



PARÂMETROS DA PULVERIZAÇÃO ELETROSTÁTICA

ELECTROSTATIC SPRAYING PARAMETERS

Vitor Antônio Ruy – e-mail - legenderbr@gmail.com

Fabio Alexandre Cavichioli – e-mail – fabio.cavichioli@fatectq.edu.br

Marcela Midori Yada – e-mail – marcelayada@gmail.com

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

RESUMO

A crescente demanda por alimentos saudáveis faz com que o agronegócio se modernize com tecnologias para atender o mercado de forma eficiente, rápida e com qualidade em toda sua cadeia. Atualmente, ocorre uma evolução na preocupação com as formas de cultivo e as consequências futuras no meio ambiente, pois o sistema tradicional de produção utiliza muitos inseticidas e pesticidas traz consequências não desejadas não só ao solo, mas também à saúde das pessoas. Além disso, o grande desperdício das técnicas de aplicação de agrotóxicos tem estimulado a procura por alternativas tecnológicas para aumentar sua eficiência, assim, a pulverização eletrostática tem se revelado uma tecnologia promissora. O objetivo do artigo é apresentar eficiência da pulverização eletrostática na redução de aplicação dos químicos. Foi realizado um teste a campo em São Lourenço do Turvo, uma aplicação numa área tratada de 40 ha na cultura da goiaba Paluma, para comparar a eficiência da pulverização convencional e pulverização eletrostática. Dentre os benefícios da pulverização eletrostática, a melhor cobertura na pulverização equivale a reduzir o consumo de produtos químicos e retorno mais rápido sobre investimento. Observou-se que a pulverização eletrostática foi muito mais eficiente que a pulverização convencional, trazendo uma economia e um rendimento operacional muito maior.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, Deposição, Calda.

ABSTRACT

The increasing demand for healthy food makes agribusiness modernize itself with technologies in order to efficiently and quickly provide for the market with quality throughout its chain. An evolution in relation to the forms of cultivation and the future consequences in the environment is taking place nowadays, once the traditional system of production makes use of many insecticides and pesticides and brings unwanted consequences both to the soil and to people's health. In addition, the great waste of pesticide application techniques has been stimulating the search for technological alternatives to increase its efficiency, in this context, electrostatic spraying has proved to be a promising technology. This paper aims at presenting the efficiency of electrostatic spraying in reducing the application of chemicals. In order to compare the efficiency of conventional spraying and electrostatic spraying, a field test was carried out in São Lourenço do Turvo, an application in a 40 ha treated area in a Paluma guava crop. Among the benefits of electrostatic spraying, the best spray coverage results in the reduction of



chemical consumption and faster return on investment. It was observed that electrostatic spraying was much more efficient than conventional spraying, bringing greater savings and higher operating income.

Keywords: *Application technology, deposition, syrup*

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por alimentos saudáveis, se faz necessário que o agronegócio se modernize para atender o mercado de forma eficiente, rápida e com qualidade em toda sua cadeia. A tecnologia vem como estratégia de mercado para preencher as lacunas existente no campo, a exemplo disso podemos citar os longos períodos de estiagem, proliferação de pragas, manutenção do meio ambiente, entre outros.

O mundo globalizado anseia cada vez mais por alimentos saudáveis, onde os produtos orgânicos e com baixos níveis de agrotóxicos ganham cada vez mais espaço na vida dos consumidores. Sendo notório o investimento por parte das grandes corporações em marketing e ações referentes a produtos deste nicho e a preocupação com o meio ambiente.

Dias et al. (2015) os resultados compactuam com a hipótese de que a preocupação com os resíduos de pesticidas é um importante fator de preferência para alimentos orgânicos. A síntese dos estudos demonstra uma evolução na preocupação com as formas de cultivo e com as consequências com o meio ambiente, por a forma tradicional de produção valer-se de muitos inseticidas e pesticidas que podem trazer consequências não desejadas não só ao solo, mas também a saúde das pessoas.

Diante deste cenário, é fundamental que os custos de produção se não planejados de forma eloquente, tendem a encarecer os alimentos pelo *supply chain*, ainda mais quando pensamos no mercado brasileiro em específico, onde a agricultura familiar é responsável pela produção de 70% dos alimentos consumidos no país (HOFFMANN, 2014).

