



GUILHERME FERREIRA TEIXEIRA

**O USO DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM TEMPO
REAL NA REDUÇÃO DE CUSTO DE PRODUÇÃO EM AREAS
EXTENSIVAS DE ALGODÃO**

LAVRAS – MG

2023

GUILHERME FERREIRA TEIXEIRA

**O USO DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM TEMPO REAL NA REDUÇÃO DE
CUSTO DE PRODUÇÃO EM AREAS EXTENSIVAS DE ALGODÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz

Orientador

LAVRAS – MG

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Teixeira, Guilherme Ferreira.

O uso da tecnologia de aplicação em tempo real na redução de custos de produção em áreas extensivas de algodão / Guilherme Ferreira Teixeira. - 2023.

32 p.

Orientador(a): Gabriel Araujo e Silva Ferraz.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.
Bibliografia.

1. Agricultura de precisão. 2. Pulverização. 3. WEEDit. I. Ferraz, Gabriel Araujo e Silva. II. Título.

GUILHERME FERREIRA TEIXEIRA

**O USO DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO EM TEMPO REAL NA REDUÇÃO DE
CUSTO DE PRODUÇÃO EM ÁREAS EXTENSIVAS DE ALGODÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 13 do mês 07 de 2023.

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz UFLA

Prof. Dr. Mirian de Lourdes Oliveira e Silva UFLA

Prof. Dr. Sthefany Airane dos Santos Silva UFLA

Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz

Orientador

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos e graças alcançadas em minha vida.

Aos meus pais, a minha família e amigos por nunca descreditarem em mim e sempre me apoiarem.

A minha irmã Andressa por ter dedicado um tempo para meu auxílio nesse trabalho de conclusão de curso.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao DEA- Departamento de Engenharia Agrícola.

Aos irmãos e amigos da República Galo Bravo, pelos momentos de apoio e alegrias.

Aos técnicos e professores da UFLA por todo conhecimento repassado.

A empresa SLC-Agrícola, a todos os operadores da atividade de aplicação por todo apoio prestado e paciência para que esse trabalho fosse realizado.

Ao Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz pela orientação, atenção e por todos os momentos compartilhados de sabedoria e conhecimento.

E a fazenda Panorama pelo acolhimento e por todos os dados fornecidos.

Agradeço imensamente a todos vocês!

RESUMO

A agricultura brasileira vem crescendo ao longo do tempo e se tornando mais próspera, moderna e eficiente. A utilização de novas tecnologias se faz necessária para acompanhar este crescimento, e surge então a agricultura de precisão (AP) que traz a ideia de melhoramento da produtividade e dos processos agrícolas. O processo de AP sugere e estabelece sistemas de automação e o controle de pulverização com máquinas agrícolas, para as mais diversas culturas. Nos dias atuais os produtores têm se voltado para uma diminuição de custos da produção e a manutenção de alta produtividade. Este trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente os custos da aplicação de defensivos agrícolas por meio do método convencional de pulverização e do método de pulverização em tempo real, mostrando que é possível que o produtor faça uma efetiva pulverização agrícola com um custo bem menor, mantendo a produtividade. O trabalho consta de uma revisão bibliográfica, acerca dos conceitos de agricultura de precisão, pulverização agrícola, e sobre o sistema WEEDit, e também foi feita uma análise dos dados de aplicações de defensivos agrícolas, realizados em uma fazenda comercial, comparando os resultados de por meio do método convencional e pelo método de aplicação em tempo real. Através de análises de números reais das áreas onde foram realizadas as aplicações de defensivos agrícolas, concluiu-se que foi possível utilizar um método em que se aplica uma menor quantidade de herbicida, conseguindo assim reduzir os custos e obter resultados eficientes contra as ervas daninhas.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Pulverização. Redução de custo. WEEDit.

ABSTRACT

Brazilian agriculture has been growing over time and becoming more prosperous, modern and efficient. The use of new technologies is necessary to accompany this growth, and then precision agriculture (PA) appears, which brings the idea of improving productivity and agricultural processes. The AP process suggests and establishes automation systems and spraying control with agricultural machines, for the most diverse cultures. Nowadays, producers have turned to reducing production costs and maintaining high productivity. The objective of this work was to comparatively evaluate the costs of applying agricultural pesticides using the conventional spraying method and the real-time spraying method, showing that it is possible for the producer to carry out effective agricultural spraying at a much lower cost, while maintaining productivity. The work consists of a bibliographical review, about the concepts of precision agriculture, agricultural spraying, and about the WEEDit system, and also an analysis of the data of pesticide applications, carried out in a commercial farm, comparing the results of using the conventional method and the real-time application method. Through analyzes of real numbers of the areas where pesticide applications were carried out, it was concluded that it was possible to use a method in which a smaller amount of herbicide is applied, thus managing to reduce costs and obtain efficient results against weeds.

Keywords: Precision agriculture. Pulverization. Cost reduction. WEEDit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Três padrões gerais de pulverização: difusão, banda e pulverização direcionada.....	15
Figura 2 – Sistema WEEDit.....	17
Figura 3 – Aplicação de herbicida em tempo real.....	18
Figura 4 - Representação de um pulverizador autopropelido com destaque para alguns componentes.....	19
Figura 5 – Vista Aérea da Fazenda Panorama	21
Figura 6 – Figura 3.3 Talhões 06, 08, 10, 11 e 12.....	21
Figura 7 – Pulverizador Jonh Deere 4730.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variedades de sementes de algodão plantadas.....	24
Tabela 2 – Método convencional – simulado.....	25
Tabela 3 – Método Pulverização em tempo real.....	26
Tabela 4 – Comparação método pulverização convencional e em tempo real.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEORICO.....	12
2.1	Agricultura de precisão.....	12
2.2	Pulverização agrícola.....	13
2.3	Pulverização em tempo real.....	16
2.4	Pulverizadores autopropelidos.....	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5	CONCLUSAO.....	29
	REFERENCIA.....	30

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira vem crescendo ao longo do tempo e se tornando mais próspera, moderna e eficiente. A utilização de novas tecnologias se faz necessária para acompanhar este crescimento, e surge então a agricultura de precisão (AP) que traz consigo o objetivo de melhoramento da produtividade e dos processos agrícolas.

