

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

MATHEUS TOREZANI ROSSI

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO SIMULADA DE
HERBICIDAS EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS**

São Mateus- ES

Junho de 2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

MATHEUS TOREZANI ROSSI

**TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO SIMULADA DE
HERBICIDAS EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória

São Mateus- ES

Junho de 2024

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

R833t Rossi, Matheus Torezani, 1994-
TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO SIMULADA : DE
HERBICIDAS EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS / Matheus
Torezani Rossi. - 2024.
68 p. : il.

Orientador: Edney Leandro da Vitória.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Aplicação de produtos químicos agrícolas. 2. Ervas daninhas
- Controle. I. Leandro da Vitória, Edney. II. Universidade Federal
do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo.
III. Título.

CDU: 63

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO SIMULADA DE HERBICIDAS EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS

MATHEUS TOREZANI ROSSI

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada: 28 de junho de 2024

Documento assinado digitalmente



EDNEY LEANDRO DA VITORIA

Data: 28/08/2024 10:05:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Marcelo da Silva Barreto
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente



ADRIEL LIMA NASCIMENTO

Data: 10/09/2024 08:28:44-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adriel Lima Nascimento
Universidade Federal do Espírito Santo

A DEUS e minha família. Sem o apoio destes, seria impossível dar passos tão importantes em minha contínua evolução profissional e pessoal.

Dedico!!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por iluminar esta longa caminhada, me amparando e fortalecendo para realizar mais este objetivo.

Aos meus pais Marco e Maria Luiza e minha irmã Alice que me deram força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades, que acreditaram e contribuíram com a conclusão deste curso, conduzindo-me na realização deste objetivo.

Ao Laboratório de Mecanização Agrícola da UFV- Universidade Federal de Viçosa por ceder o uso do equipamento para caracterização das pontas de pulverização.

Ao grupo do laboratório de Mecanização Agrícola – UFES/ CEUNES, por todo apoio e companheirismo fornecido nas atividades experimentais.

Ao meu orientador Prof^o Dr. Edney Leandro da Vitória pelo empenho e credibilidade que me ofereceu, direcionando o caminho a ser percorrido, sou muito grato a todo o seu trabalho.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial o Centro Universitário Norte do Espírito Santo, por conceder a oportunidade única da realização do curso de mestrado.

A todos que de qualquer forma, mesmo da forma mais simples, direta ou indiretamente, me incentivaram e fizeram parte da minha história, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1. CAPÍTULOS	2
2. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA GLIFOSATO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFÉ: UMA ANÁLISE BIBLIOMETRICA.....	3
Introdução	5
Ação herbicida do Glifosato.....	6
Tecnologia de aplicação.....	7
Materiais e métodos	10
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	18
Referências Bibliográficas	19
3. AVALIAÇÃO DE PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO NA DEPOSIÇÃO DE CALDA EM PLANTAS DANINHAS.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
Introdução	26
Materiais e Métodos	28
Caracterização da área experimental.....	28
Desenho Experimental	29
Determinação do espectro de deposição de gotas	30
Monitoramento das condições climáticas	32
Análise estatística	32
Resultados	33
Efeito das variáveis taxa de aplicação e ponta de pulverização.....	33
Discussão.....	36
Conclusões.....	40
Referências Bibliográficas	41
4. DEPOSIÇÃO, ESCORRIMENTO PARA O SOLO E EXODERIVA EM PULVERIZAÇÕES SIMULADAS NAS ENTRELINHAS DO CAFEIEIRO CONILON45	

RESUMO.....	45
ABSTRACT	46
Introdução	47
Material e Métodos.....	48
Resultados e Discussão.....	52
Conclusão	56
Referências Bibliográficas.....	57

ROSSI, Matheus Torezani; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Junho de 2024; **TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO SIMULADA DE HERBICIDAS EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS**; Orientador: Edney Leandro da Vitória.

RESUMO

O Espírito Santo é o destaque entre os estados brasileiros produtores de café conilon (*Coffea canephora*), com cerca de 80% da produção nacional. É notória a existência da ocorrência de plantas espontâneas e/ou daninhas em cultivos agrícolas. Dentre os herbicidas utilizados para o controle dessas plantas possuem glifosato como princípio ativo, sendo um dos principais herbicidas não seletivos utilizados no controle de plantas daninhas no cafeeiro. O objetivo do primeiro capítulo foi utilizar a revisão bibliométrica por ser um método planejado, e que possibilita coletar, selecionar e analisar criticamente os estudos. Realizou-se uma pesquisa na plataforma *Scopus* com os termos em inglês: “*control**”, *weeds**, *drift** e *glyphosate**. A partir destes pode-se obter registros entre 1992 a 2022, os mesmos foram selecionados e analisados pelo *software VOSviewer*. Destacando-se o Brasil, o país que mais realiza publicações a respeito dos termos pesquisados, isso se deve pelo fato de sua grande representatividade mundial na produção cafeeira. O objetivo do segundo capítulo foi avaliar qual ponta e qual taxa de aplicação são favoráveis para os parâmetros, densidade, cobertura, DMV, e deposição de gotas. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, de acordo com delineamento em blocos casualizados e tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 3, sendo três pontas de pulverização e três taxas de aplicação, quatro repetições por tratamento. A ponta BD11002 quando utilizada sob qualquer taxa de aplicação, resultou em gotas muito grossas, não sendo uma boa opção, pois a mesma teve um alto escorrimento da calda. A ponta JDF06 independente da taxa de aplicação proporcionou melhor distribuição do produto no alvo, portanto, sendo a melhor opção para aplicação.

Palavras-chave: Pulverização, Planta Daninha, Glifosato, Conilon.

ROSSI, Matheus Torezani; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Junho de 2024; **TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO SIMULADA DE HERBICIDAS EM CONDIÇÕES OPERACIONAIS**; Orientador: Edney Leandro da Vitória.

ABSTRACT

Espírito Santo is the highlight among the Brazilian states producing conilon coffee (*Coffea canephora*), with about 80% of national production. The occurrence of spontaneous plants and/or weeds in agricultural crops is notorious. Among the herbicides used to control these plants, glyphosate is the active ingredient, one of the main non-selective herbicides used to control weeds in coffee plants. The objective of the first chapter was to use the bibliometric review as it is a planned method, which makes it possible to collect, select and critically analyze the studies. A search was carried out on the Scopus platform with the terms in English: “control*”, weeds*, drift* and glyphosate*. From these records can be obtained between 1992 and 2022, they were selected and analyzed by the VOSviewer software. Highlighting Brazil, the country that publishes the most regarding the researched terms, this is due to the fact of its great worldwide representation in coffee production. The objective of the second chapter was to evaluate which tip and which application rate are favorable for the parameters, density, coverage, DMV, and droplet deposition. The experiment was carried out at the Experimental Farm of the Centro Universitário Norte do Espírito Santo, at the Federal University of Espírito Santo, in a randomized block design with treatments distributed in a 3 x 3 factorial scheme, with three spray nozzles and three application rates, four replicates per treatment. The BD11002 tip, when used at any application rate, resulted in very thick drops, not being a good option, as it had a high flow rate of the syrup. The JDF06 tip, regardless of the application rate, provided better distribution of the product on the target, therefore, being the best option for application.

Keywords: Pulverization, Weed, Glyphosate, Conilon.

1. CAPÍTULOS

2. TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA GLIFOSATO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CAFÉ: UMA ANÁLISE BIBLIOMETRICA

RESUMO

A cultura do café conilon possui grande destaque para o Brasil, sendo importante no desenvolvimento socioeconômico do país, notadamente, para o estado do Espírito Santo, por ser à base de sua economia. É notória a existência da ocorrência de plantas espontâneas e/ou daninhas em cultivos agrícolas, ou seja, uma planta pode ser considerada daninha se estiver, direta ou indiretamente, prejudicando o cultivo de interesse econômico. Os produtos químicos utilizados para o controle dessas plantas são denominados herbicidas e, dentre os mais diversos tipos disponíveis no mercado, os mais utilizados possuem glifosato como princípio ativo, sendo um dos principais herbicidas não seletivos utilizados no controle de plantas daninhas no cafeeiro. Por meio de uma análise bibliométrica foi possível construir indicadores destinados a avaliar a produção científica ao longo dos anos. Realizou-se uma pesquisa na plataforma *Scopus* com os termos em inglês: “*control**”, *weeds**, *drift** e *glyphosate**. A partir destes pode-se obter registros entre 1992 a 2022, os mesmos foram selecionados e analisados pelo *software VOSviewer*. O crescimento de produções científicas encontradas na pesquisa nos remete a enxergar a grande importância do uso do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas no cafeeiro. Destacando-se o Brasil, o país que mais realiza publicações a respeito dos termos pesquisados, isso se deve pelo fato de sua grande representatividade mundial na produção cafeeira. A análise bibliométrica permitiu constatar nos registros científicos da base de dados *Scopus*, nos mostrando uma ferramenta quantitativa eficaz para a compreensão da situação da pesquisa científica relacionada à tecnologia de aplicação do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas na cultura do café.

Palavras-chave: Mato competição, Deriva, Cafeicultura.

ABSTRACT

The culture of conilon coffee has great prominence for Brazil, being important in the socioeconomic development of the country, notably, for the state of Espírito Santo, as it is the basis of its economy. The occurrence of spontaneous and/or weed plants in agricultural crops is notorious, that is, a plant can be considered weed if it is, directly or indirectly, harming the crop of economic interest. The chemical products used to control these plants are called herbicides and, among the most diverse types available on the market, the most used have glyphosate as an active ingredient, being one of the main non-selective herbicides used to control weeds in coffee plants. Through a bibliometric analysis, it was possible to build indicators to evaluate scientific production over the years. A search was carried out on the Scopus platform with the terms in English: "control*", weeds*, drift* and glyphosate*. From these records can be obtained between 1992 and 2022, they were selected and analyzed by the VOSviewer software. The growth of scientific productions found in the research leads us to see the great importance of using the herbicide glyphosate in the control of weeds in coffee trees. Highlighting Brazil, the country that publishes the most regarding the researched terms, this is due to the fact of its great worldwide representation in coffee production. The bibliometric analysis allowed us to verify the scientific records of the Scopus database, showing us an effective quantitative tool for understanding the situation of scientific research related to the technology of application of the herbicide glyphosate in the control of weeds in the coffee crop.

Keywords: Bush competition, Drift, Coffee farming.

Introdução

A cultura do Café Conilon possui grande destaque para o Brasil, sendo importante no desenvolvimento socioeconômico do país, notadamente, para o estado do Espírito Santo, por ser à base de sua economia. Essa cultura é cultivada principalmente por pequenos e médios produtores de base familiar, proporcionando emprego e estabilidade financeira para as famílias envolvidas na atividade.

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e ocupa a segunda posição entre os países consumidores da bebida (ABIC, 2020). As espécies de cafés cultivadas de maior importância econômica no Brasil são *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café conilon), com uma estimativa total de 2,26 milhões de hectares destinados à produção em 2023. O estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do país, sendo o maior produtor de café conilon, responsável por uma parcela significativa da produção nacional com uma área de 266,47 mil hectares (CONAB, 2023).

Nota-se que há a ocorrência de plantas espontâneas e/ou daninhas em cultivos agrícolas, ou seja, uma planta pode ser considerada daninha se estiver, direta ou indiretamente, prejudicando determinada atividade humana. Sendo assim, pode-se observar que qualquer planta, de qualquer espécie, pode ser definida como planta daninha se estiver ocorrendo em um local de atividade humana e se estiver prejudicando, em algum momento ou durante todo o tempo, essa atividade (Silva; Silva, 2007).