Nas culturas que utilizam produtos químicos, como herbicidas, fungicidas e inseticidas, os mesmos são aplicados através de equipamentos denominados pulverizadores.

Os pulverizadores são utilizados para aplicar agrotóxicos e fazer com que estes produtos atinjam o alvo desejado. No mercado brasileiro, existem diversos tipos, desde os mais simples, do tipo costal, utilizados para atender pequenas áreas, até os pulverizadores auto propelidos, os quais possuem alta tecnologia e elevada capacidade operacional, capazes de atender grandes áreas com qualidade na pulverização (CASALI et al., 2011).



A precisão da aplicação de defensivos agrícolas para um planejamento eficiente no manejo integrado de pragas (MIP), é um fator importante para um controle efetivo das pragas e doenças que limita a produção. A estratégia do controle químico é bastante complexa, pois deve ser bem planejada para que não haja nenhum erro na hora da aplicação, considerando todas as características da lavoura, as condições climáticas e principalmente, a capacidade operacional das fazendas. Não basta apenas usar corretamente os agroquímicos, é preciso acertar o dia, o local, a dosagem correta, evitando a poluição ambiental e com maior rendimento operacional.

Pesando na redução dos custos operacionais, baixo nível de resíduos de compostos químicos nos alimentos, surge uma nova tecnologia denominada pulverização eletrostática, desenvolvida nacionalmente pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Pesquisadores da EMBRAPA Meio Ambiente, capitaneada por Aldemir Chaim, desenvolveram um novo tipo de pulverizador, conhecido como Pulverizador Eletrostático, que visa maior eficiência durante o uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas, resultando em maior economia e menor contaminação ambiental (AGRISHOW DIGITAL, 2017).

O objetivo deste trabalho é elucidar de maneira objetiva a eficiência da pulverização eletrostática, uma tecnologia contemporânea, que desde sua concepção já demonstra com clareza a redução dos custos operacionais, que a mesma vai proporcionar, principalmente na redução de aplicação dos químicos, ponto que onera pequenos e grandes produtores em relação a aquisição, fazendo que o mesmo, perda competitividade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pulverização eletrostática

No passado, dispensava-se pouca atenção à uniformidade e tamanho de gotas produzidas em aplicações de produtos fitossanitários uma vez que se buscava era o bom molhamento da cultura mediante ao emprego de altos volumes de calda (CARRERO, 1996).

Hoje a tendência é de diminuição de volume de calda com a intenção de redução de custos e aumento da eficiência das pulverizações (SOARES; LEÃO, 2008).

No entanto, as pulverizações em lavouras, tal como se pratica hoje, têm se caracterizado por considerável desperdício de energia, uso inadequado de produtos químicos e significativa contaminação do ambiente (MATTHEWS, 2000). Os métodos de aplicação de produtos



fitossanitários, empregados atualmente, revelam-se extremamente desperdiçadores e pouco adequados ao novo conceito de sustentabilidade (CHAIM et al., 2002, 2006).

O emprego de pequenas gotas menores do que 100 micrômetros apresentam melhores resultados de controle de problemas fitossanitários. Entretanto, as gotículas, devido às suas pequenas massas, possuem pouca energia cinética, o que faz com que suas capturas pelos alvos sejam reduzidas e também que a evaporação e deriva se acentuem. Desta maneira, as vantagens esperadas de maior eficiência de utilização e de um menor volume de calda de aplicação, se verificam somente em condições muito especiais. Consequentemente, para melhorar a eficiência das pulverizações, os agricultores utilizam bicos que produzem gotas maiores do que 200 micrômetros, para garantir um completo molhamento das plantas. A pulverização eletrostática se apresenta como uma solução tecnológica para aumentar a eficiência de utilização de gotas pequenas, reduzindo as perdas para o solo ou mesmo por evaporação (CHAIM e WADT, 2015).

O método de pulverização eletrostática trata da eletrificação das gotas, a fim de que sejam fortemente atraídas pela planta e que, dessa forma, atinjam áreas ou alvos que dificilmente seriam atingidos pelo processo de pulverização com bicos hidráulicos convencionais.