Iniciou-se no Brasil, por volta dos anos 1990, as primeiras práticas relacionadas à AP. Inicialmente com a chegada de novas máquinas agrícolas, voltadas para a produção de grãos. Final dos anos 1990 começa a utilização de máquinas para aplicação de fertilizantes e nos anos 2000 surge as maquinas brasileiras aplicadoras para taxas variáveis de granulados. Nos dias atuais tem-se visto a utilização das mais diversas ferramentas advindas da AP.

A AP é um sistema que faz o gerenciamento agrícola, baseia-se na variação espacial de propriedades do solo e das plantas que são encontradas nas lavouras, visando à otimização do lucro, proteção do ambiente e sustentabilidade. Significa um conjunto de tecnologias que são empregadas e permitem que um sistema de gerenciamento considere a variabilidade espacial da produção. (BRASIL, 2009, p.5)

A utilização da AP na área agrícola tem sido constante. A pulverização agrícola, etapa que é realizada diversas vezes durante o ciclo das culturas, passou por inovações que aumentaram a eficácia na utilização dos defensivos agrícolas. Os modernos procedimentos colaboram para uma melhor eficiência na pulverização agrícola, que nos últimos anos tem recebido aperfeiçoamentos tecnológicos, que se relacionam por uma utilização racional dos defensivos, e mantendo a qualidade conforme a vazão, pressão e velocidade. A pulverização agrícola é fundamental para a produtividade de uma lavoura, já que os defensivos que são empregados nesse processo, protegem as lavouras de perdas que podem ser causadas por insetos, fungos e plantas daninhas. Uma eficiente pulverização colabora na redução da quantidade de defensivos aplicadas nas lavouras e conseqüentemente também na redução dos custos.

Acompanhando o desenvolvimento tecnológico da pulverização agrícola, e seguindo a ideia da agricultura de precisão, este trabalho demonstrará um método mais eficaz e eficiente para uma aplicação mais assertiva dos defensivos agrícolas, pois se tem hoje a necessidade de uma diminuição dos custos, uma maior eficiência da operação e uma melhor produtividade. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar comparativamente os custos da aplicação de

defensivos agrícolas por meio do método convencional de pulverização e do método de pulverização em tempo real.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Agricultura de precisão

Iniciou-se no Brasil, por volta dos anos 1990, as primeiras práticas relacionadas à AP. Com a chegada de novas máquinas agrícolas, voltadas para a produção de grãos. Final dos anos 1990 começa a utilização de máquinas para aplicação de fertilizantes e nos anos 2000 surgem as máquinas brasileiras aplicadoras para taxas variáveis de granulados e pós. Nessa década de 2000 os aviões agrícolas já eram equipados com barras de luzes, e essas agora passam a equipar também os pulverizadores autopropelidos. A utilização da AP se estabeleceu no Brasil, em duas principais vertentes: através de sistemas de direcionamento automático e através de aplicação de adubos e corretivos a taxa variada, através de amostragens georreferenciadas de solo. E nos dias atuais, tem-se visto a utilização das mais diversas ferramentas na agricultura advindas da AP. (MOLIN et al., 2015)

A AP é abordada de várias formas, mas volta-se sempre para o mesmo objetivo, definir as estratégias que serão estabelecidas para aplicar nas lavouras, uma vez que não são uniformes no espaço e no tempo. Assim tem-se a necessidade do desenvolvimento de estratégias para resolver os problemas da não uniformidade das lavouras com diversos níveis de complexidade. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em 2012, instituiu a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP) e define a AP como sendo “um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente”. (BRASIL, 2012)

Sendo uma filosofia de manejo da lavoura a AP parte de informações precisas e se complementa com intervenções exatas; A AP permite uma aplicação mais exata de insumos nas lavouras, como pesticidas, fertilizantes, sementes, corretivos, entre outros, e também permite uma utilização mais racionada dos insumos, ao se aplicar no local e doses corretas. Pode-se dizer que a AP é um meio de gerir um campo agrícola levando em consideração a variabilidade espacial, e aplicações mais assertivas de insumos. (ROZA, 2000)

A AP numa aplicação mais atual ainda considera os conceitos apresentados, mas se destaca para o uso de novas tecnologias e que podem se dividir em um ciclo de três etapas: obtenção dos dados, análise das informações e intervenção. (ZERBATO et al., 2020)

A etapa de obtenção dos dados é considerada o início do ciclo, pois é através dos dados que irá se obter informações, e que mais adiante serão utilizadas nas tomadas de decisões. A precisão dos dados coletados é fundamental para a qualidade das informações geradas, pois elas irão dar embasamento para as tomadas de decisões na fase de intervenção. Cada etapa deve ser feita com muita cautela e máximo de precisão. Ao escolher qual modelo se utilizar para estimar as informações em pontos desconhecidos do mapa, deve-se ter muito cuidado, porque esta escolha necessita de conhecimentos significativos sobre técnicas de geoestatística e interpolação, que devem ser acrescentadas ao conhecimento sobre os dados coletados e sobre a área mapeada. (ZERBATO et al., 2020)

A intervenção, considerada a última fase, é que apontará o sucesso do ciclo em relação à AP, uma vez que nessa fase o agricultor recebe os dados transformados em informações gerenciais e definem as ações que serão tomadas, normalmente essas ações estão voltadas para a mecanização, a utilização de tecnologias nas lavouras, buscando um melhor aproveitamento da área e reduzindo custos e aumentando a lucratividade. Dessa maneira, pode-se dizer que quanto maior o número de dados coletados, considerando a qualidade dos dados, maior será a assertividade na tomada de decisão e também a economia do sistema produtivo. O produtor terá uma melhor gestão da sua lavoura, em relação à utilização de insumos e de manejo, reduzindo seus custos e economizando dinheiro e tempo, e na sequência um aumento da produtividade e sustentabilidade da área. (ZERBATO et al., 2020)

Dentro da AP um dos setores que tem apresentado maior evolução são as pulverizações agrícolas. A ideia por longos anos foi que pulverizar herbicidas em grandes volumes nas lavouras era o ideal, porém se tinha um grande gasto. Hoje, a precisão na pulverização é muito maior, e assim tem-se uma redução nos custos e uma maior eficiência.