Os agrotóxicos usados para o controle dessas plantas são denominados herbicidas e, dentre os mais diversos tipos disponíveis no mercado, os mais utilizados são à base de glifosato (Amarante Junior et al., 2002).

O Glyphosate é um dos principais herbicidas não seletivos utilizados no cafeeiro, contudo, em virtude da ocorrência de ventos e da ausência de utilização de tecnologias de aplicação recomendadas, pode ocorrer o fenômeno da deriva do

produto, atingindo à cultura e, conseqüentemente, causando sintomas de fitotoxicidade (Ronchi et al., 2003).

A deriva da pulverização de pesticidas tem causado muitos problemas na agricultura (Vercruysse; Steurbaut, 2002; Tsai, 2005). Estudos indicam que de 10% a 80% dos produtos pulverizados nas lavouras podem se perder em áreas não-alvo, contaminando águas superficiais e subterrâneas, solo e atmosfera (Jong; Snoo; Zande, 2008; Maski; Durairaj, 2010). Uma ferramenta importante para mitigar a deriva da pulverização de pesticidas são os adjuvantes, cujas propriedades redutoras de deriva dependem da interação com o ingrediente ativo e a formulação dos pesticidas (Cunha; Alves; Marques, 2017). Portanto, a eficácia dos adjuvantes deve ser analisada em cada situação específica.

Ação herbicida do Glifosato

O Glifosato [N-(fosfonometil) glicina] possui a formulação química $C_3H_8NO_5P$ e três grupos funcionais polares, amina, carboxila e fosfonato, sendo que o mesmo pode ligar-se a metais e cátions polivalentes, colocando-o na classe de herbicidas quelantes (DOLLINGER, 2015).

Por sua vez o glifosato ao se adentrar nas regiões clorofiladas da planta, sendo principalmente absorvido pelas folhas, o mesmo possui uma forma de ação inibidora com relação à síntese da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase, EPSPS, sendo esta enzima a predecessora dos aminoácidos tirosina, triptofano e fenilalanina, os quais são precursores de outros produtos como flavanóides, lignina, alcaloides e ácidos benzoicos (MARCHI et al., 2008).

Retrata-se que principalmente a absorção do glifosato ocorre pelas folhas e transloca sobre os vasos condutores das mesmas chegando às zonas de dreno, mais precisamente as regiões de crescimento ou meristemas, onde atua promovendo modificações bioquímicas e anatômicas (Veline et al., 2009; Tuffi Santos et al., 2005).

A partir do acúmulo do composto químico do glifosato junto à planta afetada, por esse motivo nota-se a ocorrência de sintomas como clorose, estreitamento foliar e necrose, são percebidos nas zonas de crescimento da planta (Veline et al., 2009).

Porém a depender da intensidade de contato e conseqüente intoxicação, sintomas mais severos podem ser constatados, como necrose após clorose foliar ou

amarelecimento, murcha foliar, superbrotamento por morte de meristemas apicais e morte das plantas (Tuffi Santos et al., 2005).

Tecnologia de aplicação

A intensa utilização de produtos fitossanitários como a utilização de herbicidas se deve a eficiência e amplo espectro de controle, e a eficiência do controle depende da correta tecnologia de aplicação. É muito comum encontrar casos de fitotoxidez causada por deriva de herbicidas em diversas culturas quando não se utiliza a correta tecnologia de aplicação (Voltolini et al., 2015b).

A força da pressão hidráulica é responsável pelo deslocamento das gotas do herbicida que vão do bico do pulverizador até as plantas. No entanto, nem sempre essa força é suficiente para que o produto penetre no interior das plantas. Para solucionar o problema, muitos agricultores aumentam a pressão de pulverização, o que não é recomendado, pois ocorre muita perda por deriva e evaporação (Chaim e Wadt, 2015).

Para contornar esse problema de deriva de forma simples, o produtor pode utilizar o acessório “chapéu de Napoleão”, como medida protetiva à cultura (Chrstoffoleti e Nicolai, 2013). No entanto, é necessário fazer uso de novas tecnologias que possam vir a servir de alternativa ao processo nada sustentável de aplicação de defensivos que é empregado.

Na aplicação de produtos com pulverizador costal manual é difícil manter a pressão ideal constante durante todo o trabalho (Rodrigues et al., 2015). Rodrigues et al. (2015) constataram ocorrência de maior deriva utilizando pulverizador costal manual quando comparado com os pulverizadores costal pressurizado e costal acionado eletricamente. Dessa forma destacam-se os pulverizadores costais elétricos, que têm incorporado novas tecnologias que garantem maior controle de pressão de trabalho e volume de aplicação (Sasaki et al., 2013b).

Além dos pulverizadores costais manuais e elétricos, fala-se muito no pulverizador eletrostático. Este equipamento tem demonstrado ser mais eficiente na deposição de calda quando comparado aos demais (Xiongkui et al., 2011).

Sasaki et al. (2013a) verificaram maior eficiência na pulverização eletrostática em plantas de café quando comparada com o sistema desligado,

observando incremento de 37% na deposição de calda, além da maior uniformidade na deposição.

A carga de um corpo ou nuvem de partículas carregadas induzirá uma carga elétrica igual e oposta em outro corpo condutor aterrado. Formando linhas de fluxo. As gotas da nuvem carregada tendem a se movimentar seguindo as linhas de fluxo em direção ao corpo aterrado. Isso ocorre por que cargas de polaridades opostas se atraem. Em função da natureza curvilínea das linhas de fluxo, as gotas projetadas por um bico podem atingir todos os lados do corpo aterrado (Chaim e Wadt, 2015).

A força de atração da partícula carregada para a planta em questão se deve pela ação do campo eletrostático da própria partícula em relação a vazão do bico, a tensão aplicada, a aproximação à superfície da planta e a ação das forças do campo elétrico do bico de pulverização e nuvem sobre o campo elétrico da gota (Chaim e Wadt, 2015).

Sasaki et al. (2013a) verificaram que ao utilizar o sistema eletrostático do pulverizador na posição ligado, ocorreu maior deposição na parte externa do dossel do cafeeiro. Isso ocorre por que ao eletrizar a gota, esta tende a descarregar no corpo aterrado mais próximo.

De forma geral, a eficiência da aplicação aumenta com a diminuição do tamanho das gotas, pois estas fazem uma cobertura melhor nas folhas. No entanto, gotículas apresentam menor massa e pouca energia cinética, o que dificulta sua chegada até o alvo aumentado à deriva. De forma que se faz necessário adicionar uma força a mais a estas gotas, pois nas pequenas gotas é mais fácil de se introduzir força suficiente para controlar seus movimentos. Esse controle possibilita que o produto seja depositado também na parte inferior da folha (Sasaki et al., 2013a).

Se tratando de uma tecnologia com potencial bastante elevado e diversificado, a tecnologia de aplicação no meio agropecuário se tem evoluído constantemente e novas aplicabilidades tem surgido a cada ano. Algumas técnicas como as análises bibliométricas e cientométrica, têm sido empregadas para se conhecer os temas das pesquisas realizadas, bem como a transformação ou desenvolvimento das aplicabilidades sobre os mais variados temas.

Na literatura, o termo “bibliometria” foi definido como “a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outras mídias de comunicação”, e

desde então, tem sido uma ferramenta eficaz para analisar as tendências de pesquisa de vários campos de estudo (ZHANG et al., 2017). Enquanto isso, a “Cientometria” é definida como o estudo quantitativo da ciência, comunicação em ciência e política da ciência e inclui a medição do impacto da pesquisa, investiga o impacto de instituições e periódicos em um determinado campo de pesquisa e fornece uma compreensão mais profunda das citações científicas (MARTINEZ et al., 2019).

Utilizando essas duas técnicas complementares, foi possível identificar os autores, as revistas, os países e suas conexões em pesquisas publicadas que abordaram a utilização da tecnologia de aplicação do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas na cultura do café.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo fornecer uma visão geral estatística dos estudos da utilização da tecnologia de aplicação do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas na cultura do café por análise bibliométrica para revelar os padrões subjacentes nos resultados científicos, distribuição geográfica e descrição geral dos desenvolvimentos nesse campo de pesquisa.

O método empregado neste levantamento foi a bibliometria, técnica que avalia produções científicas pertinentes a um assunto. De acordo com Café e Bräscher (2008), a bibliometria pode ser entendida como um método que agrega leis e princípios estatísticos cujo foco é o mapeamento de produtividade científica que envolvem periódicos e autores. As principais leis que regem a bibliometria são Lei de Bradford, que relaciona a produtividade de periódicos; a Lei de Lotka, cujo foco é a produtividade de autores no âmbito científico; e a Lei de Zipf, que estipula a frequência de determinadas palavras, escolhidas pelo pesquisador (ARAUJO, 2006).

A revisão bibliométrica foi escolhida por ser um método planejado, e que possibilita coletar, selecionar e analisar criticamente os estudos. As fontes de um estudo de bibliometria são, portanto, artigos provenientes de estudos originais disponíveis em um banco de dados.

Materiais e métodos

A base de dados *Scopus* foi consultada para a pesquisa bibliométrica por ser a principal fonte para a avaliação da produção científica do mundo por ter uma rede de cobertura multidisciplinar e internacional. Justifica-se a escolha da base de dados *Scopus* por ser mais completa que outras bases de dados, por exemplo, a *Web of Science*. A base de dados *Scopus* apresenta um sistema objetivo para identificadores exclusivos de autor e indicadores de organização das informações pesquisadas, funcionalidade que não é oferecida pela base de dados *Web of Science* (KOTSEMIR E SHASHNOV, 2017; VIEIRA E GOMES, 2009).

O dicionário de sinônimos *thesaurus* foi consultado para verificar os sinônimos utilizados para se referir ao principal termo da pesquisa, assim como abreviações para esses termos sendo a coleta de dados realizada em outubro de 2022. Neste sentido, foram realizadas buscas dos termos nos títulos dos artigos, nos resumos e nas palavras-chave.

Os termos utilizados nas bases de pesquisas foram: control, weeds, drift e glyphosate. Os operadores booleanos *OR* e *AND* foram utilizados para direcionar e restringir a pesquisa na base de dados ao tema de interesse. Assim, foi inserido o código de pesquisa: (TITLE-ABS-KEY "control*" AND TITLE-ABS-KEY weeds* AND TITLE-ABS-KEY drift* AND TITLE-ABS-KEY glyphosate* AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, AGRI))).

A fundamentação da análise bibliométrica apresenta a seguinte sequência lógica: recuperação dos dados, extração da rede de dados, normalização e visualização e análise dos mapas temáticos e de conexões. Tal sequência foi utilizada na pesquisa na base *Scopus* para o pré-processamento dos dados e 40 documentos foram encontrados. O *software* bibliométrico *VOSviewer* (<https://www.vosviewer.com/>) foi utilizado na análise com objetivo de identificar as possíveis conexões entre os dados bibliográficos (VAN ECK E WALTMAN 2010). Os dados bibliográficos foram exportados da base de dados *Scopus*, em seguida foi realizado uma classificação de relevância dos termos encontrados no pré-

processamento e analisou-se os grupos relacionados ao domínio de investigação das publicações (WALTMAN, VAN ECK E NOYONS 2010).

O *software VOSviewer*, organiza os dados bibliométricos em função das indicações e limitantes selecionadas durante o pré-processamento da rede de dados e gera mapas temáticos. Nestes, o tamanho dos rótulos circulares de um item é determinado por pesos sinápticos definidos a partir da relevância do item. Além disso, os grupos ou *clusters* gerados e organizados nos mapas são apresentados em diferentes cores. As linhas entre os itens representam conexões. Quanto mais forte for a conexão entre dois itens, mais espessa é a linha utilizada para exibir a conexão no mapa temático (VAN ECK E WALTMAN 2020).