O melhor processo eletrostático para bicos hidráulicos é descrito por Chaim (2006) como sistema de carga de gotas por indução eletrostática com eletrificação direta. Portanto, os estudos visam reduzir os volumes de pulverização atualmente praticados, associados a tecnologias que propiciem melhor distribuição do produto aplicado, e que minimizem a exposição dos aplicadores e a contaminação do ambiente.

O pulverizador eletrostático auxiliado-por-ar (SPE) é o patenteado bico Maxcharge™ atomização de ar carregamento por indução, que foi inventado na Universidade da Georgia (EUA). Pulverizadores eletrostáticos auxiliados por ar, produzem spray de gotículas 900 vezes menor do que as produzidas por pulverizadores convencionais. Após as gotículas receberem uma carga elétrica elas são levadas a uma corrente de ar turbulento, ar e líquido entram na parte posterior do bico separadamente. O ar move-se através do bico sob pressão e se encontra com o líquido na ponta do bico, causando a formação de gotículas de pulverização que são 30 a 60 micras de diâmetro.

Christofolletti (1999) descreve que a aplicação é um processo em que se coloca o produto químico no alvo. Teoricamente, quanto maior a quantidade de produto depositada na superfície,



maior poderá ser a sua ação. Assim, a aplicação de um determinado produto químico pode ser otimizada em termos de eficiência, expressa pela relação percentual entre a quantidade de produto depositada no alvo e a quantidade de produto emitida pela máquina.

Para Schröder e Loeck (2006), o equipamento Spectrum Electrostatic Aerial Spray System (ESS) consiste em um sistema que opera com alta pressão na barra de pulverização e baixo volume, carregando então todas as partículas eletricamente produzidas pelo sistema de pulverização da aeronave. As cargas são produzidas com polaridades opostas em cada barra de pulverização, composta por uma fonte de alta voltagem, que apresenta internamente dois geradores independentes de alta tensão, um para cargas negativas e outro para cargas positivas e uma unidade de comando de operação, em que existem dois potenciômetros para controle individual de cada gerador de alta tensão. O equipamento ainda dispõe de uma unidade de controle chamada display que contém dois volts/amperímetros, utilizado para o monitoramento de cada barra e um conjunto de 88 bicos tipo jato cônico, com isoladores e anéis para indução eletrostática, todos montados (bicos) em uma barra com perfil aerodinâmico. Portanto, com a pulverização eletrostática a deposição de gotas chega até 70%, sendo que na pulverização tradicional não ultrapassa 30% (PORTAL DBO, 2016).

2.2 Benefícios da pulverização eletrostática

Menos resíduos químicos testados por 4 grandes universidades, comparando os pulverizadores eletrostáticos (ESS) com pulverizadores convencionais ocorre 300% de melhor penetração na pulverização e na cobertura. Apenas 15% a 20% do spray de pulverização convencional ou por corrente-de-ar (ar-explosão) se termina sobre as plantas, com 51% de produto químico desperdiçado no chão.

A melhor cobertura na pulverização equivale a reduzir o consumo de produtos químicos e retorno mais rápido sobre investimento. A maioria dos usuários reduz os custos por 30-60% e ainda vê resultados efetivos a partir de seu programa de pulverização.

Chaim (2006) explica que a pulverização eletrostática aumenta em pelo menos 40% a eficiência da aplicação de defensivos, reduzindo custo dos tratamentos fitossanitários, e diminui o impacto ambiental. Esse rendimento pode ser ampliado, se considerar outras variantes como o ambiente, a condição de aplicação, o produto aplicado, a cultura ou o tipo de equipamento.

Os benefícios ambientais incluem redução de resíduos químicos e os melhores resultados a partir de produtos químicos de baixa toxicidade. A pulverização eletrostática é mais



segura para os trabalhadores, pois reduz a exposição ao produto, já que a frequência abastecimento do tanque é muito menos do que os pulverizadores convencionais, e usa o bico de pulverização MaxCharge™, com bocal eletrostático mais eficaz disponível e mais fácil de manuseio. MaxCharge™ significa carga máxima para a melhor cobertura de pulverização. Redução dos custos operacionais de aplicação.