2.2 Pulverização Agrícola

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas tem evoluído ao longo dos anos, sendo aprimoradas as técnicas de pulverização, tanto para obter uma melhor aplicação destes nas lavouras, quanto pela influência que podem ter na qualidade final dos alimentos e na

redução dos custos. Uma etapa essencial para quem deseja elevar a produção da lavoura é esta etapa da pulverização agrícola, posto que os defensivos agrícolas empregados nesse processo preservam as lavouras de prejuízos originados por plantas daninhas, fungos e insetos. (CONTIERO et al., 2018)

A pulverização agrícola é a distribuição de produtos químicos, como os herbicidas em pequenas partículas na lavoura. A distribuição correta da quantidade de produto, em forma de gotas uniformes sobre o dossel, auxilia evitando a perda de rentabilidade dos cultivos, de prejuízos ao ambiente e à saúde das pessoas que participam da aplicação. (COSTA, POLANCZYK, 2019). A agricultura de precisão permite na área de pulverização agrícola uma maior segurança na tomada de decisão pelo produtor; permite uma redução no uso de insumos e economia de recursos financeiros, e também permite uma melhoria das atividades agrícolas e seu manejo praticados. (MINGUELA; CUNHA, 2013).

De acordo com a Brasquímica (2017) a técnica da pulverização agrícola, faz a proteção das lavouras em grande escala, propiciando um aumento da produtividade e a segurança da matéria prima. Esta técnica é recomendada para todos os tipos de lavouras, garante uma maior segurança da matéria prima, tanto para eliminar e controlar as plantas invasoras quando para prevenir doenças nocivas que levam a perda da qualidade da colheita. Os componentes que são usados para fazer o controle, normalmente são comercializados na forma concentrada, sendo realizada a diluição do produto em tanques específicos, e a mistura do produto chama-se de calda. Para que a aplicação seja realizada com segurança e eficácia, são usados os pulverizadores, que faz a fragmentação do líquido em gotas. Isso permite que as plantas recebam a quantidade necessária do produto.

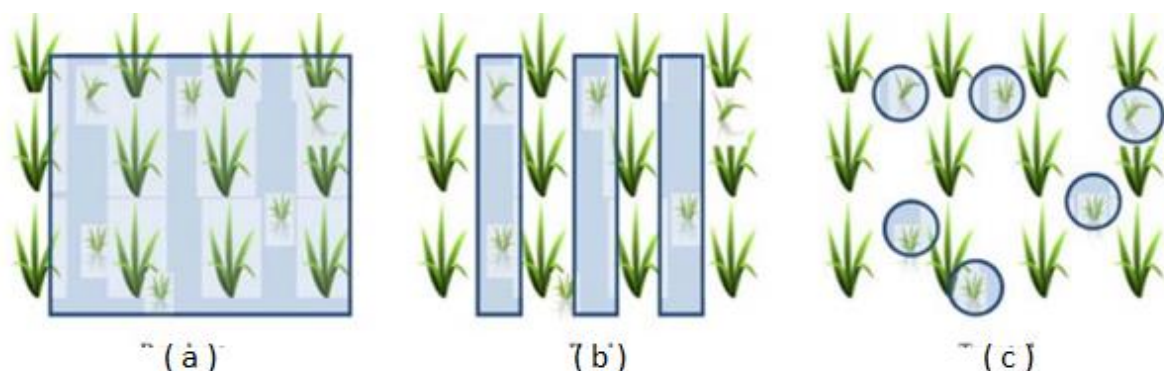
Critérios que conduzem, de maneira geral, a bons resultados da pulverização agrícola, são de se determinar primeiro na planta onde a praga e/ou doença se localizam. Após, realizar uma regressão, verificando o órgão de aplicação do defensivo (bicos de pulverização) e a máquina (pulverizador) e as corretas regulagens. Pode-se dizer que uma pulverização assertiva, requer uma tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, a utilização de um produto adequado e em dosagem certa no alvo, de forma a diminuir os custos e os riscos ambientais. (ALONSO, 1998 apud JOBIN, 2017).

Uma boa aplicação de defensivos agrícolas no controle de ervas daninhas e insetos na plantação era considerado há alguns anos, como pulverizar grandes quantidades de calda,

objetivando molhar toda a planta, chegando a escorrer o produto no solo. (PARRA, 2022). Este processo de pulverização de grandes quantidades causa desperdícios de produtos nas regiões que não precisam, e em outras que precisam de maior aplicação não provocam o efeito desejado. Segundo Law (2001), este processo pode apresentar perdas entre 60 e 70% de produto. As aplicações de produtos em taxas uniformes nas lavouras levam a altos custos com os defensivos agrícolas, eleva as manutenções do maquinário, além de aumentar a exposição das pessoas e do meio ambiente. A pulverização convencional pode levar a gastos desnecessários ao negócio, uma vez que os defensivos agrícolas compõem grande parte do custo com insumos utilizados nas lavouras. (OLIVI, 2009).

São usados atualmente três padrões gerais de pulverização (Figura 1): a pulverização direta, em faixa e a direcionada. O método convencional é caracterizado por uma ineficiência considerável, porque se pulveriza toda área independentemente da existência ou não de alvos. No intuito de reduzir o desperdício e também a poluição ambiental resultante das perdas fora do alvo, métodos de pulverização em banda e direcionados foram desenvolvidos. Na pulverização em banda, somente a área selecionada é tratada. No método de pulverização direcionado, ocorre a detecção das plantas danificadas ou infectadas em tempo real, aplicando o produto apenas no alvo. O método de pulverização alvo é um sistema preciso para reduzir a pulverização química desnecessária que pode afetar áreas ambientalmente sensíveis, humanos e culturas não direcionadas. (HONG et al., 2012)

Figura 1 – Padrões gerais de pulverização: difusão (a), banda (b) e pulverização direcionada (c)



Fonte (HONG et al., 2012)

As tecnologias vêm se desenvolvendo com base no conceito da AP para uma melhor aplicação de defensivos nas lavouras, proporcionando melhores resultados na produtividade e nos custos. Para uma eficiente aplicação de defensivos é necessário adotar novas ferramentas,

que possam medir com mais exatidão a necessidade das lavouras, aplicando os produtos conforme a precisão. Diferente da aplicação uniforme dos defensivos nas lavouras, a aplicação em taxa variável proporciona melhor produtividade a lavoura e menor custo ao produtor. Será abordada no próximo tópico a tecnologia utilizada no sistema de pulverização em tempo real e taxa variável WEEDit.

