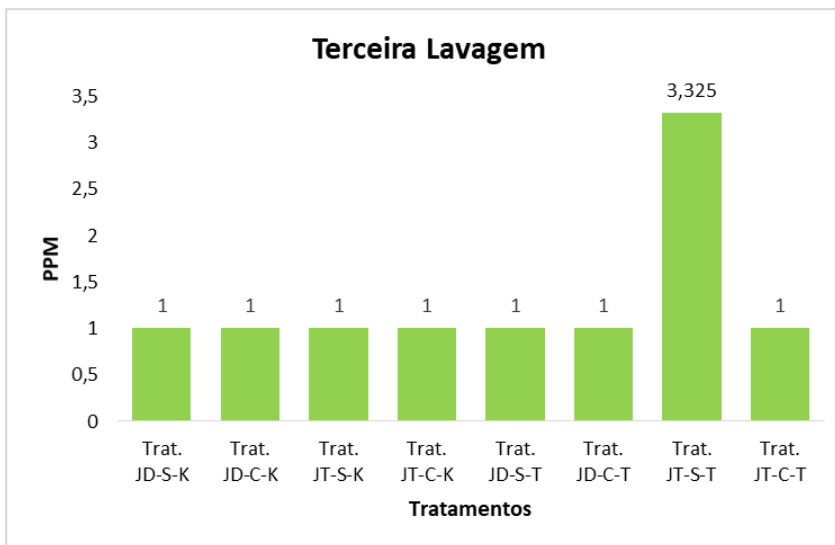
Estes resultados também foram observados por Osborne et al. (2015) que avaliaram a eficiência do processo de descontaminação realizado por aplicadores nos EUA e observaram que a concentração de dicamba retida no reservatório foi reduzida exponencialmente conforme o número de enxágues aumentou.

O agente descontaminante de maior eficiência apresentado foi o Kit Defuse® por haver processos de oxidativos avançados, que são muito eficientes para a degradação de vários compostos orgânicos, inclusive os herbicidas (PATERLINI, 2004).

**Tabela 5:** Análise estatística por Scott-Knott da quantificação de resíduos das amostras dos tratamentos avaliados na terceira lavagem.

<b>Número de tratamentos</b>	8		
<b>Quadrado médio do resíduo</b>	0,0328125		
<b>Graus de liberdade do resíduo</b>	21		
<b>Número de repetições</b>	4		
<b>Grau de significância</b>	5%		
<b>Tratamento</b>	<b>Média</b>	<b>Repetições</b>	<b>Scott-Knott</b>
Trat. JT - S - T	3,325	4	a
Trat. JT - C - T	1	4	b
Trat. JD - C - T	1	4	b
Trat. JD - S - T	1	4	b
Trat. JT - C - K	1	4	b
Trat. JT - S - K	1	4	b
Trat. JD - C - K	1	4	b
Trat. JD - S - K	1	4	b
<b>C.V.</b>	14,04	%	

**Figura 6:** Comparação da quantidade de ppm em graus de resíduo do herbicida dicamba na terceira lavagem com diferentes modelos de autopropelidos, agentes descontaminantes, com e sem lavagem prévia.



Na Figura 6, nota-se que após a terceira lavagem ainda encontra-se moléculas do herbicida dicamba nas lavagens, principalmente no pulverizador Jacto® possivelmente devido a capacidade maior de retenção de herbicidas por conta do material ser poroso.

Contudo, apesar da redução na concentração de resíduo ao longo dos enxágues outros fatores podem afetar a eficiência da descontaminação e o risco de danos às culturas sensíveis, como a presença ou ausência de sistema interno de agitação, que pode promover melhor contato do agente de limpeza com as paredes internas do tanque; e a quantidade de água,

visto que maiores volumes de água reduzem a concentração do herbicida nos enxárgues (LUKE, 2017).

Deve-se considerar, ainda que o mercado continuará oferecendo novos agroquímicos, que terão maiores riscos de contaminação do pulverizador que os produtos atuais, o aumento da evolução da complexidade dos circuitos hidráulicos dos pulverizadores, devendo haver cuidados especiais não só em sua calibração, mas também na forma de limpeza, a fim de eliminar os riscos de injúrias por contaminação nos equipamentos de forma econômica e rápida (MOREIRA, 2019).