A redução da quantidade de agrotóxicos impacta também em menor impacto ambiental provocado por perdas e carreamento desses químicos. Para Chaim e Wadt (2005), essa é a maior vantagem, pois o meio ambiente é o que mais se beneficia dessa diminuição de desperdícios.

2.3 Pulverização convencional x eletrostática

A literatura científica aponta que quando a eletrostática é empregada com critério no controle de pragas e doenças de plantas, é capaz de promover uma redução de até 60% no volume de calda utilizada e aumentar sensivelmente a deposição de produto nas plantas, quando comparado aos métodos usuais. Resultados de testes e depoimento de uso de produtores em várias regiões do mundo indicam que a pulverização eletrostática, em alguns casos, pode proporcionar inclusive a redução no número de aplicações, ou seja, diminuição no custo do tratamento fitossanitário de diversas culturas (EMBRAPA ENVIRONMENT, 2018).

Diversas pesquisas têm demonstrado as vantagens da pulverização eletrostática. Avaliando a aplicação eletrostática em pimentão, Derksen et al. (2007) conseguiram resultados similares, empregando-se volumes de aplicação seis vezes menores do que os utilizados em tratamentos convencionais.

Laryea e No (2005) verificaram, na cultura da macieira, em que, dependendo das dimensões da planta, a pulverização eletrostática pode proporcionar um aumento na deposição em até 2,51 vezes, comparada à convencional. Xiongkui et al. (2011), trabalhando em pomares, constataram aumento na deposição com o sistema eletrostático de até 50%, comparado aos sistemas convencionais de pulverização.

Na pulverização convencional, cerca de 70% do agrotóxico aplicado acaba no solo ou é levado pelo vento. Na pulverização eletrostática, 70% do produto fica grudado (eletricamente) na planta, além disso, devido à dimensão das gotas (tipo neblina), o produto atinge também a face debaixo das folhas, o que é importante para combater certas pragas e doenças que preferem essa face mais protegida para se alojarem (MORANJI, 2016).

Na média, pulverizadores hidráulicos comuns, operando com eletrostática, agregam 40% a 60% de economicidade ao processo e de 50% a 60% de eficiência. Traduzindo, é possível



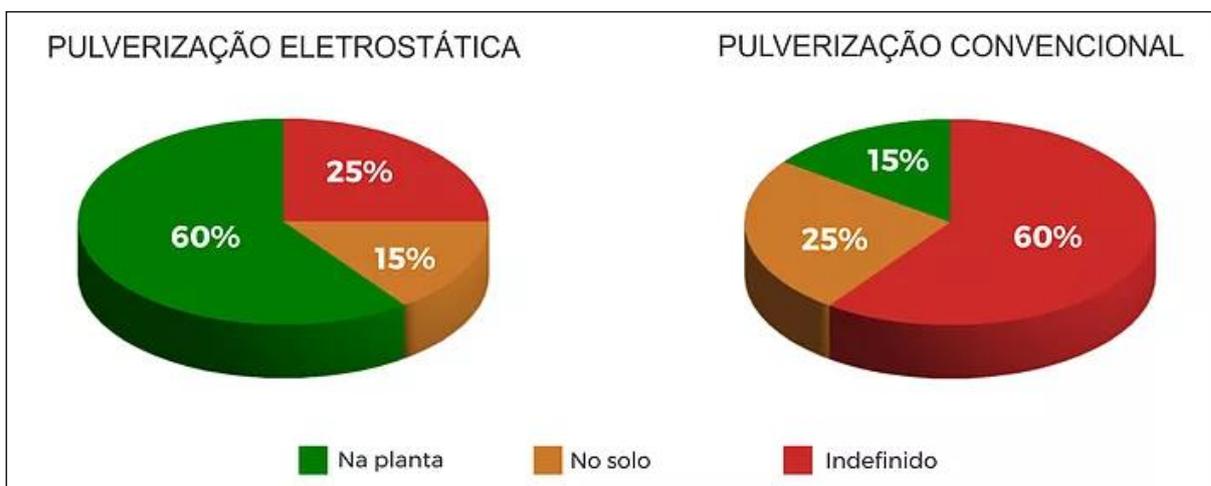
realizar um controle de pragas com menos tempo, pela metade dos insumos (calda) e com o dobro de eficiência, aproximadamente.