2.3 Pulverização em tempo real

A pulverização de ervas daninhas em tempo real é uma das ferramentas da agricultura de precisão, é embasada na utilização de sensores que fazem a identificação da planta, e aplica o defensivo apenas sobre o alvo. O processo de reconhecimento da planta é realizado pela identificação de um padrão de reflectância (assinatura espectral) quando exposto a fonte de radiação. A aplicação não requer mapeamento prévio do local infestado, uma vez que a pulverização se baseia em sensores acoplados ao pulverizador e que reconhece a planta daninha controlando a pulverização. (SHIRATSUCHI, 2003)

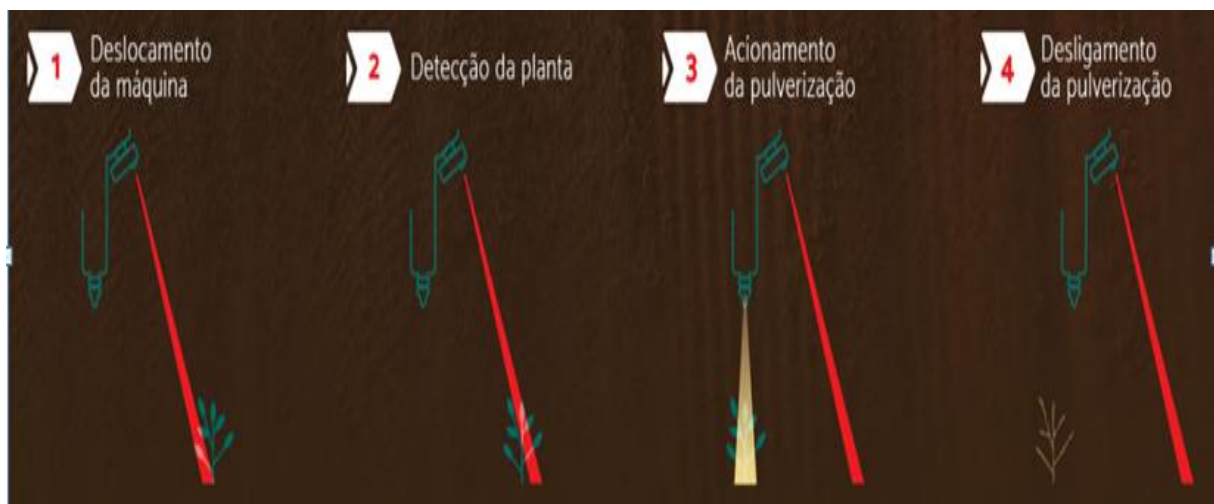
No mercado existem alguns sofisticados equipamentos, de alta tecnologia, que realizam a identificação e faz a aplicação localizada de defensivos somente onde é necessário. No Brasil atualmente há dois tipos de equipamentos comerciais que trabalham com a pulverização em tempo real, o sistema WEEDit e o WeedSeeker. Estes tipos de tecnologia têm potencial de grande economia, de 20% a 99% no uso de defensivos. O WeedSeeker, apresenta tecnologia americana (TRIMBLE, 2023), possui tecnologia de aplicação verde sobre verde, no momento que o sensor passa pela planta e a detecta por meio da luz refletida, envia um sinal para o bico pulverização, aplicando o defensivo apenas sobre o alvo detectado. E o sistema WEEDit, tecnologia Holandesa, é formado por sensores de detecção de clorofila e válvulas rápidas a fim de assegurar a aplicação apenas onde é necessário. (SMART, 2023)

O sistema WEEDit (Figura 2) detém uma tecnologia muito inteligente, possui um sistema de sensores que faz identificação das plantas através de emissão de luzes azul ou vermelha de grande intensidade. Ao tempo que o trator vai passando pelo campo, um conjunto de sensores efetua leituras da área com uma frequência de 40 mil vezes por segundo. A luz emitida pelos sensores vai de encontro à clorofila da planta, a qual absorve a luz e a reemite na forma de fluorescência, que então é detectada pelos sensores. Estes sensores podem identificar mesmo as pequenas emissões de fluorescência da clorofila, e respondem ligando o conjunto de bicos referente à planta identificada, fazendo a aplicação somente do que é necessário, considerando o tamanho da planta. O sistema WEEDit conta também além da tecnologia dos

sensores, a tecnologia nas válvulas, que possuem o sistema de dosagem Pulse Width Modulation (PWM), assegurando que a dose a ser aplicada seja a correta, mesmo diante de variações de velocidades, sem afetar a pressão da barra e a dimensão da gota. Por meio da mudança da largura dos pulsos de energia, o sistema gera interrupções extremamente rápidas na saída do bico de pulverização, quanto maior o tempo de interrupção, menor a dose aplicada. As válvulas singulares do sistema WEED-it são capazes de atuar a 50 Hz, chegando a ser superiores às válvulas convencionais. Ajustando a abertura do bico em até 30 cm antes ou depois da planta, é possível obter resultados precisos mesmo em condições de vento ou oscilação da altura da barra. (SMART, 2023)

Na figura 3 pode-se verificar o momento de aplicação em um talhão em tempo real, observando que o produto só é liberado onde existe de fato a erva daninha. O sistema WEDDit é de uma tecnologia inteligente que pode compensar a variação de velocidade ao longo da barra nas curvas, no qual os bicos da parte de fora da curva aplicam maior quantidade de produto por estar em maior velocidade, o sistema consegue acertar o alvo com exatidão, mesmo ocorrendo as variações de velocidades. (SMART, 2023)

Figura 2 – Sistema WEEDit



Fonte: (SMART, 2023)

Figura 3 – Aplicação de herbicida em tempo real



Fonte: (REVISTA CULTIVAR, 2020)

A utilização de novas tecnologias como o WEEDit é de grande relevância para agricultura nos dias atuais, uma vez que reduz os custos de aplicação dos defensivos, e também da quantidade lançada ao meio ambiente.

2.4 Pulverizadores Autopropelidos

A aplicação de defensivos agrícolas é uma das operações que ocorrem diversas vezes no ciclo de uma cultura, sendo um dos itens de grande impacto nos custos de uma lavoura. Essa questão demonstra a necessidade da utilização de pulverizadores mais modernos e que colaborem na redução dos custos e na redução da quantidade de aplicação de defensivos.