Identificou-se os principais autores, coautores, tipos de documentos, instituições e os países de origem que são geradores de conhecimento sobre a temática da tecnologia de aplicação do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas na cultura do café.

Para analisar as conexões entre países e entre revistas científicas, realizou-se uma análise de coautoria; filtrando por um número mínimo de cinco documentos. Para a análise das palavras-chave, conduziu-se uma análise de co-ocorrência, utilizando um número mínimo de limiar de ocorrência igual a 5 (cinco), ou seja, o número de vezes que uma palavra-chave deve estar presente no conjunto de dados a ser utilizado na análise.

Resumidamente, a sequência metodológica utilizada na análise bibliométrica foi a seguinte: análise de co-ocorrência de palavras-chave, análise das co-autoria entre autores, co-autoria entre países. Para análise e desenvolvimento desta etapa, o *software VOSviewer* foi utilizado. A Figura 1 apresenta o fluxograma da metodologia proposta.

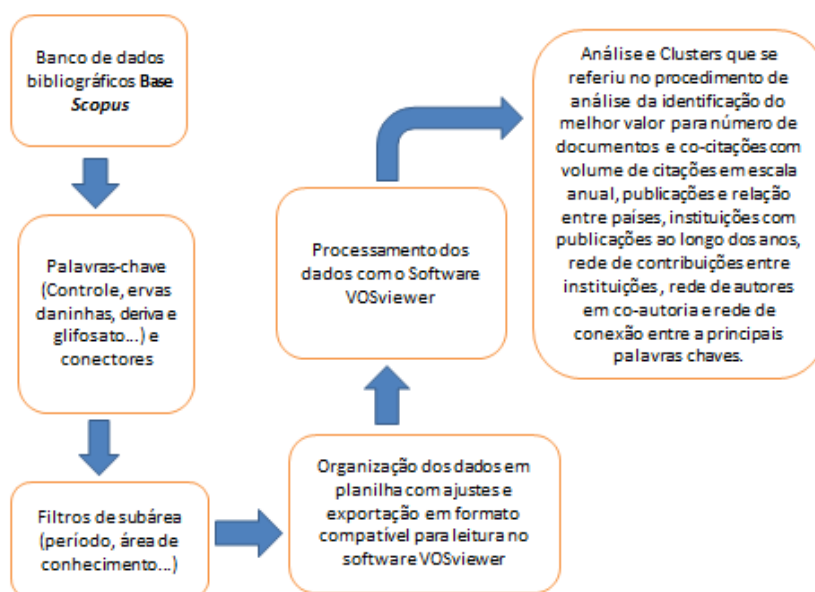


FIGURA 1. Fluxograma da metodologia adotada para a geração dos dados utilizados na pesquisa.

Resultados e Discussão

A amostra final, após as etapas metodológicas de processamento, investigação e filtragem manual, resultou em 40 publicações no período de 1992 a 2022. Foram selecionados somente artigos e revisões restritos às áreas temáticas “Agricultural and biological sciences” e publicados em língua inglesa.

A alta procura pelo grão no mundo tem impulsionado um número crescente em pesquisas como observado na Figura 2, confirmando o avanço de publicações indexadas na base de dados Scopus, com tendência de crescimento ao longo dos anos. Podendo ser explicado pelo avanço tecnológico na agricultura e a variedade de mercados que o grão possibilita. A alta demanda mundial por variedades de café de alta qualidade também explica a tendência de crescimento de pesquisas na área (CABRERA *et al.*,2020).

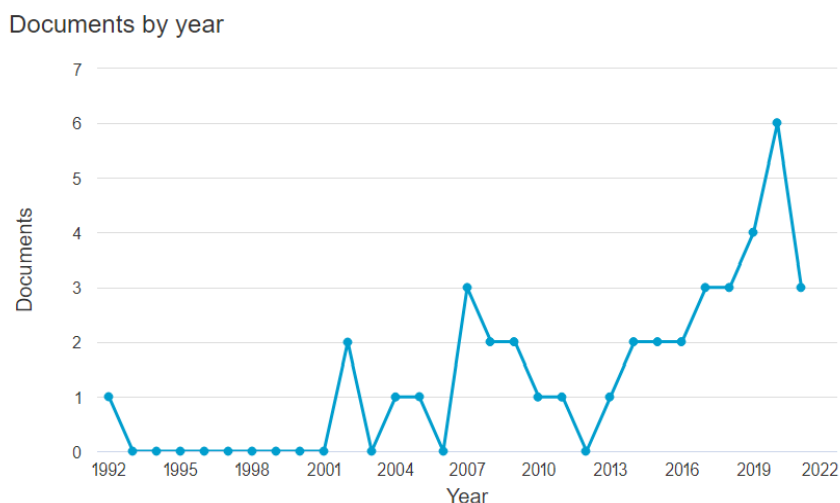


Figura 2. Documentos por Ano

Em relação às publicações a nível territorial (Figura 03) o Brasil, Estados Unidos e Austrália se destacam em números de publicações. O destaque para os dois primeiros países se deve ao fato de que o Brasil é o maior exportador de café do mundo e os Estados Unidos um dos maiores importadores mundiais do grão, ficando atrás apenas da União Europeia (ICO, 2019). Já em documentos publicados o Brasil se encontra em primeiro lugar, devido ao alto investimento em pesquisas e a abundante presença de pesquisadores e periódicos brasileiros (SANTANA *et al.*,2021).

Os EUA possuem vários centros de pesquisas relacionados a ciências agrárias e uma área cafeeira na região do Havaí (SANTANA *et al.*, 2021).

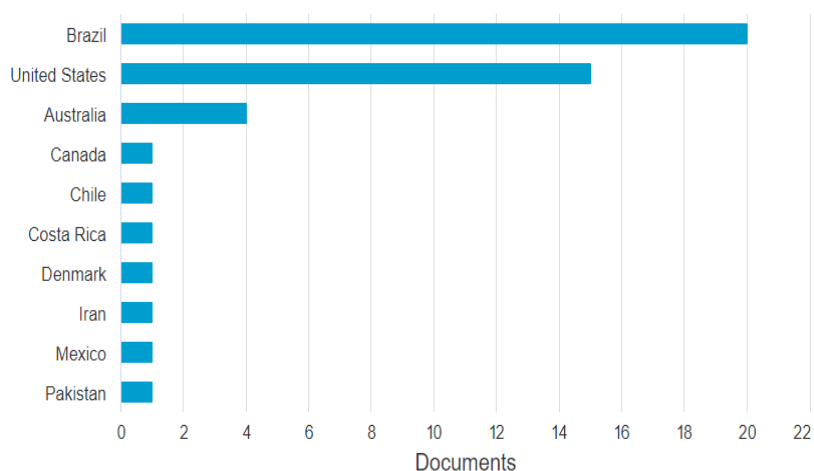


Figura 3. Documentos por País ou Território

Observando as instituições de ensino e pesquisa, é possível inferir os padrões e tendências de crescimento nos estudos que abordam a tecnologia de aplicação do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas no cafeeiro. O avanço científico e tecnológico é evidente, especialmente com o surgimento e aprimoramento de termos e ferramentas que visam à sustentabilidade das operações agrícolas no contexto da tecnologia de aplicação. Essas inovações não apenas melhoram a eficiência do uso do herbicida, mas também promovem práticas agrícolas mais seguras e ambientalmente responsáveis.

Podemos dizer que há existência de lacunas do conhecimento científico acerca do tema em países em desenvolvimento, neste contexto, destaca-se o Brasil, que ao longo do tempo vem se aperfeiçoando em função de seu grande potencial agrícola.

Podemos dizer que há lacunas no conhecimento científico sobre o tema em países em desenvolvimento. Nesse contexto, destaca-se o Brasil, que ao longo do tempo vem se aperfeiçoando devido ao seu grande potencial agrícola. O avanço na tecnologia de aplicação de herbicidas, como o glifosato, é crucial para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis. Instituições de ensino e pesquisa têm desempenhado um papel fundamental na investigação e disseminação de novas técnicas, contribuindo para o crescimento do setor agrícola brasileiro. Esse aperfeiçoamento contínuo é essencial para enfrentar os desafios impostos pelas condições climáticas e pela necessidade de aumentar a produtividade de forma sustentável.

Dos 34 documentos, a Universidade Federal de Viçosa, a que está em primeiro na lista é responsável por 07 documentos, cerca de 17,5% do total, seguida pela University of Nebraska – Lincoln com 15% e a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita com 12,5%. As três somadas apresentam quase metade dos documentos publicados entre o ranking, mostrando a importância e avanço das pesquisas no que tange o uso do glifosato no controle de plantas daninhas na cafeicultura produzidas pelas instituições citadas. As demais universidades do ranking apresentam médias de 5% a 7,5% das publicações do ranking.

O gráfico mostra o potencial das Instituições brasileiras em produção científica, pois das 10 que se apresentaram, cinco são brasileiras. Isso mostra que

as instituições brasileiras têm um papel fundamental no que tange o fortalecimento da agricultura no Brasil, pois estão localizadas em estados de produção expressiva de café sendo Minas Gerais, São Paulo e Paraná, (TEIXEIRA *et al.*, 2015).

De acordo com o MAPA (2017), as regiões brasileiras que produzem café, possibilitam que sejam produzidos com diferentes condições climáticas, altitudes e tipos de solo, tanto café arábica quanto robusta possibilitando uma vasta área de pesquisa, sendo que o Brasil é o maior produtor mundial de café arábica e o segundo maior na produção do café robusta (USDA, 2020).

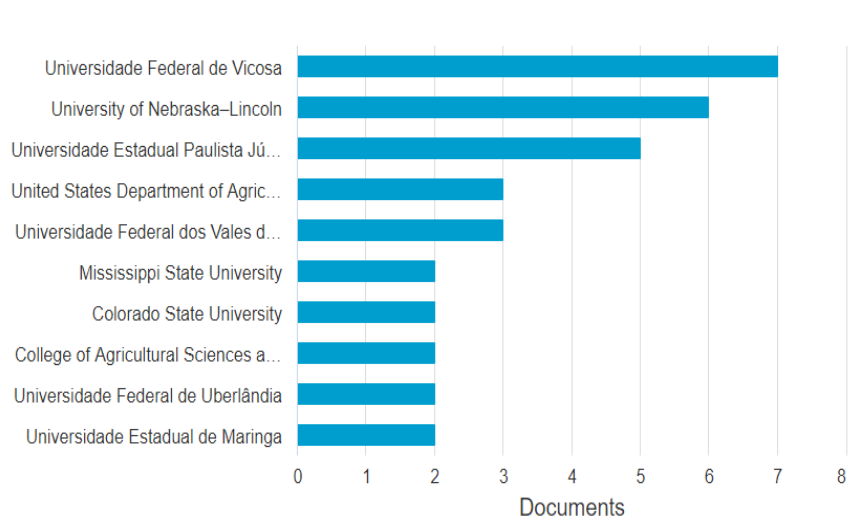


Figura 4. Documentos por Afiliações

Como já descrito, a Universidade Federal de Viçosa apresenta o maior número de documentos, isso se deve devido à grande importância dos autores que desenvolve pesquisas na instituição.

Os 10 autores mais produtivos publicaram 34 documentos entre os anos de 1992 e 2022 (Figura 5), sendo os três primeiros autores os mais produtivos o autor Ferreira, F.A. , Kruger, G.R. e Luck, J.D. com três publicações, o restante dos autores se igualam a dois documentos publicados.