No momento da pulverização convencional, as gotículas, devido as suas pequenas massas, possuem pouca energia cinética (relacionada ao movimento), o que faz com que suas capturas pelos alvos sejam reduzidas e também que a evaporação e deriva se acentuem. Pesquisas indicam que a evaporação de gotas é um dos principais fatores de desperdício de agrotóxico nas aplicações. Durante um processo de pulverização, o campo de gotas produzidas por um bico hidráulico é extremamente desuniforme, onde existe uma grande porcentagem de gotas que são perdidas por evaporação. De acordo com a figura 1, a pulverização eletrostática se apresenta como uma solução tecnológica para aumentar a eficiência de utilização de pequenas gotículas, reduzindo as perdas para o solo ou mesmo por evaporação (CHAIM e WADT, 2015).

Na pulverização convencional não é possível trabalhar com gotas finas, pois evaporam, são facilmente levadas pelo vento e sofrem com a inversão térmica, entre outros fatores. Estudos comprovam que até 75% da pulverização convencional é perdida por deriva ou para o solo. Gotas finas carregadas com carga elétrica adquirem uma enorme velocidade em direção do alvo, isso faz com que a perda por evaporação não aconteça.

A pulverização eletrostática trabalha com gotas finas pois a força de atração é tão grande que a gota consegue até mesmo vencer a turbulência dos ventos. Todas as gotas são carregadas com a mesma carga. As gotas não se chocam durante o percurso até o alvo, fazendo com que tenhamos uma gota ao lado da outra e não gota sobre gota como em aplicações convencionais. As gotas carregadas possuem força de atração mesmo após passarem por uma folha ou fruto, elas conseguem retornar e depositar-se na traseira desse alvo.

Figura 1 - Comparativo Pulverização Eletrostática TSB Jet x Pulverização Convencional



Fonte: TSB Jet | Pulverização Eletrostática

Dezenas de artigos publicados no exterior sobre o emprego de gotas com carga eletrostática para aplicação de agrotóxicos, em cultura de porte rasteiro, arbustivo e arbóreo, confirmam que é possível reduzir, com facilidade, mais de 50% dos ingredientes ativos recomendados nas aplicações, sem reduzir a eficácia biológica (CHAIM e WADT, 2015).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em um ensaio realizado, junto com o proprietário e técnico agrícola Marcelo Carlos Lotti Junior, em São Lourenço do Turvo, foi feita uma aplicação numa área tratada de 40 ha na cultura da goiaba Paluma, para comparar a eficiência da pulverização convencional e pulverização eletrostática, e chegar à conclusão de que qual das duas aplicação seria mais viável e mais econômica, trazendo resultados e economia para melhorar o custo operacional, e o rendimento na aplicação de agroquímicos e inseticidas, visando um maior controle de pragas e doenças na lavoura de goiaba.

3.1 Equipamentos e aplicação

O equipamento utilizado foi um turbo axial de 18 bicos eletrostático (Figura2), com painel de Módulo 1 ou módulo de controle do sistema, que é responsável pela conversão de tensão do equipamento, transformando 12 volts em alta voltagem(figura 3), da empresa sistema de pulverização eletrostático (SPE), aplicando uma vazão de 200 lt por ha, em uma velocidade



de 6km/h e com uma pressão de 10 bar., e foi utilizado um corante fluorescente demonstrador de gotas, numa temperatura de 28°C, com uma umidade relativa de 38% e um vento de 10 km/h (na pulverização geral entre ambas, não é recomendado aplicação com vento mais forte do que essa velocidade).