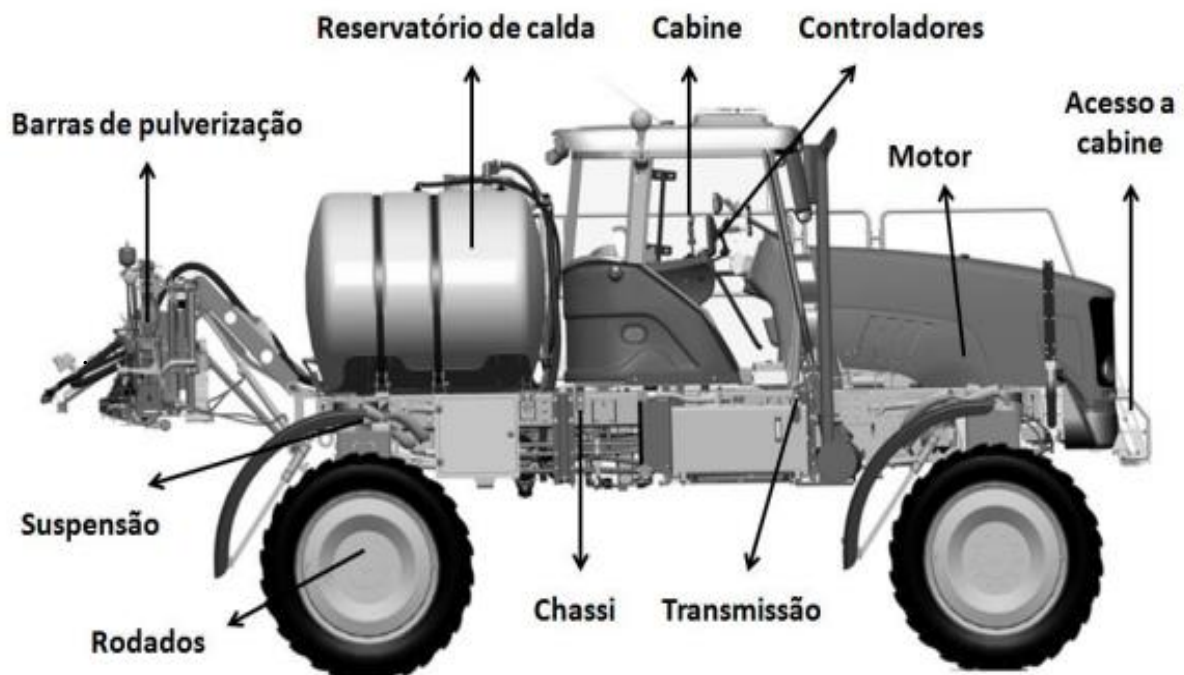
Os pulverizadores são utilizados para aplicação de defensivos agrícolas nas lavouras, fazendo com que o produto atinja o alvo desejado. Existem no mercado muitos modelos disponíveis, sendo do mais simples como o costal, normalmente utilizado para atender pequenas lavouras, ao mais moderno como os pulverizadores autopropelidos, que detêm alta tecnologia, grande capacidade operacional, utilizado em grandes áreas e produzem uma pulverização com qualidade. (CASALI, 2015)

Os pulverizadores autopropelidos, baseados na agricultura de precisão, trabalham com a sistemática de eficiência na produção, realizando aplicações necessárias e efetivas na área

infectada. Os pulverizadores autopropelidos, também conhecido como pulverizadores automotrizes, nada mais são do que máquinas agrícolas com motor e transmissão próprios, que podem ser de porte pequeno, médio ou grande, e que tem a missão de realizar a aplicação de forma correta dos defensivos no alvo. Tem como principais características a grande capacidade operacional, segurança do operador, elevada tecnologia em controladores eletrônicos, o que garante assim um maior controle e assertividade na pulverização. Este tipo de pulverizador é mais indicado para culturas que tem necessidade de mais pulverizações. A utilização desses pulverizados reduzem o custo por hectare, uma vez que consegue aplicar mais defensivos em maiores áreas e em tempo menor, além do sistema que esteja acoplado realizar também a aplicação de defensivos conforme a necessidade. Os pulverizadores são fundamentais para a agricultura, pois elevam a produtividade das lavouras. (SENAR, 2016)

Os pulverizadores autopropelidos são ofertados por diversas empresas e desde os anos 2000, houve um crescimento na utilização destas máquinas na agricultura. (SENAR, 2016) Diversos fabricantes adicionaram o pulverizador autopropelido em sua lista de produtos, cada um com suas características, mas todos com os componentes que são padrões, na (Figura 4).

Figura 4 – Representação de um pulverizador autopropelido com destaque para alguns componentes



Fonte: (adaptado de Manual de Operação Massey Ferguson 9030 apud CASALI, 2015)

Os pulverizadores apresentam o reservatório de calda, onde fica armazenado o produto; as barras de pulverização, que são equipadas com corpos de bicos e com pontas de pulverização; a cabine, que é fechada, proporcionando maior conforto, e proteção em relação a contaminação com os produtos químicos; a suspensão e os rodados, que asseguram a estabilidade do equipamento. Os pulverizadores autopropelidos possuem em sua maioria propriedades que auxiliam o produtor na obtenção de maior relação custo/benefício no processo de pulverização. São de fundamental importância que as regulagens e manutenções ocorram no tempo certo, de forma que o processo seja realizado da melhor maneira, gerando mais eficiência e eficácia na operação agrícola. (CASALI, 2015)

3 MATERIAL E METODOS

Os dados analisados foram das aplicações de defensivos agrícolas no preparo do talhão para plantio de algodão na fazenda Panorama da empresa SLC agrícola. A fazenda fica localizada numa Lat. 13°24'27, 981" S e Long. 46°05'50, 561" W com sede em Correntina – Bahia (BA), possui 24.642 hectares de área total, sendo 10.373ha próprios da LandCo e 14.269ha arrendados. A Fazenda Panorama iniciou plantando 14.500 ha de algodão, 5.700 ha de soja e 1.200 ha de milho com seis sedes pequenas. A Fazenda possui uma área de cerca de 145 ha reservados a ensaios de campo, onde são feitas avaliações dos comportamentos e respostas das culturas agrícolas. O principal objetivo destes ensaios, é ter uma base para tomada de decisões, saber quais as melhores opções e técnicas para serem utilizadas na Fazenda, tendo em vista aumentar a capacidade produtiva das Fazendas. Hoje, a Fazenda planta 10.900ha de algodão e 10.500ha de soja e possui uma estrutura nova e moderna (Figura 5). Desta fazenda, foram escolhidos para análise os dados econômicos de 5 talhões, denominados talhões 6, 8, 10, 11 e 12. As medidas dos talhões que foram aplicados o produto foram: talhão 06 349,7 há; o talhão 08 516,49ha; o talhão 10 524,07ha; talhão 11 523,81ha e o talhão 12 506,03ha (Figura 6). (SLC, 2023)

Figura 5 – Vista Aérea da Fazenda Panorama



Fonte: (SLC, 2023)

Figura 6 - Talhões 06, 08, 10, 11 e 12



Fonte: SLC Agrícola

A lavoura de algodão requer muitos cuidados, pois a mesma fica suscetível a diversas pragas e doenças. Foi realizada uma preparação pré-plantio na qual se faz uma pulverização dos talhões onde seria feito o plantio da cultura. Esta prática é indicada para que seja eliminada a vegetação existente na área antes da semeadura da cultura, que inclui plantas daninhas e restos de culturas antecessoras.