## **5. CONCLUSÃO**

O procedimento de descontaminação do reservatório dos pulverizadores com tríplice lavagem foi eficiente na remoção de resíduos de dicamba, independentemente do material da composição do reservatório John Deere® (polietileno) e Jacto® (fibra de vidro).

O pulverizador John Deere® apresentou maior facilidade na descontaminação devido ao seu reservatório ser em polietileno.

A lavagem prévia apresentou maior eficácia no pulverizador Jacto® devido ao material do reservatório ser fibra de vidro sendo necessário a tríplice lavagem antes das aplicações.

O agente descontaminante mais eficiente foi o Kit Defuse®, conseguiu degradar de forma significativa as moléculas de herbicida presente no circuito hidráulico do pulverizador.

## REFERÊNCIA

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Boletim de Pesquisa de Soja**, v. 8, p. 165-177, 2012.

BASF. **Atectra: Dicamba**, 2019. Product label. Available on: < [https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes\\_produtos/atectra.html](https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes_produtos/atectra.html)>. Accessed on: Out. 2023

Behrens, M.R., Mutlu, N., Chakraborty, S., Dumitru, R., Jiang, W.Z., LaVallee, B.J., Herman, P.L., Clemente, T.E., and Weeks, D.P. 2007. Dicamba resistance: enlarging and preserving biotechnology-based weed management strategies. **Science**, 316: 1185–1188.

BOERBOOM, C. **Dicamba and soybeans: a controversial combo**. In: Proceedings of the 21st annual integrated crop management conference, 21., 2009, Ames. Anais [...]. Iowa, Digital Press, 2009. p. 53-57. Disponível em:

<https://lib.dr.iastate.edu/icm/2009/proceedings/5/>. Acesso em: Dez. 2023

BROWNE, F.B.; LI, X.; PRICE, K. J.; WANG, J.; WANG, Y.; KRUGER, G. R.; GOLUS, J.; MACEDO, G. C.; VIEIRA, B. C.; SANDLIN, T.; Dicamba Retention in Commercial Sprayers Following Triple Rinse Cleanout Procedures, and Soybean Response to Contamination Concentrations. **Agronomy** 2020, 10, 772; doi:10.3390/agronomy10060772

CASTRO, V. L. S. S. Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde. J. Braz. Soc. **Ecotoxicol.**, v. 4, n. 1-3, p. 87-94, 2009.

CUNDIFF, G. T.; REYNOLDS, D. B.; MUELLER, T. C. Evaluation of dicamba persistence among various agricultural hose types and cleanout procedures using soybean (*Glycine max*) as a bio-indicator. **Weed Science**, v. 65, n. 2, p. 305–316, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/wsc.2016.29>. Disponível em:

[https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174516000291/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174516000291/type/journal_article). Acesso em: Dez. 2023.

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.

Derksen, D.A. 1989. Dicamba, chlorsulfuron, and clopyralid as sprayer contaminants on sunflower (*Helianthus annuus*), mustard (*Brassica juncea*), and Lentil (*Lens culinaris*), respectively. **Weed Sci.** 37: 616–621.

EBERLEIN, C. V. et al. Herbicide drift and carryover injury in potatoes. [S. I.]: **PacificNorthwest Extension Publ**, 1997. Disponível em:

<https://research.libraries.wsu.edu:8443/xmlui/handle/2376/4857>. Acesso em: Jan. 2024

EGAN, J. F.; MORTENSEN, D. A. Quantifying vapor drift of dicamba herbicides applied to soybean. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 31, n. 5, p. 1023–1031, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/etc.1778>. Disponível em: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/etc.1778>. Acesso em: Jan. 2024