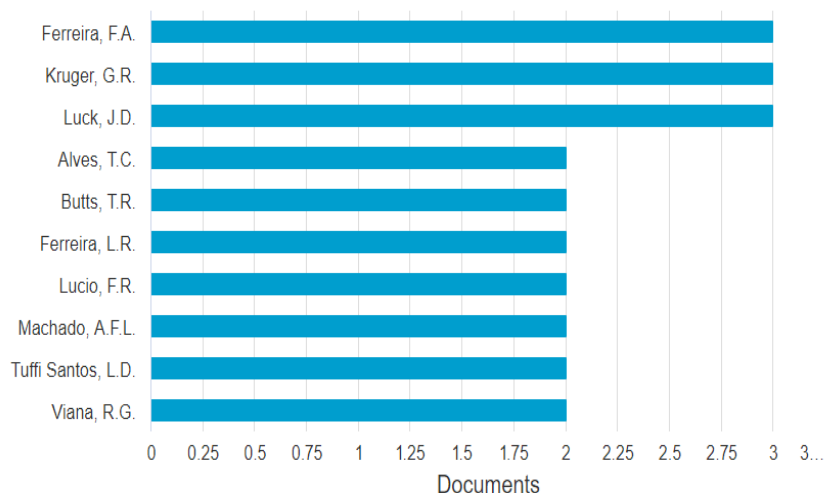


Figura 5. Documentos por Autores

A Figura 6 apresenta a concentração percentual das publicações por área de conhecimento. A área da Agricultura concentra 71% das publicações, seguido pela área de Bioquímica com 12%, meio ambiente com 11% em sequencia segue as áreas de Engenharias, veterinária e áreas multidisciplinares ambas somam 2% das publicações por área.

O fato é explicado pelo grande potencial das áreas, a área da Agricultura é grande responsável pela produção agrícola e o restante das áreas contribui para o desenvolvimento das ferramentas e de soluções possíveis para melhoria do potencial produtivo (LI et al., 2021).

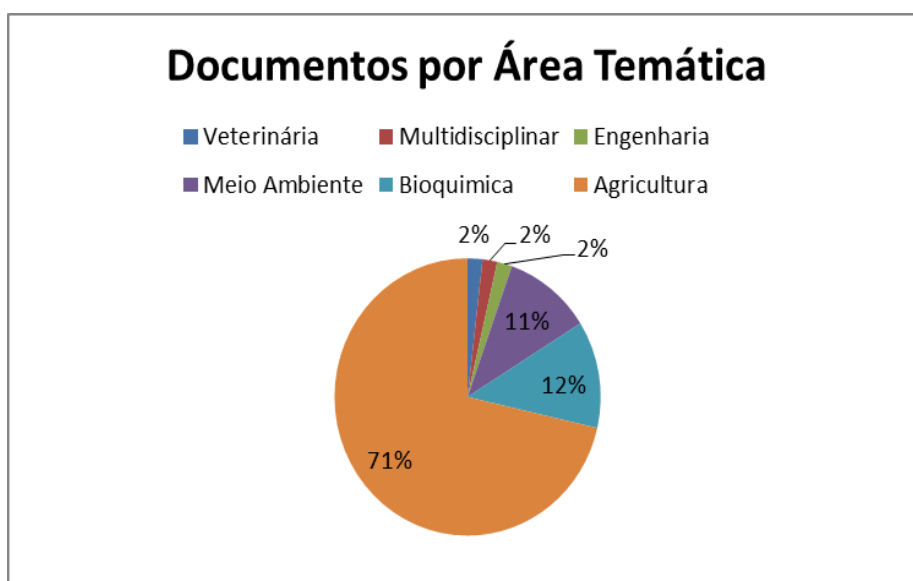


Figura 6. Documentos por Área Temática

Ao analisar a rede de conexão, observa-se 2 clusters que agrupam os 4 principais autores que realizam pesquisas sobre o controle de plantas daninhas utilizando-se o herbicida glifosato na cafeicultura no mundo.

Com o intuito de verificar a rede de conexão entre as citações dos autores, foi gerado um mapa considerando somente os que tiveram uma produção mínima de 5 documentos (Figura 7). O mapa criado permitiu perceber agrupamentos entre autores, sendo identificados pelas menores distâncias entre os círculos.

Os autores Ferreira, L.R e Ferreira, F.A encontram-se interligados assim como os autores Luck, J.D. e Kruger, G. destacam-se em um grupo, além de publicarem sobre o assunto também citam um aos outros.



Figura 7. Análise de co-autoria; filtrando por um número mínimo de cinco documentos.

A utilização das palavras-chave tem o poder de direcionar os principais assuntos abordados em um estudo e representam de forma direta o conteúdo das publicações. A figura 08 representa a intensidade da ocorrência das palavras chaves mais utilizadas no período de 1992 a 2022.

A partir da utilização do software *VOSviewer* foi criado um mapa capaz de demonstrar a relação entre os domínios encontrados nos artigos analisados. O tamanho dos círculos gerados é proporcional ao número de registros nas quais as palavras-chave foram mencionadas, enquanto que a distância entre as esferas indica o quão forte (menor distância) estas estão relacionadas.

A análise bibliométrica permitiu constatar nos registros científicos da base de dados Scopus, nos mostrando uma ferramenta quantitativa eficaz para a compreensão da situação da pesquisa científica relacionada à tecnologia de aplicação do herbicida glifosato no controle de plantas daninhas na cultura do café.

A tecnologia de aplicação se faz de uma ferramenta de grande valia para o produtor, desde que bem executada garante-se uma grande eficiência na atividade a ser executada, que se baseiam no controle efetivo de plantas daninhas reduzindo-se ao máximo a deriva as plantas de interesse econômico.

Referências Bibliográficas

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. **O café brasileiro na atualidade**, 2020. Disponível em: <https://www.abic.com.br/o-cafe/historia/o-cafe-brasileiro-na-atualidade-2/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

Amarante Junior, O. P. D.; Santos, T. C. R. D.; Brito, N. M.; Ribeiro, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, p. 420-593, 2002.

CABRERA, L. C.; CALDARELLI, C. E. Estudo bibliométrico sobre a pesquisa científica de cafés certificados na web of science. **Revista Reuna**, v. 25, n. 2, p. 1-19, 2020.

CONAB – **Acompanhamento da safra brasileira: Café**. Boletim da safra de café de janeiro de 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 22 fev. 2022.

Cunha, J. P. A. R.; Alves, G. S.; Marques, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.48, p.261-270, 2017.

Chaim, A., Wadt, L. G. R. (2015) **Pulverização eletrostática**: a revolução na aplicação de agrotóxicos: Disponível em: 22 fev. 2022.

Christoffoleti, P. J., Nicolai, M. (2013) Convivência com plantas daninhas não deve limitar cafezal. **Visão agrícola**. (12):37-39.

Dollinger J., Dagés C., Voltz M. **Glyphosate sorption to soils and sediments predicted by pedotransfer functions**. *Environmental chemistry letters*, 13 (3): 293-307, 2015.

ICO - International Coffee Organization. **World coffee consumption 2019**. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

Jong, F. M. W.; Snoo, G. R.; Zande, J. C. Estimated Nationwide effects of pesticide spray drift on terrestrial habitats in the Netherlands. **Journal of Environmental Management**, Oxford, v. 86, n. 4, p. 721-730, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.12.031>. Acesso em: 22 fev. 2022.

KOTSEMIR, Maxim; SHASHNOV, Sergey. Measuring, analysis and visualization of research capacity of university at the level of departments and staff members. **Scientometrics**, v. 112, n. 3, p. 1659-1689, 2017.

LI JIYU, HU XIAODAN, LAN YUBIN, DENG XIAOLING. Research advance on worldwide agricultural UAVs in 2001-2020 based on bibliometrics[J]. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering** (Transactions of the CSAE), 2021, 37(9):328-339. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2021.09.037

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas: mecanismo de ação e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

Maski, D.; Durairaj. D. Effects of charging voltage, application speed, target height, and orientation upon charged spray deposition on leaf abaxial and adaxial surfaces. **Crop Protection**, London, v. 29, n.2, p. 134-141, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.10.006>. Acesso em: 22 fev. 2022.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 26 de setembro de 2022.

MARTINEZ, P., AL-HUSSEIN, M., AND AHMAD, R. (2019). A scientometric analysis and critical review of computer vision applications for construction. ***Automation in Construction***, 107, 102947.

Rodrigues, E. B., Abi-Saab, O. J. G., Gandolfo, M. A., Oliveira, R. B., Hasegawa, M. M. (2015) Deriva de equipamentos costais na aplicação de glyphosate. ***Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental***. 19 (10):1012-1017.

Ronchi, C.P.; Silva. A.A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. ***Planta Daninha***, Viçosa, v. 21, n. 3, p.421-426, 2003.

SANTANA, L. S. *et al.* Advances in Precision Coffee Growing Research: A Bibliometric Review. ***Agronomy***, v. 11, n. 8, p. 1557, 2021

Sasaki, R. S., Teixeira, M. M., Fernandes, H. C., Monteiro, P. M. B., Rodrigues, D. E. (2013a) Deposição e uniformidade de distribuição de calda de aplicação em plantas de café utilizando a pulverização eletrostática. ***Ciência Rural, Santa maria***, 43 (9):1605-1609.

Sasaki, R. S., Teixeira, M. M., Nogueira, L. E., Alvarenga, C. B., Oliveira, M. V. M. (2013b) Desempenho operacional de um pulverizador costal elétrico. ***Pesq. Agropec. Trop.***, Goiânia, 43 (3):339-342.

Silva, A. A.; Silva, J. A. ***Tópicos em manejo de plantas daninhas***. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007, p. 367.

TEIXEIRA, R. F. A. P.; BERTELLA, M. A. Distribuição espaço-temporal da produtividade média do café em Minas Gerais: 1997-2006. ***Análise Econômica***, v. 33, n. 63, 2015.

TUFFI SANTOS, L. D. *et al.* ***Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate***. *Planta Daninha*, v. 23, n. 1, p. 133-142. 2005.

Turner, D. J.; Loader, M. P. C. Studies with solubilized herbicide formulations. In: BRITISH WEED CONTROL CONFERENCE, 12., 1974, Brington. **Proceedings...** London, 1974. p. 177-184.

Tsai, M. Y.; Elgethun, K.; Ramaprasad, J.; Yost, M. G.; Felsot, A. S.; Hebert, V. R.; Fenske, R. A. The Washington aerial spray drift study: modeling pesticide spray drift deposition from an aerial application. **Atmospheric Environment**, Oxford, v.39, n.33, p.6194-6203, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.07.011>. Acesso em: 22 fev. 2022.

USDA - United States Departmente of Agriculturure. Coffee: World Markets and Trade. Release - June - 2020. Disponível em: <<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/m900nt40f/6m3129089/r494w654j/coffee.pdf>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

VELINI, E. D., MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. 1. ed. Botucatu: Fepaf, 2009. p. 496.

Vercruysse, F.; Steurbaut, W. Pocer, the pesticide occupational and environmental risk indicator. **Crop Protection**, London, v.21, p.307-315, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00102-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00102-8). Acesso em: 22 fev. 2022.

VIEIRA, E.; GOMES, J. Uma comparação entre Scopus e Web of Science para uma universidade típica. **Cienciometria** , v. 81, n. 2, pág. 587-600, 2009.

Voltolini, G. B., Castanheira, D. T., Gonçalves, A. H., Silva, L. G., Nascimento, T. L. C., Netto, P. M. (2015b) Ação do herbicida 2,4 D sobre o crescimento de mudas de cafeeiro. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Curitiba, PR. p.1-4.

Xiongkui, H., Aijun, Z., Yajia, L., Jianli, S. (2011) Precision orchard sprayer based on automatically infrared targeted detecting and eletrostactic spraying techniques. ***Int. J. Agric. e Biol. Eng.*** 4 (1):35-40.