No preparo pré-plantio dos talhões 6, 8, 10, 11 e 12 foram aplicados os produtos Roundup Transorb 2,0 mais Poquer 0,6 e ilharol gold 0,5. O Roundup Transorb é classificado como herbicida seletivo condicional, de ação sistêmica, do grupo químico glicina substituída. Recomendado para o controle de plantas daninhas em área de pré-plantio da cultura e pós emergência de plantas daninhas da cultura de algodão, arroz, milho, cana de açúcar, trigo, soja e em área de pousio. Se aplicado conforme a recomendação irá controlar as plantas daninhas em aplicação única. (ROUNDUP, 2023). O Poquer é da classe herbicida, é seletivo para as culturas de algodão, arroz irrigado, alho, batata, canola, café, feijão, cebola, cenoura, girassol, fumo, maçã, melancia, mandioca, uva, tomate e soja. É eficaz em relação a uma ampla faixa de gramíneas anuais e perenes, mostrando pouca ou nenhuma atividade sobre as plantas infestantes de folhas largas e ciperáceas. Poquer deve ser aplicado em gramíneas em fase ativa de perfilhamento e/ou crescimento. (AGROLINK, 2023). O Ilharol gold 0,5 é da classe adjuvante/espalhante adesivo, é um óleo mineral, emulsionável em água, que é empregado como adjuvante em várias culturas para o controle de pragas, é adicionado à calda de pulverização de inseticidas, herbicidas ou fungicidas. (IHARA, 2023).

O pulverizador utilizado para a aplicação do produto foi o autopropelido John Deere modelo 4730 (Figura 7), que possui um depósito de calda com capacidade de 3.000 l, barra com 36 m. Este pulverizador contém o sistema WEEDit – fabricante Smart Sensing, (este é um sistema de aplicação localizada com sensores em tempo real que faz a detecção de plantas daninhas). O pulverizador possui 36 sensores ao longo da barra, com espaçamento de 1 m entre os sensores, e de 20 em 20 cm espaçamento dos bicos, com uma quantidade de 180 bicos e uma velocidade média de aplicação de 23 km/h.

Figura 7 – Pulverizador Jonh Deere 4730



Fonte: Do próprio autor

A preparação do talhão para futuro plantio ocorreu em agosto de 2022, onde foram aplicados os produtos herbicidas, com a finalidade de conter as plantas daninhas e restos culturais.

Após realizar a preparação do solo, feito as aplicações do produto herbicida com o uso do pulverizador autopropelido com sistema de aplicação localizada em tempo real, foram acessados os dados da aplicação, sendo detalhados os talhões, a calda usada, a área da lavoura, a área aplicada, a vazão, o produto e a data da realização. Seguindo as informações coletadas, foi estimado o custo de uma aplicação convencional, onde é realizado a aplicação em todo talhão e o custo utilizando o sistema WEEDit, sendo a aplicação localizada com sensores em tempo real que faz a detecção de plantas daninhas.

Após a preparação do solo foram plantados mudas de algodão. No talhão 06 foi plantado numa área de 337,70ha, a semente FM 912 GLTP – (essa variedade apresenta tecnologia com resistência múltipla a nematoide de galha e com ciclo precoce no campo). No Talhão 08 foi plantado numa área de 516,49ha, a semente FM 970 GLT – (essa variedade possui uma tecnologia que conta com a resistência múltipla ramulária 1 e 2, além do nematoide de galha). A variedade é a mais completa do mercado com foco nas necessidades do agricultor. No talhão 10 foi plantado numa área de 524,07ha, a semente FM 944 GL, (essa variedade é uma excelente opção para janela intermediária de plantio devido a sua flexibilidade e possuir elevada produtividade e qualidade de fibra). No talhão 11 foi plantado numa área 523,81ha, a mesma semente do talhão 08 - FM 970 GLT. E por fim no talhão 12 foi plantado, numa área de 502ha,

a semente IMA 5801 B2 RF - (resistente aos nematoides das galhas, ciclo médio precoce, tem exigência em fertilidade de solo, devendo ser realizada a aplicação de regulador de crescimento no início do ciclo). (IMAMT, 2022).

Na Tabela 1 podemos verificar todos os dados citados no texto e suas datas de emergência, início e fim do plantio.

Tabela 1 Variedades de sementes de algodão plantadas

Lavoura	Cultura	Variedade	Área (ha)	Data Plantio		Data Emergência
				Início	Final	
6	Algodão	FM 912 GLTP	337,70	06/12/2022	06/12/2022	13/12/2022
8	Algodão	FM 970 GLTP	516,49	29/11/2022	30/11/2022	07/12/2022
10	Algodão	FM 944 GL	524,07	07/12/2022	08/12/2022	15/12/2022
11	Algodão	FM 970 GLTP	523,81	30/11/2022	30/11/2022	07/12/2022
12	Algodão	IMA 5801 B2RF	502	05/12/2022	06/12/2022	13/12/2022

Fonte: SLC Agrícola

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados para análise, obtidos neste trabalho, foram aqueles após realizada a pulverização na preparação do talhão para o plantio, utilizando o pulverizador autopropelido Jonh Deere 4730 que possui o sistema WEEDit. Através dos dados obtidos foi possível realizar a comparação dos custos do método convencional e dos custos do método de aplicação em tempo real.

O método convencional foi simulado através dos dados gerados pela aplicação em tempo real. Este método realiza a pulverização em todo talhão, independentemente se existem ervas daninhas em toda a área ou não. Assim, são utilizadas uma maior quantidade de calda para realizar a pulverização. Na Tabela 2 verificou-se que o talhão 06 - que possui 349,70ha teria um custo de R\$ 21.954,17 para realizar a pulverização de forma convencional. O talhão 08 teria o custo de R\$ 32.425,24, o talhão 10 gastaria R\$ 32.901,11, o talhão 11 despenderia R\$ 32.884,79 e o talhão 12 seria de R\$ 31.768,56 reais. O custo total, somando a área de todos os talhões, seria de R\$ 151.933,87 para realizar a pulverização.