Figura 2 – Equipamentos bicos eletrostáticos com modulo dois



Fonte: do autor

Figura 3- Módulo 1 ou módulo de controle do sistema



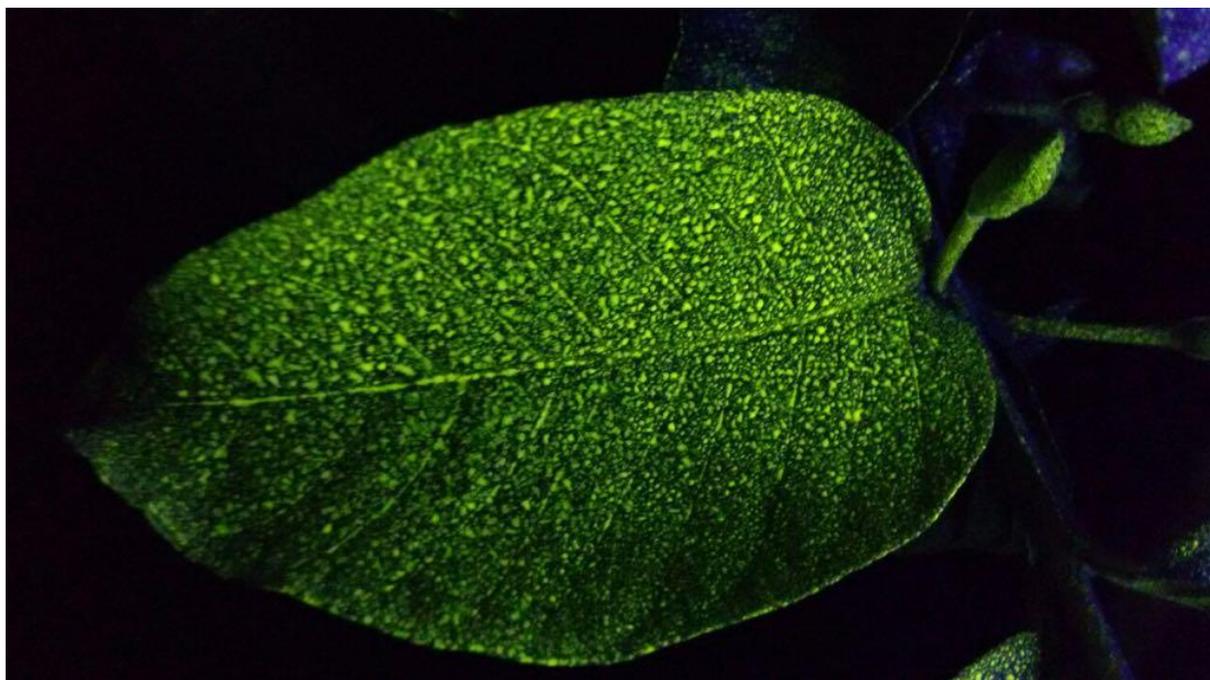
Fonte: do autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma maior deposição de gotas na pulverização eletrostática, do que na convencional.

Na pulverização eletrostática foi verificado uma maior deposição de gotas na parte superior da planta, terço médio da planta, baixeiro da planta e verso das folhas, caule, tronco e frutos conforme verificamos na figura 4, e ressalta o proprietário que após a instalação do equipamento e com suas vantagens foi obtido um maior controle de pragas e doenças tais como ferrugem, acaro branco, e outros insetos no quais são prejudiciais a cultura da goiaba, e ainda diz que na pulverização convencional utilizava 80.000 lt de água para pulverizar a lavoura inteira, e depois que adquiriu a tecnologia eletrostática, houve uma redução de 72.000 lt de água, o que seria equivalente à aproximadamente 90%, de água a menos.

Figura 4 – Folha da goiaba depois da pulverização eletrostática com corante fluorescente, mostrando a deposição uniforme na folha da goiaba.



Fonte: do autor



O proprietário relata que a pulverização eletrostática é muito mais eficiente e economicamente que a pulverização convencional, trazendo uma economia e um rendimento operacional muito maior do que a pulverização convencional, o equipamento eletrostático tem um custo para aderir a tecnologia de 15.000 reais, quando adquirido pelo técnico e proprietário Marcelo Carlos Lotti Junior um equipamento de segunda mão, no valor aproximadamente de 5.000 Reais, na propriedade o equipamento se pagou com apenas, poucas aplicações, sendo assim mostrando um rápido retorno do investimento.

Chaim (2005) afirma que a relação entre custo e benefícios do uso de tecnologia de pulverização eletrostática se apresenta totalmente favorável. O maior custo dos pulverizadores equipados com a tecnologia é rapidamente amortizado pelo menor custo das operações e pela menor necessidade de insumos para se obter o mesmo resultado, quando comparado com a pulverização convencional.

5 CONCLUSÃO

A pulverização eletrostática tem uma maior eficiência por ser uma tecnologia de ponta, por proporcionar uma maior deposição folhear, reduzindo a aplicação de calda, fornecendo um maior desempenho operacional.