Zablotowicz, R. M.; Reddy, K. N. Impact of glyphosate and *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis;with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. ***Journal of Environmental Quality***, v. 33, p. 825-831, 2004.

ZHANG, H., HUANG, M., QING, X., LI, G., AND TIAN, C. (2017). Bibliometric analysis of global remote sensing research during 2010–2015. ***ISPRS International Journal of Geo-Information***, 6(11), 332

3. AVALIAÇÃO DE PONTAS E TAXAS DE APLICAÇÃO NA DEPOSIÇÃO DE CALDA EM PLANTAS DANINHAS

RESUMO

A cultura do café possui grande destaque para o Brasil, tendo uma grande importância no desenvolvimento socioeconômico do país, principalmente para o estado do Espírito Santo. O controle de plantas daninhas se torna importante na produção do café, pois sua infestação influencia na produtividade e custos da cultura, sendo necessário o controle dessas plantas infestantes por meio de uma boa tecnologia de aplicação. Essa tecnologia de aplicação depende de inúmeros fatores, tais como a ponta usada e a taxa de aplicação. Objetivou-se com esse trabalho, avaliar qual ponta e qual taxa de aplicação são favoráveis para os parâmetros, densidade, cobertura, DMV, e deposição de gotas. O experimento foi realizado de acordo com delineamento em blocos casualizados e tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 3, sendo três pontas de pulverização e três taxas de aplicação, quatro repetições por tratamento. A ponta BD11002 quando utilizada sob qualquer taxa de aplicação, resultou em gotas muito grossas, não sendo uma boa opção, pois a mesma teve um alto escorrimento da calda. A ponta JDF06 independente da taxa de aplicação proporcionou melhor distribuição do produto no alvo, portanto, sendo a melhor opção para aplicação.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação, plantas invasoras, café conilon.

ABSTRACT

The coffee culture has great prominence for Brazil, having a great importance in the socioeconomic development of the country, mainly for the state of Espírito Santo. Weed control becomes important in coffee production, as its infestation influences the productivity and costs of the crop, requiring the control of these weeds through good application technology. This application technology depends on numerous factors such as the tip used and the application rate. The objective of this work was to evaluate which tip and which application rate are favorable for the parameters, density, coverage, DMV, and droplet deposition. The experiment was carried out in a randomized block design with treatments distributed in a 3 x 3 factorial scheme, with three spray nozzles and three application rates, four replications per treatment. The BD11002 tip, when used at any application rate, resulted in very thick drops, not being a good option, as it had a high flow rate of the syrup. The JDF06 tip, regardless of the application rate, provided better distribution of the product on the target, therefore, being the best option for application.

Keywords: application technology, invasive plants, conilon coffee.

Introdução

A deriva da pulverização de pesticidas tem causado muitos problemas na agricultura (Vercruysse; Steurbaut, 2002; Tsai, 2005). Estudos indicam que de 10% a 80% dos produtos pulverizados nas lavouras podem se perder em áreas não-alvo, contaminando águas superficiais e subterrâneas, solo e atmosfera (Jong; Snoo; Zande, 2008; Maski; Durairaj, 2010). Uma ferramenta importante para mitigar a deriva da pulverização de pesticidas são os adjuvantes, cujas propriedades redutoras de deriva dependem da interação com o ingrediente ativo e a formulação dos pesticidas (Cunha; Alves; Marques, 2017). Portanto, a eficácia dos adjuvantes deve ser analisada em cada situação específica. (CONAB, 2022).

O controle de plantas daninhas se torna importante na produção do café, pois sua infestação influencia na produtividade e custos da cultura, e consequentemente na lucratividade, pois elas acabam competindo com as plantas cultivadas por água, nutrientes e espaço. O prejuízo causado pela competição das plantas daninhas com o cafeeiro constituiu uma das principais limitações da exploração dessa cultura (RONCHI; SILVA, 2006). Sendo assim o controle de plantas infestantes por meio da utilização de herbicidas é uma prática de elevada importância, desse modo além de conhecer o produto a ser aplicado, também é necessário dominar a forma adequada de aplicação.

A tecnologia de aplicação pode ser definida como a ciência moderna destinada a desenvolver tecnologias e procedimentos, visando de maneira técnica, segura, eficiente e cuidadosa a aplicação de produtos agroquímicos sobre um alvo biológico definido e indesejável, sem danos a espécie humana, animais e ao meio ambiente (SANTOS, 2005).

Para o sucesso de uma boa pulverização é preciso verificar alguns fatores, como um bom pulverizador, bom produto químico, operador treinado, boa qualidade de água, pH ideal e condições de tempo favoráveis (SANTOS, 2005). Já uma boa aplicação depende de fatores como um bom produto caracterizado fundamentalmente pelo tipo e aspecto de sua formulação, dose efetiva, facilidade e uso seguro; de uma boa aplicação que atinge o local desejado, atentando ao tamanho e deposição da gota e o risco de deriva; e de uma

condição climática favorável, pois temperaturas médias e a alta umidade relativa do ar e do solo são condições adequadas a uma boa aplicação e absorção do produto pelas plantas. Evitar a aplicação do produto quando as plantas apresentam as folhas muito molhadas, após uma chuva ou devido ao orvalho (SANTOS, 2005).

Durante a pulverização de um herbicida ou outro defensivo agrícola, parte da quantidade aplicada não atinge o alvo desejado, perdendo-se no ambiente pela má qualidade da aplicação. Por isso, o aumento no custo desses produtos, havendo a necessidade de uma tecnologia mais apurada para a colocação do produto químico no alvo e evitando um maior desperdício (MATUO, 1998).

A escolha correta do tipo de ponta de pulverização irá garantir uma aplicação eficiente do produto, onde gotas menores proporcionam melhor cobertura e capacidade de penetração, e gotas maiores, garantem uma aplicação com menor risco de deriva, porém, menor cobertura e penetração (SOELA *et al.*, 2021). Segundo Viana *et al.* (2010) esses elementos são os principais componentes da pulverização pois conferem características como tamanho de gota e vazão promovendo maior segurança e efetividade. Além das pontas, parte significativa da pulverização refere-se à taxa de aplicação que deve ser ajustada de forma a permitir um bom molhamento das folhas e um mínimo de perda por escorrimento de gotas para o solo (SILVA, 2014).

O trabalho tem como objetivo determinar qual tipo de ponta de pulverização e taxa de aplicação promovem melhores resultados para os parâmetros de densidade de gotas, diâmetro da mediana volumétrica, cobertura e deposição, avaliando as perdas para o solo e equipamento, visando uma melhor tecnologia de aplicação para o cafeeiro.

Materiais e Métodos

Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil latitude 18° 40' 25" S, longitude 40° 51' 23"W. O clima da região é quente e úmido, tipo Aw, com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão, de acordo com a classificação de Köppen.

A área utilizada, foi uma área de campo com 1 hectare, nesta área predomina a espécie forrageira, capim braquiária, que pela sua agressividade e resistência, é também considerada uma espécie invasora de planta daninha.

O pulverizador utilizado no experimento foi o Pulverizador Adventure Bravo Hb 400 Barra De Herbicida com capacidade para 400 L e rotação máxima da bomba de 540 rpm, faixa de aplicação de 2.75 a 3.30 metros, e vazão de 60 Litros Por Minutos, com espaçamento dos bicos de 50 Centímetro (figura 1). O trator utilizado foi da marca Agrale, modelo 5075.4 com potência máxima de 75 cv a 2.400 rpm (figura 2).



Figura 1. Pulverizador utilizado no experimento



Figura 2. Trator utilizado no experimento

Desenho Experimental

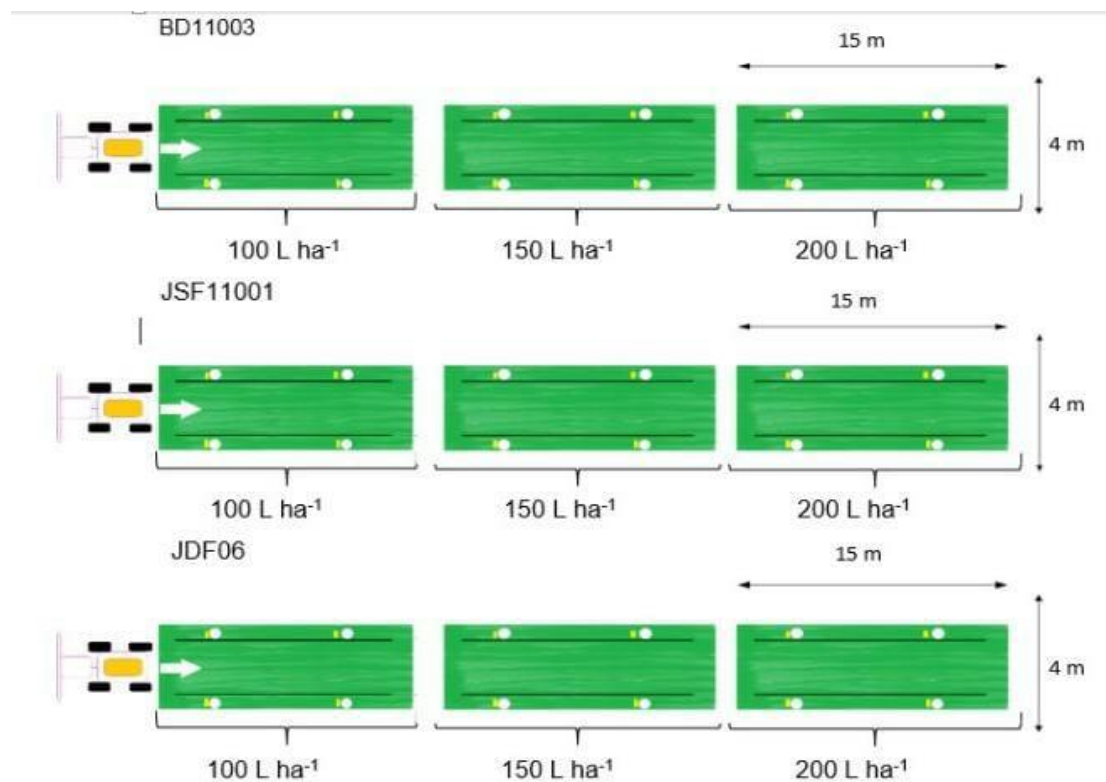


Figura 3. Desenho experimental

O experimento foi realizado de acordo com delineamento em blocos casualizados e tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 3, sendo três pontas de pulverização e três taxas de aplicação, quatro repetições por tratamento (Tabela 1). Cada unidade experimental tinha 15,0 m de comprimento e 4,0 m de largura, área de 60,0 m².

Tratamento	Ponta	Taxa de Aplicação (L/ ha ⁻¹)	Pressão de Trabalho (Kpa)
T1	JDF06	100	103
T2		150	207
T3		200	310
T4	BD11002	100	138
T5		150	275
T6		200	345
T7	JSF11001	100	103
T8		150	138
T9		200	138

Tabela 1. Configurações dos tratamentos realizados.

Determinação do espectro de deposição de gotas

“Etiquetas de papel sensível à água com dimensões de 76 x 26 mm foram utilizadas para caracterização do espectro de gotas pulverizadas”.

As etiquetas foram posicionadas em sentido horizontal para o trator, e foram fixadas com um grampo na parte inferior da planta, próxima a raiz (figura 4).