Tabela 2 – Método convencional – simulado

Fazenda Panorama – Controle Sistema Convencional Simulado 2022-23											
Talhão	Data	OS	Calda usada	Vazão	Área lavoura	Área aplicada	% Aplicado	Custo convencional	Custo insumo (ha)	Custo total	Produto/Dose
6	16/08/22	2290	34970	100	349,70	349,70	100%	21.954,17	62,78	21.954,17	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
8	15/08/22	2290	51649	100	516,49	516,49	100%	32.425,24	62,78	32.425,24	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
10	17/08/22	2290	52407	100	524,07	524,07	100%	32.901,11	62,78	32.901,11	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
11	29/08/22	2290	52381	100	523,81	523,81	100%	32.884,79	62,78	32.884,79	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
12	27/08/22	2290	50603	100	506,03	506,03	100%	31.768,56	62,78	31.768,56	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5

Fonte: SLC Agrícola

No método de pulverização em tempo real, esta ocorreu apenas onde se encontrava ervas daninhas. Neste caso o trator possuía as barras equipadas com o sistema WEEDit, ele fazendo a identificação em tempo real das plantas, e emitindo uma luz para a detecção das ervas daninhas. Sendo assim, a área do talhão que foi aplicado o produto foi reduzida, uma vez que só se aplicou o produto nas ervas daninhas, o que gerou uma considerável diminuição dos custos. Na tabela 3 verificou-se que no talhão 06, de 349,70 de área, foi aplicado herbicida em apenas 30ha, tendo o custo de R\$ 1.883,40. No talhão 08, de 516,49ha, foi aplicado em 55ha sendo o custo de R\$ 3.452,90. Já no talhão 10, de área 524,07ha, a aplicação ocorreu em 57ha tendo o custo de R\$ 3.578,46. No talhão 11 de 523,81ha, foi aplicado em 90ha, com o custo de R\$ 5.650,20 e por último no talhão 12, de 506,03ha, foi aplicado em 58ha, com o custo de R\$ 3.641,24. No final o custo final foi de R\$ 18.206,20.

Tabela 3 – Método Pulverização em tempo real

Fazenda Panorama – Controle Sistema WEEDit 2022-23											
Talhão	Data	OS	Calda usada	Vazão	Área Lavoura	Área aplicada	% Aplicado	Custo WEEDit	Custo insumo (ha)	Custo total	Produto/dose
6	16/08/22	2290	3000	100	349,70	30	8,58%	1.883,40	62,78	1.883,40	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
8	15/08/22	2290	5500	100	516,49	55	10,65%	3.452,90	62,78	3.452,90	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
10	17/08/22	2290	5700	100	524,07	57	10,88%	3.578,46	62,78	3.578,46	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
11	29/08/22	2290	9000	100	523,81	90	17,18%	5.650,20	62,78	5.650,20	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
12	27/08/22	2290	5800	100	506,03	58	11,46%	3.641,24	62,78	3.641,24	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5

Fonte: SLC Agrícola

Analisando os dados das Tabelas 2 e 3 tem-se que o método de pulverização em tempo real realiza uma grande economia para agricultor, além de contribuir para que menos herbicida

seja lançado ao meio ambiente. A Tabela 4 permite observar a economia obtida em cada talhão, no talhão 06 chega a 91,42% de economia, reduzindo os custos em R\$ 20.070,77. No talhão 08 observa-se a redução de 89,35%, redução de custos de R\$ 28.972,34. No talhão 10 foi uma economia de 89,12%, gerando uma economia de R\$ 29.322,65. No talhão 11 economia de 82,82%, reduzindo os custos em R\$ 27.234,59 e no talhão 12 economia de 88,54%, gerando uma economia de R\$ 28.127,32. Ao todo tem-se uma economia aproximadamente de 88,02% ou R\$ 133.727,67, o que demonstra grande vantagem em utilizar o método de pulverização em tempo real acoplado com o sistema WEEDit.

O custo de aquisição de um pulverizador autopropelido pode variar entre R\$ 600.000,00 e mais de 800.000,00 mil reais, e o sistema e sensores para a pulverização em tempo real custam em torno de 600.000,00 mil reais por equipamento, conforme o tamanho da barra de aplicação, considerando que a cotação é em dólar, o valor pode variar. (CHBAGRO,2021). O investimento realizado para adquirir esta tecnologia possui alto custo, porém traz alguns benefícios para o produtor e o ambiente, o valor despendido com os defensivos agrícolas e a quantidade que são lançadas ao meio ambiente são reduzidas consideravelmente, conforme pode ser observado na tabela 3.4.

Tabela 4 – Comparação entre o método de pulverização convencional e o método em tempo real

Fazenda Panorama – Análise custos 2022-23													
Talhão	Data	OS	Calda usada	Vazão	Área Lavoura	Área aplicada	% Aplicado	% Economia	Custo Convencional	Custo WEEDit	Economia	Custo insumo (ha)	Produto/dose
6	16/08/22	2290	3000	100	349,70	30	8,58%	91,42%	21.954,17	1.883,40	20.070,77	62,78	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
8	15/08/22	2290	5500	100	516,49	55	10,65%	89,35%	32.425,24	3.452,90	28.972,34	62,78	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
10	17/08/22	2290	5700	100	524,07	57	10,88%	89,12%	32.901,11	3.578,46	29.322,65	62,78	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
11	29/08/22	2290	9000	100	523,81	90	17,18%	82,82%	32.884,79	5.650,20	27.234,59	62,78	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5
12	27/08/22	2290	5800	100	506,03	58	11,46%	88,54%	31.786,56	3.641,24	28.127,32	62,78	Roundup Transorb 2,0+Poquer 0,6+Ilharol gold 0,5

Fonte: SLC Agrícola

A tecnologia do sistema WEEDit tem capacidade de economia variando entre 20% e 99%, dependendo do nível de infestação de ervas daninhas nos talhões. O que corrobora para que este sistema seja utilizado pelos agricultores são a economia de herbicida, a redução de custos e a contribuição com o meio ambiente jogando menor quantidade de herbicida na terra.