Contudo, é um tipo de pulverização não muito utilizada pelos brasileiros, por ainda ter algumas questões financeiras, por parte do agricultor de porte pequeno.

Através do relato do proprietário foi possível constatar que planejar o custo é fundamental para uma rentabilidade maior, de modo que o investimento, segundo ele, é viável para sua propriedade.

REFERÊNCIAS

AGRISHOW DIGITAL. **Pulverização eletrostática: maior eficiência em busca da sustentabilidade.** Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/pulverizacao-eletrorstatica-maior-eficiencia-em-busca-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 28/08/2018

CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamentos fitossanitários.** Madrid: Mundi-Prensa, 1996.



CASALI, A.L. **Condições de uso de pulverizadores e tratores na região Central do Rio Grande do Sul.** 2011. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L. Eficiência de deposição de agrotóxicos, obtida com bocal eletrostático para pulverizador motorizado costal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 497-501, 2002.

CHAIM, A. **Pulverização eletrostática: principais processos utilizados para eletrificação de gotas.** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 18 p.

CHAIM, A.; WADT, L.G.R. **Pulverização eletrostática: a revolução na aplicação de agrotóxicos.** Embrapa Meio Ambiente. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-noticias/-/noticia/2615385/artigo---pulverizacao-eletrificacao-a-revolucao-na-aplicacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 25/08/2018.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle. **São Paulo: Teejet South América**, 1999. 15p.

DIAS, V. V.; SCHULTZ, G.; SCHUSTER, M.S.; TALAMINI, E.; RÉVILLION, J.P. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo SP. 2015.

EMBRAPA ENVIRONMENT. **Cientistas desenvolvem o primeiro pulverizador eletrostático que pode ser levado nas costas.** 23/04/18. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/meio-ambiente/busca-de-noticias/-/noticia/33561515/cientistas-desenvolvem-o-primeiro-pulverizador-eletrificacao-que-pode-ser-levado-nas-costas>. Acesso em: 20/08/2018.

HOFFMANN, R. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil? **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 21(1):417-421, 2014.

LARYEA, G.N.; NO, S.Y. **Effect of fan speed and electrostatic charge on deposition of orchard canopy sprays.** *Atomization and Sprays*, Redding, v.15, p.133-144, 2005. Disponível em: <<http://www.begellhouse.com/journals/6a7c7e10642258cc,55bbbfd80d28acda,0228d8140149fd66.html>>. Acesso em: 05/09/2018. doi: 10.1615/AtomizSpr.v15i2.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods.** 3th ed. Malden: Blackwell Science, 2000. 448p.

MORANJI, M. **Embrapa cria tecnologia que diminui agrotóxicos nas lavouras.** *Globo Rural*, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/05/embrapa-cria-tecnologia-que-diminui-agrotoxicos-nas-lavouras.html>. Acesso em: 05/09/2018.

PORTAL DBO. **Pulverização Eletrostática reduz o uso de agroquímicos.** Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/3563/pulverizacaoeletrostatica-reduz-uso-de>>



agroquimicos.html >. Acesso em: 17 ago. 2018.

SCHRÖDER, E. P.; LOECK, A. E. Avaliação do sistema de pulverização eletrostática aérea na redução do volume de calda e dosagem do herbicida glifosate. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.319-323, jul-set. 2006. Disponível em: < <http://sindag.org.br/wp-content/uploads/2017/03/4628-13039-1-PB.pdf> >. Acesso: 14 ago. 2018.

SOARES, J.; LEÃO, M. **Optimização da pulverização em médio e baixo volume na produção integrada de pêra rocha**. Disponível em: <www.bayercropscience.pt/download/pi_pera_rocha.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.

XIONGKUI, H.; AIJUN, Z.; YAJIA, L.; JIANLI, S. **Precision orchard sprayer based on automatically infrared target detecting and electrostatic spraying techniques**. **International Journal of Agricultural and biological engineering**, Beijing, v.4, p.35-40, 2011. Disponível em: <<http://www.ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/393>>. Acesso em: 5 mar. 2012. doi: 10.3965/j.issn.1934-6344.2011.01.035-040.