Figura 4. Esquema de posicionamento das etiquetas de papel sensível à água

A quantificação e a caracterização dos impactos em cada etiqueta de papel sensível à água foram realizadas imediatamente após as aplicações de cada

tratamento e secagem das etiquetas utilizando um sistema *DropScope* wireless, composto por programas aplicativos e por um microscópio digital sem fio com sensor de imagens digitais com mais de 2500 dpi. Isso permite que ele estime gotas parcialmente sobrepostas a partir de aproximadamente 35 μm (Figura 5). Os seguintes parâmetros foram avaliados: diâmetro médio de volume (DMV, μm), densidade de gotas (gotas cm^{-2}), cobertura (%).

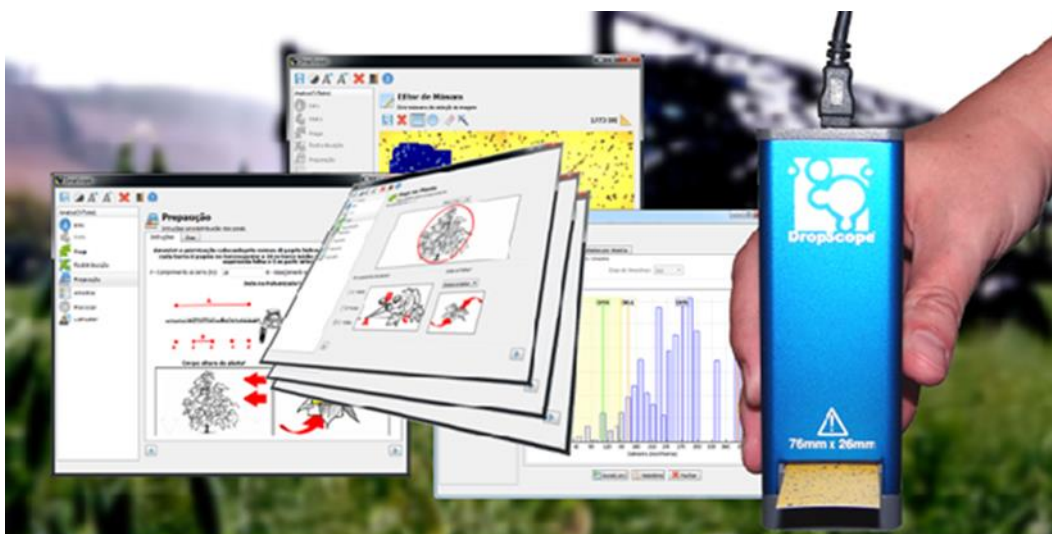


Figura 5. Sistema DropScope wireless.

A fim de estimar a deposição da calda pulverizada adicionou-se ao tanque do pulverizador o azul brilhante, um corante alimentício utilizado como marcador para medições de depósitos de pulverização na equivalência de 400 mg ha^{-1} . Placas de petri com 150 x 25mm, foram posicionadas próximo a posição das etiquetas. As placas de petri foram devidamente identificadas, acondicionadas em sacolas plásticas e armazenadas em uma caixa de isopor. Uma amostra de 50 mL de cada aplicação foi coletada, permitindo a preparação das curvas de calibração utilizadas em um espectrofotômetro, em que foram determinadas as concentrações do corante.

As folhas foram lavadas com 50 mL de solução de água destilada e detergente alcalino (1% v/v), permitindo a extração do corante traçador das folhas. O balanço de massa gerado pelos depósitos do corante traçador nas amostras em relação à concentração inicial foi utilizado para estimar a deposição nas folhas. Utilizou-se

um espectrofotômetro digital. Curvas de calibração e da área das folhas a quantidade de depósito de spray por unidade de área pode ser calculada em $\mu\text{L cm}^{-2}$.(Equação 1).

$$\beta_{\text{deposito}} = \frac{(P_{\text{amostra}} - P_{\text{branco}}) \times F_{\text{calibra}} \times V_{\text{deposito}}}{P_{\text{pulveriza}} \times A_{\text{folha}}}$$

Em que: β_{deposito} é o depósito da pulverização nas placas de Petri, $\mu\text{L cm}^{-2}$; p_{amostra} é a leitura do espectrofotômetro da amostra; p_{branco} é a leitura do espectrofotômetro do teste “branco”; F_{calibra} é o fator de calibração, $\mu\text{g L}^{-1}$. V_{deposito} é o volume do líquido de diluição, L; $p_{\text{pulveriza}}$ é a concentração pulverizada, g L^{-1} ; A_{placa} é a área da placa de Petri.

Monitoramento das condições climáticas

O experimento ocorreu em no mês de novembro do ano de 2022, as condições climáticas monitoradas e registradas por meio de uma estação meteorológica (Sigma Sensors®, modelo EMI-RX-500) durante as aplicações. Além de serem monitoradas no momento das aplicações, as condições climáticas foram monitoradas nos dias e horas que antecederam as aplicações com o objetivo de uniformizá-las, considerando como faixas adequadas as temperaturas não superiores a 30°C , umidade relativa do ar entre 55 e 80% e velocidade do vento $0,5$ e $2,5 \text{ m s}^{-1}$.

Análise estatística

Em relação às análises estatísticas foram testadas as pressuposições dos dados de DMV, densidade de gotas, cobertura e deposição de gotas. Para verificar a homogeneidade e a normalidade dos resíduos, foram aplicados os testes de Levene e Shapiro Wilk. Realizou-se a transformação dos dados quando necessário e posteriormente a análise de variância, identificado a diferença entre os tratamentos aplicou-se o teste de Tukey. Todos os testes foram realizados com uso do software Statistical Analysis System Software (SAS 9.1), considerando o nível de 5% de significância.

Resultados

Efeito das variáveis taxa de aplicação e ponta de pulverização

Na figura 6 são apresentados os resultados de cobertura, densidade, deposição e DMV referente às taxas de aplicação.

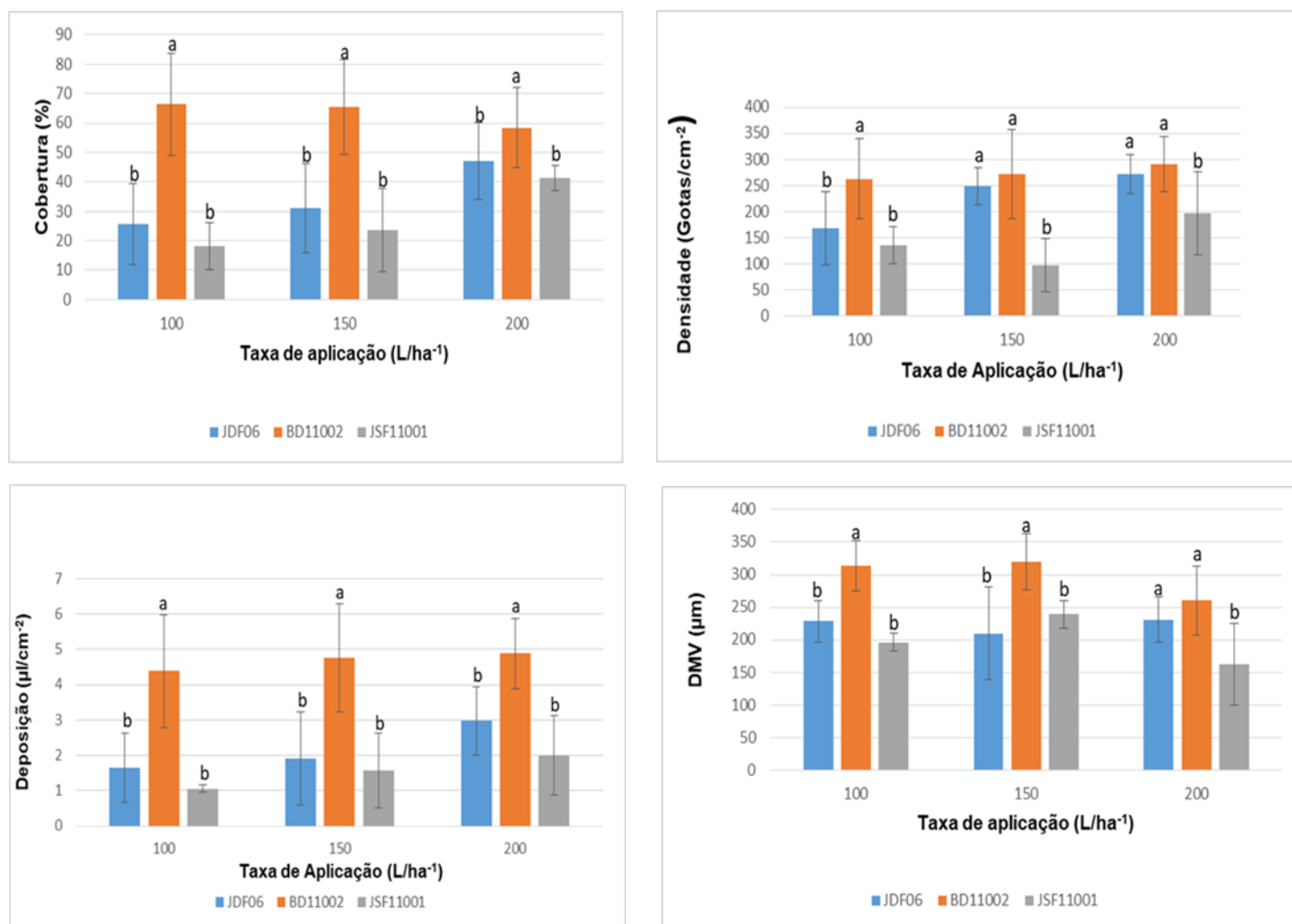


Figura 6. Distribuição das gotas em relação as taxas de aplicação. As colunas representam os tratamentos T1, T4, T7, T2, T5, T8, T3, T6 e T9 da esquerda para direita.

Analisando a variável cobertura observa-se uma diferença significativa entre os tratamentos de taxa de aplicação de 200 L/ ha⁻¹ (T3, T6, T9) e os tratamentos aplicados com 100 L/ ha⁻¹ (T1, T4, T7). Quando aplicada a taxa de aplicação de 100 L/ ha⁻¹, a cobertura máxima no alvo foi observada nos tratamentos T1, T4 E T7. A cobertura de gotas foi igual a 25,72% em T1; 66,34% em T4 e 18,22 % em T7.

Aumentando-se a taxa de aplicação, há um aumento na densidade de gotas, o valor máximo observado foi igual de 290,23 gotas/cm², sendo que este valor é quase 3 vezes maior que a densidade alcançada no T8 (96,98) na taxa de aplicação de 150 L /ha⁻¹.

Quando a taxa de aplicação é de 200 L/ ha⁻¹, a deposição de gotas é de 2,97 µl cm⁻² (T3), 4,88µl cm⁻² (T6) e 2 µl cm⁻² (T9), valores inferiores aos observados na taxa de aplicação de 100 L/ ha⁻¹, 1,64µl cm⁻² (T1), 4,39µl cm⁻² (T4) e 1,06µl cm⁻² em (T7). A variável de deposição de gotas, assim como observado na densidade de gotas, aumenta à medida que aumenta a taxa de aplicação.

Analisando a variável diâmetro da mediana volumétrica caracterizado como DMV observou-se que não houve uma diferença significativa entre os tratamentos de taxa de aplicação de 100 L/ha⁻¹ (T1, T4, T7) e os tratamentos aplicados com 150 L ha⁻¹ (T2, T5, T8). Havendo apenas uma diferença significativa dos com taxa de aplicação de 200 L/ha⁻¹ (T3,T6,T9).

Na figura são 7 apresentados os resultados de cobertura, densidade, deposição e DMV referente as pontas de pulverização.