5 CONCLUSÃO

A Tecnologia advinda dos estudos da agricultura de precisão trouxe um melhoramento significativo para a área de pulverizações agrícolas, tornando essa atividade mais eficiente. A ideia de aplicar uma maior quantidade de defensivos agrícolas para uma boa pulverização está ficando no passado, Atualmente já é possível ter uma pulverização mais eficiente por meio da aplicação localizada de herbicidas, utilizando as quantidades necessárias e suficientes para cada área agrícola.

Por meio deste trabalho, foi possível verificar que existem novas tecnologias como a pulverização em tempo real, que utiliza o sistema WEEDit e permite uma pulverização eficiente, aplicando apenas a quantidade necessária de produtos nas ervas daninhas existentes.

A aplicação em tempo real foi possível com a utilização das novas tecnologias advindas da agricultura de precisão, o que proporciona grandes economias de defensivos agrícolas, elevando a eficiência, reduzindo significativamente os custos, além de reduzir o impacto ao meio ambiente.

Novas tecnologias advindas da agricultura de precisão podem também ser utilizadas para comparações com o método convencional e novos estudos podem ser realizados para maiores resultados. As tecnologias estão chegando para ficar no campo, e as fazendas que desejarem ter seus custos diminuídos, a produtividade aumentada e ter maior sustentabilidade se adequarão aos novos métodos.

REFERENCIA

ALONSO, A. S. **Equipamentos e tecnologia de aplicação de defensivos**. Embrapa SPI, p. 296-317. Brasília-DF, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Agricultura de precisão**. Brasília: Mapa/ACS 2009. p. 99. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/agric_precisao.pdf>. Acessado em: 12/01/2023

_____. Portaria nº 852 - **Art. 1º Criar a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão – CBAP**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 set. 2012. Seção 1, n. 184. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/tecnologiaagropecuaria/agricultura-de-precisao-1>>. Acessado em: 13/01/2023

BRASQUÍMICA, INDUSTRÍA E COMÉRCIO LTDA. **Pulverização Agrícola: O que é e como funciona**. Disponível em: <http://brasquimica.ind.br/pulverizacaoagricola/>. Acessado em: 15-01-2023

BULA Iharol Gold. **Ihara**, 2023. Disponível em:

<https://ihara.com.br/wp-content/uploads/sites/96/2021/07/3104541-bula-iharolgold-201-1.pdf>
Acessado em: 03-02-2023

BULA Poquer. **Agrolink**, 2023. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/poquer_8468.html>. Acessado em: 03-02-2023

CASALI, André Luis. **Caracterização, avaliação e classificação dos pulverizadores autopropelidos produzidos no brasil**. 2015. Tese doutorado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3632/CASALI%20ANDRE%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em: 16-01-2023

CBHAGRO. **Ranking de despesas em tecnologia no cultivo da cana de açúcar**, 2021 Disponível em: <https://blog.chbagro.com.br/ranking-de-despesas-em-tecnologia-no-cultivo-da-cana-de-acucar>

CONTIERO, R.L., BIFFE, D.F., and CATAPAN, V. Tecnologia de Aplicação. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 401-449. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-15.pdf>> Acessado em: 02-02-2023

COSTA, L. L.; POLANCZYK, R. A. **Tecnologia de aplicação de caldas fitossanitárias**. 1 ed. São Paulo: Funep, 2019. Disponível em: <https://sabri.com.br/content/wp-content/uploads/2019/08/E-book-Tecnologia-de-aplicacao-de-caldas-fitossanitarias.pdf>
Acessado em: 04-02-2023

HONG, SUN.; MINZAN, L.; ZANG, Q. **Detection system of smart sprayers: Status, challenges and perspectives.** International Journal of Agricultural and Biological Engineering. vol 5, n 3, p. 481-495, 2012. Disponível em: <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/585/462>. Acessado em: 25-01-2023

INSTITUTO MATOGROSSENSE DO ALGODÃO. **Panorama da qualidade de fibra das variedades comerciais e pré-comerciais de algodão para o Mato Grosso- Safras 2019 a 2021.** Circular técnica nº 55. IMAMT, julho de 2022. Disponível em: https://imamt.org.br/wp-content/uploads/2022/09/circular_tecnica_edicao55.pdf Acessado em: 05-02-2023

JOBIM, Lucas dos Santos. **Avaliação de diferentes técnicas de pulverização com base em agricultura de precisão.** 2017. Dissertação mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12994/DIS_PPGAP_2017_JOBIM_LUCAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acessado em: 03-02-2023

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. **Manual de Aplicação de Produtos Fitossanitários.** 1. ed. Viçosa, 2013. 588 p.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OLIVI, Leonardo Rocha. **Aplicação de herbicidas a taxas variáveis utilizando controle preditivo.** 2009. Dissertação mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18153/tde-26022010153008/publico/Leonardo.pdf> Acessado em: 18-01-2023

PARRA, A. C. **Precisão na pulverização: importância e vantagens.** MF Rural, 2022. Disponível em: <https://blog.mfrural.com.br/precisao-na-pulverizacao/> Acessado em: 06-02-2023

Cultivar, R. **Agricultura de precisão no combate e redução de custos no manejo de plantas daninhas,** 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/agricultura-de-precisao-no-combate-e-reducao-de-custos-no-manejo-de-plantas-daninhas>

ROZA, D. **Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura.** Revista InfoGEO, n. 11, jan/fev, 2000.

ROUNDUP Transorb. **Roundup,** 2023. Disponível em: http://www.roundup.com.br/videos/pdf/roundup_transorb_r/roundup-transorb-r-bula.pdf Acessado em: 02-02-2023

SENAR. **Mecanização: operação de pulverizadores autopropelidos** – Brasília: SENAR, 2016. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/170-AUTOPROPELIDO.pdf> Acessado em 15/02/2023.

SHIRATSUCHI, Luciano Shozo; CHRISTOFFOLETI, Pedro Jacob; FONTES, José Roberto Antoniol. **Aplicação Localizada de Herbicidas.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568141/1/doc91.pdf>. Acessado em: 12-01-2023

SMART, S. B. **Smart Sensing Brasil**, 2023. Disponível em: <http://smartsensingbrasil.com.br/weed-it/>. Acesso em: 14-02-2023

ZERBATO, Cristiano; CORRÊA, Rafael de Graaf; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli. **Agricultura de precisão: direcionamento automático de máquinas agrícolas** – Curitiba: SENAR-PR., 2020. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/11/PR.0344-Agricultura-de-Precisa%CC%83o-1.pdf>> Acessado em: 22-01-2023>