- 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.; 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.
- Griffin, J.L., Bauerle, M.J., Stephenson, D.O., III, Miller, D.K., and Boudreaux, M. 2013. Soybean response to dicamba applied at vegetative and reproductive growth stages. **Weed Technol.** 27: 696–703. doi:10.1614/WT-D-13-00084.1.
- GROSSMANN, K. Auxin herbicides: Current status of mechanism and mode of action. **Pest Management Science**, v.66, p.113-120, 2010. <https://doi.org/10.1002/ps.1860>
- 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.
- HARTZLER, B. Which glyphosate product is best? Disponível em: <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/qtr01-1/glyphosateformulations.htm>. Acesso em: Ago. 2023
- JOHNSON, B.; CASADY, B.; PETTERSON, D.; KUHLMAN, D. **Cleaning field sprayers to avoid crop injury.** Published by Extension, University of Missouri, USA. 2007.
- JOHNSON, V. A. *et al.* Cotton, Peanut, and Soybean Response to Sublethal Rates of Dicamba, Glufosinate, and 2,4-D. **Weed Technology**, New York, v. 26, n. 2, p. 195–206, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00054.1>. Disponível em: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0890037X00011490/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0890037X00011490/type/journal_article). Acesso em: Ago. 2023
- JOHNSON, W. G. *et al.* **Cleaning field sprayers to avoid crop injury.** [S. l.]: MUExtension, 1999. Disponível em: <http://cotton.tamu.edu/Weeds/Cleaning%20Field%20Sprayers.pdf>. Acesso em: Ago. 2023
- KAPUSTA, G.R.; KRAUSZ R.F.; MATTHEWS J.L. Soybean tolerance and summer annual weed control with glufosinate and glyphosate in resistant soybean. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE CONTROL CONFERENCE, Delaware, 1994. Proceedings. Delaware, 1994. v.49. p.120.
- KARAM, D.; OLIVEIRA, M. F. **Seletividade de herbicidas na cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. p. 8, 2007. (Circular Técnica, 98).
- KNOWLES, D. A. Formulation of agrochemicals. In: **Chemistry and technology of agrochemical formulations.** Kent: Spring Science +Business Media. p. 41-79. 1998. 62, 1997.
- KRUGER, G. R. *et al.* Control of Horseweed (*Conyza canadensis*) with growth regulator herbicides. **Weed Technol.**, v. 24, n. 4, p. 425-429, 2010.
- LUKE, A. J. Tank contaminant and residual effects of dicamba. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado) - University of Missouri, College of Agriculture, Food and Natural Resources,

Columbia, 2017. Disponível em: <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/62059>. Acesso em: Set. 2023

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

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.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, Brasil: Omnipax, 2011. Disponível em:

<http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-livro.pdf>. Acesso em: Set. 2023

OLSZYK, D., PFLEEGER, T., LEE, E.H., AND PLOCHER, M. 2015. Glyphosate and dicamba herbicide tank mixture effects on native plant and non-genetically engineered soybean seedlings. **Ecotoxicology** 24: 1014–1027. doi:10.1007/s10646-015-1442-8.

OSBORNE, P. P. et al. Dicamba and 2,4-D residues following applicator cleanout: A potential point source to the environment and worker exposure. *Journal of the Air & Waste Management Association*, Pittsburgh, v. 65, n. 9, p. 1153–1158, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10962247.2015.1072593>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2015.1072593>. Acesso em: Out. 2023

POPOV, D. **Dicamba no Brasil?** Veja o que a pesquisa já testou e deve recomendar. 2019. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/sites-e-especiais/projeto-soja-brasil/dicamba-no-brasilpesquisa-deve-recomendar/>. Acesso em: Dez. 2023

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

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

SAAD, O. A vez dos herbicidas. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1978. 267p.

SHANER, D.L. 2014. Herbicide handbook, 10th ed. **Weed Science**

Society of America, Champaign, IL. 513 pp.

STECKEL, L.; CRAIG, C.; THOMPSON, A. Cleaning Plant Growth Regulator (PGR) Herbicides out of Field Sprayers. Knoxville, TN: **The University of Tennessee Agricultural Extension Service** PubW071:3p.2010. Available online: [https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1103&context=utk\\_agexcrop](https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1103&context=utk_agexcrop). Acesso: Set. 2023

US Environmental Protection Agency. Reregistration Eligibility Decision for Dicamba and Associated Salts. Washington, DC: US Environmental Protection Agency, 2006. 8 p.

VÁZQUEZ MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. Manual de aplicação de produtos fitossanitários. **Viçosa**: Aprenda fácil, 2010.

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.

WERLE, R.; PROOST, R.; BOERBOOM, C. **Soybean injury from dicamba**. Madison: University of Wisconsin-Extension, 2018. Disponível em:

<https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A4161.pdf>. Acesso em: Ago. 2023