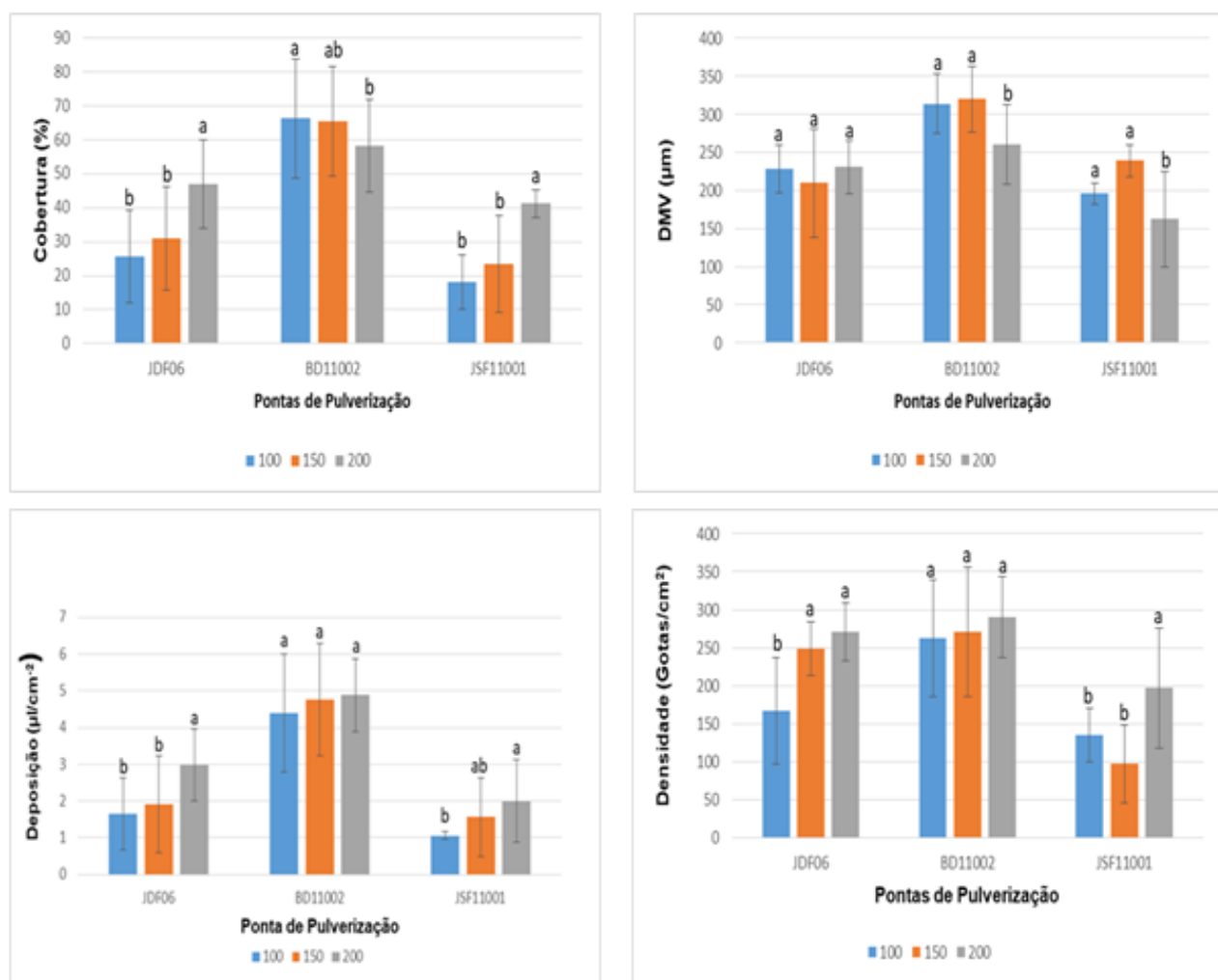


Figura 7. Distribuição das gotas em relação as pontas de pulverização. As colunas representam os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9 da esquerda para direita.

A cobertura com as pontas BD11002 apresenta os maiores valores observados nos tratamentos T4, T5 e T6, respectivamente 66,34; 65,45 e 58,4%.

Na ponta JSF11001 apresenta os menores valores observados nos tratamentos T7, T8 E T9, respectivamente 18,22; 23,47; e 41,2. O maior valor médio de cobertura na ponta BD11002 (66,34%) é aproximadamente 3,64 vezes que a cobertura da ponta JSF11001 (18,22%).

Observa-se que a densidade de gotas atinge valor máximo com a ponta BD11002. Neste caso, os valores máximos de densidade de gotas são os tratamentos T4, T5 e T6, respectivamente 262,8; 270,8 e 290,23 gotas/cm². E a densidade de gotas com o valor mínimo é da ponta JSF11001, tratamentos T7, T8 e T9, respectivamente 135,25, 96,98, 196,82 gotas/cm².

A deposição de gotas é maior com a ponta BD11002, os valores máximos observados estão nos tratamentos T4, T5 e T6. E os menores valores observados estão na JSF11001, observados nos tratamentos T7, T8 e T9. A diferença entre o maior valor de deposição e menor valor de deposição é de $3,83\mu\text{l}/\text{cm}^2$.

Analisando a variável diâmetro da mediana volumétrica caracterizado como DMV observou-se que houve uma diferença significativa entre os tratamentos de ponta BD11002 e JSF11001.

Discussão

A utilização dos produtos fitossanitários nos remete, obrigatoriamente, sua inserção no ambiente de forma e em quantidade correta. Para isso, todos os produtos devem passar por processo de aplicação que assume, então, grande importância. Por isso, o domínio da tecnologia de aplicação mostra-se fundamental para o aumento da eficiência do produto e a diminuição da contaminação do aplicador e do ambiente, bem como para a redução dos custos nas aplicações (BAUER & PEREIRA, 2005).

Muitos são os aspectos que interferem negativamente na qualidade da pulverização, destacando-se, entre eles, aspectos relacionados às pontas de pulverização. Essas peças são consideradas as mais importantes do pulverizador, por serem as responsáveis por diversos aspectos relacionados à qualidade da aplicação, como tamanho das gotas, distribuição do líquido pulverizado, uniformidade de distribuição e volume de calda (BAUER & RAETANO, 2004a).

Existem indicações de tamanhos de gotas a serem utilizados para a aplicação de herbicidas no caso das gotas extremamente grossas em pré-emergência e herbicidas sistêmicos pós-emergência, como o glyphosate em aplicação dirigida em culturas de eucalipto e café. Estas gotas também são indicadas para aplicações em outras atividades como a dessecação em condições desfavoráveis, como baixa umidade relativa, alta temperatura e vento (VIANA *et al.*, 2007).

Entretanto, dependendo de fatores inerentes à constituição química e física da folha de algumas plantas daninhas, existe o risco de escorrimento das gotas para

fora do alvo, ou seja, perda de produto e possível contaminação ao ambiente, o que não é desejado que tal fato ocorra.

Segundo a classificação da Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas e Biólogos - ASABE (2014), que desenvolveu o padrão ASABE S572.1, as gotas são classificadas como ultra grossas ($>622 \mu\text{m}$), extremamente grossas ($428-622 \mu\text{m}$), muito grossas ($349-428 \mu\text{m}$); grossas ($218-349 \mu\text{m}$), médias ($177-218 \mu\text{m}$), finas ($136-177 \mu\text{m}$), muito finas ($50 - 136 \mu\text{m}$) e extremamente finas ($< 50 \mu\text{m}$). Essa classificação das gotas se faz de grande importância e tem sido usada para mensurar e interpretar a qualidade da pulverização.

Se tratando deste aspecto o Diâmetro da mediana volumétrica denominado como (DMV) divide o volume pulverizado em duas partes iguais sendo metade do volume com gotas maiores que o DMV e outra metade com gotas menores que o DMV, essa variável influencia a densidade de gotas e nível de cobertura na aplicação. Segundo Miranda et al. (2013) observaram nas pulverizações realizadas no cafeeiro, um maior DMV quando se utilizava taxas de aplicação maiores. DMV acima de $598 \mu\text{m}$ são classificadas como gotas extremamente grossas, de acordo com a norma Droplet Size Classification ASABE S572.1 (ASABE, 2009). Gotas com essas características elevam o risco de escorrimento e não promovem uma boa cobertura e uniformidade na aplicação. Essas gotas, devido ao peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo (SILVEIRA et al., 2006).

A ponta JSF11001 apresentou menores valores de DMV, quando associada a taxa de aplicação de 200 L ha^{-1} , apontando que esse tratamento proporcionou uma aplicação mais uniforme. Viana et al. (2010) em estudos verificou que é possível obter uma distribuição uniforme com determinado diâmetro e número de gotas, em uma aplicação com volume menor.

Para as variáveis deposição ($\mu\text{L cm}^{-2}$), densidade de gotas (gotas cm^{-2}) e cobertura (%) nota-se que os comportamentos dessas variáveis são semelhantes já que com maior número de gotas por área, se tem maior cobertura no alvo. Para ambos os tratamentos considerando as pontas, a taxa de aplicação de 200 L ha^{-1} promoveu as maiores médias de densidade e cobertura. A medida que se aumenta essas variáveis, conseqüentemente há um aumento da quantidade de gotas depositadas nas folhas.

Diante do exposto neste trabalho levando-se em consideração os volumes de calda e os tipos de pontas utilizados houve variação entre as densidades de

gotas, sendo estas entre 96,98 gotas cm^{-2} a 290,3 gotas cm^{-2} , variando de gotas classificadas como finas a grossas, corroborando com recomendações técnicas, que ao aplicar herbicidas em pós-emergência é necessário que obtenha no alvo de 30 a 40 gotas cm^{-2} (CHRISTOFOLETTI, 1997). Desde então fica demonstrando que ambas as pontas e volumes adotados proporcionaram número de gotas superiores à recomendação técnica.

Sendo assim a qualidade da cobertura do alvo está condicionada ao diâmetro de gotas e ao volume de calda, bem como a densidade e deposição. Gotas finas ($<200 \mu\text{m}$) são mais arrastadas pelo vento e causam problemas com contaminação de outras áreas, além de evaporarem antes de atingirem o alvo, mas proporcionam melhor cobertura do alvo e maior quantidade de deposição de gotas/ cm^2 , apresentam também alta capacidade de penetração na cultura e reduzem a possibilidade de escoamento do produto nas folhas (figura 9). Gotas médias (200 - 400 μm) apresentam características intermediárias às das gotas grandes e das pequenas (figura 9). Gotas grossas ($> 400 \mu\text{m}$) são menos arrastadas pelo vento e apresentam menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo, e proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e elevam a possibilidade de escoamento do produto nas folhas (figura 10).

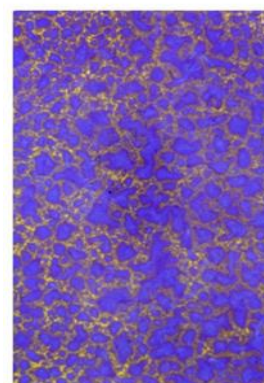
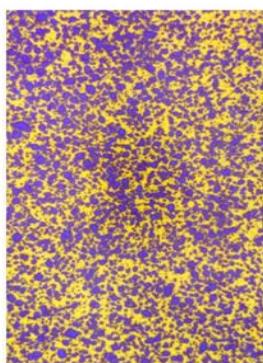
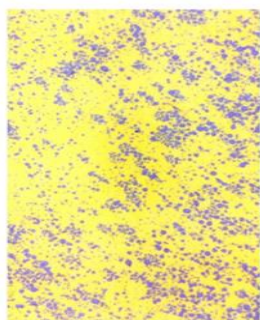


Figura 8. Gotas finas

Figura 9. Gotas médias

Figura 10. Gotas grossas

Alguns trabalhos retratam assim como Rodrigues et al. (2010) mostraram que a ponta que proporcionou maiores depósitos em plantas de feijão foi a ponta de leque plano simples, comparada às de jato plano duplo e cônico vazio. Para depósitos em *Brachiaria plantaginea*, a ponta TJ 60 proporcionou maior depósito, superior às pontas leque simples e cônico vazio, mesmo não utilizando pontas cônicas no presente trabalho, observa-se uma mesma tendência em relação à deposição. De acordo com Rodrigues et al. (2012), a faixa de deposição da aplicação e o ângulo de abertura do jato de pulverização aumentam com o aumento da pressão de trabalho, portanto deve-se utilizar pressões estabelecidas pelo fabricante da ponta de pulverização, caso contrário pode-se alterar o ângulo de abertura do jato e, conseqüentemente, alterar o perfil de distribuição e a uniformidade de distribuição do jato (MACIEL et al., 2017).

Boschini et al. (2008) avaliaram a deposição de calda em folhas de soja com diferentes pontas de pulverização (leque simples, duplo leque, duplo leque com indução de ar e cone vazio) e verificaram maior deposição quando foi utilizada a ponta de jato duplo no terço superior; já no terço mediano e inferior, a melhor deposição foi encontrada utilizando a ponta cone vazio.

Outros trabalhos têm mostrado que a deposição da calda de pulverização não sofre influência pela utilização de diferentes tipos de pontas.

Vale citar Costa et al. (2012), segundo os quais, na avaliação da deposição de *glyphosate* com diferentes tipos de pontas de pulverização na dessecação de plantas de *Panicum maxicum* cv. Mombaça, todos os tratamentos foram eficientes, independente da ponta utilizada.

Barcellos et al. (2005), igualmente, verificaram que, em avaliações feitas aos 7 dias após a pulverização, não se evidenciaram efeitos significativos no controle geral das plantas daninhas (*Commelina sp*, *Ipomea sp*, *Richardia brasiliensis*, *Blainvillea latifolia* e *Portulaca oleracea*) que pudessem ser atribuídos aos diferentes tipos de pontas de pulverização.

A uniformidade de distribuição volumétrica das gotas da calda é uma característica que serve de referência para verificar a distribuição do ingrediente ativo no alvo. Esta uniformidade é diretamente afetada pelo espaçamento entre pontas, pressão de trabalho, altura da barra em relação ao alvo e ângulo de abertura do jato das pontas de pulverização. A uniformidade da distribuição é aferida pelo

coeficiente de variação da sobreposição da deposição de um conjunto de pontas em uma barra (BAUER e RAETANO, 2004).

Na tecnologia de aplicação, todos os componentes tem seu devido papel, contudo, as pontas de pulverização são um dos mais importantes devido aos parâmetros obtidos, como, vazão total da barra (L/min^{-1}), taxa de aplicação (L/ha^{-1}), tamanho de gotas e sua distribuição sobre o alvo desejado (RAETANO e MOTA, 2019).

Nota-se que, para a taxa de aplicação de $200 L/ha^{-1}$ a ponta BD11002 apresenta maiores valores de densidade de gotas e cobertura, em comparação a ponta JSF11001. A ponta JDF06 apresenta uma densidade de gota e cobertura mediana, atendendo satisfatoriamente as variáveis verificadas ocasionando em uma boa distribuição de ingrediente ativo no alvo desejado.

Conclusões

Taxas de aplicação muito alta tem-se uma maior deposição, e conseqüentemente uma maior densidade e cobertura, podendo então gerar um escorrimento da calda, o que foi visto na ponta BD11002;

A ponta JSF11001 resultou em gotas muito finas, isso faz com que o produto se perca no vento;

Independente da taxa de aplicação à ponta JDF06 proporcionou uma melhor densidade e cobertura do alvo.

Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Acesso em 23 de novembro de 2022. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

ASABE. ASABE S572. 1 Droplet size classification. **Am Soc Agric Biol Eng.**, 2009. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

ASABE. ASABE Standard, S572. 51st Edn. **Spray nozzle classification by droplet spectra**. St Joseph, MI: ASABE. 2014.

Baesso, M. M., Teixeira, M. M., Ruas, R. A. A., & Baesso, R. C. E. (2014). **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Revista Ceres, 61, 780-785. Acesso em 8 de dezembro de 2022.

BAUER, F.C.; PEREIRA, F.A.R. **Fitossanidade e produção agrícola**. In: BAUER, F.C.; VARGAS JUNIOR, F.M. (Coord.) *Produção e gestão agroindustrial*. Campo Grande: Editora Uniderp, 2005. p.23-48 p.

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. **Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais**. *Planta Daninha*, Viçosa, v.22, n.2, p.275-84, 2004a.

BARCELLOS, L. C.; ALMEIDA, R. A.; LEÃO, P. G. F.; CARVALHO, Y. **Bicos de pulverização na aplicação de herbicidas pós emergente na cultura da soja**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 85-91, abr. 2005.

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO, E. K. J.; GUIMARÃES, V. F. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja**. Acta Scientiarum Agronomy, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.

CONAB. **Acompanhamento safra brasileira de café: Primeiro levantamento de safra.** Brasília, 2022. Acesso em: 20 novembro de 2022.

COSTA, N. V.; **Deposição de glyphosate com diferentes pontas de pulverização na dessecação de plantas de *Panicum maximum*.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 11, n. 1, p. 96-107, jan./abr. 2012.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** Diadema: Spray Systems do Brasil, 1997. 14 p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle.** São Paulo: Teejet, 1999. 15p. acesso em 08 de dezembro 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil 2006** Londrina, 2005. p.220. (Sistema de produção, 9). Acesso em 20 de novembro de 2022.

FERREIRA, Adésio et al. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1189-1195, 2005. Acesso em 23 de novembro de 2022.

MACIEL, C. F. S.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; VITÓRIA, E. L. da; CECON, P. R. Distribuição volumétrica e espectro de gotas das pontas hidráulicas LD 11002 E MAG-2. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 25, n. 03, p. 183-199, 2017.

MISTRO, Júlio César et al. Estimates of genetic parameters and expected genetic gains with selection in robust coffee. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 4, n. 1, 2004. Acesso em 7 de dezembro de 2022.

OLIVEIRA, G. M.; BALAN, M. G.; FONSECA, C. B.; SAAB, O. J. G. A. Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais,

para diferentes situações de orientação de alvo e vento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 581-586, 2012. Acesso em 29 de novembro de 2022.

RAETANO, C. G.; MOTA, A. A. B. **Pontas de pulverização hidráulicas. Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu (SP): FEPAF, 2019. Cap. 6. p. 67-90.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; TORRES, F.P. **Pulverizadores e sua utilização**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 120p. Acesso em 12 de dezembro de 2022.

RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; DOMINGOS, V. D. Variáveis qualitativas da pulverização em feijão, *Bidens pilosa* e *Brachiaria plantaginea*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, maio/jun. 2010.

RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; ALVARENGA, C. B. de. Desempenho operacional de pontas hidráulicas na determinação de parâmetros da pulverização hidropneumática. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 8-15, 2012.

RONCHI, C. P. **Interferência e controle de plantas daninhas na cultura de café (coffea arábica L.)**. 2002. 137p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

SANTOS, J. M. F. dos. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 3., 2004. Mogi das Cruzes. **Anais...** Mogi das Cruzes: [s.n.], 2004. p. 109-116. Acesso em 1 de dezembro de 2022.

SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; PEREIRA, J. O.; SILVA, S. L.; MODOLO A. J. Acesso dia 1 de dezembro de 2022.

Avaliação qualitativa de pulverizadores da região de Cascavel, Estado do Paraná. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 569-573, Oct./Dec., 2006.

SILVA, João ER; DA CUNHA, João PAR; NOMEINI, Quintiliano SS. Deposição de calda em folhas de cafeeiro e perdas para o solo com diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1302-1306, 2014.

SOELA, Débora Moro et al. Efeito de diferentes pontas e pressões de pulverização na aplicação de carbonato de cálcio em mudas de café conilon: effect of different spray tips and pressures on the application of calcium carbonate in conilon coffee seedlings. **Brazilian Journal of Production Engineering**, p. 93-102, 2021.

Viana, R. G.; Ferreira, L. R.; Ferreira, M. C.; Teixeira, M. M.; Rosell, J. R.; Tuffi Santos, L. D.; Machado, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v.28, p.439-446, 2010. Acesso em: 08 de dezembro 2022.

VIANA, R.G.; et al. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR 1. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p 211-218, 2007.

4. DEPOSIÇÃO, ESCORRIMENTO PARA O SOLO E EXODERIVA EM PULVERIZAÇÕES SIMULADAS NAS ENTRELINHAS DO CAFEIEIRO CONILON

RESUMO

Embora existam herbicidas seletivos a cultura do café e se disponha de tecnologias de aplicação que proporcionem menor risco de endo e exoderiva, erros de aplicação podem proporcionar toxidez às plantas do cafeeiro, onerando custos produtivos e reduzindo o desempenho fisiológico das plantas. O objetivo deste trabalho foi quantificar a exoderiva e a deposição no solo em pulverização simulada de herbicidas nas entrelinhas do cafeeiro conilon utilizando diferentes tecnologias de aplicação. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro composições dos equipamentos de pulverização (Pulverizador costal com bico leque sem “chapéu de Napoleão”; Pulverizador costal com bico leque com “chapéu de Napoleão”; Pulverizador costal com bico jato plano com indução de ar; Pulverizador costal com assistência eletrostática) e quatro posições de coleta da deposição de calda (planta daninha, solo, metade inferior do cafeeiro e metade superior do cafeeiro). Conclui-se que utilizando o pulverizador costal, 50% do volume de deposição atingiu as folhas do cafeeiro, cerca de 30% atingiu a planta daninha e 2% foi depositado no solo. Utilizando o pulverizador costal com o acessório “chapéu de Napoleão” a deposição nas folhas é 70, 10 e 2% inferior ao pulverizador costal sem o acessório “chapéu de napoleão nas folhas do cafeeiro, planta daninha e solo, respectivamente. As maiores e menores médias de deposições de calda em todas as posições de coleta foram obtidas com pulverizador costal utilizando a ponta de indução de ar e o pulverizador eletrostáticos, respectivamente.

Palavras-chave: tecnologia de aplicação; eletrostático; herbicidas; deriva; coffea canephora.

ABSTRACT**Deposition, runoff to the soil and exo drift in simulated sprays between the lines of conilon coffee.**

Although there are selective herbicides for coffee cultivation and application technologies that provide less endo and exo drift risk, application errors can provide toxicity to coffee plants, costing productive costs and reducing the physiological performance of plants. The objective of this work was to quantify the exo drift and the soil deposition in simulated spray of herbicides between the lines of conilon coffee using different application technologies. The experiment was conducted in a randomized block design in a 4 x 4 factorial scheme, with four compositions of spray equipment (Costal Sprayer with fan nozzle without "Napoleon's hat"; Sprayer costal with fan nozzle with "Napoleon's hat"; Sprayer costal spout with air induction, costal sprayer with electrostatic assistance) and four collection positions of weed deposition (weed, soil, lower half of the coffee tree and upper half of the coffee). To evaluate the deposition of the canopy, two leaves of each plant were collected, one in the lower third and the other immediately above, all of them positioned at the median depth of the plant. It was concluded that using the costal sprayer, 50% of the deposition volume reached the leaves of the coffee tree, about 30% reached the weed and 2% was deposited in the soil. Using the costal spray with the "Napoleon hat" attachment, the deposition on the leaves is 70, 10 and 2% lower than the costal spray without the accessory napoleon hat on the leaves of the coffee, weed and soil respectively. The largest and smallest means of syrup deposition at all collection positions were obtained with costal sprayer using the air induction tip and the electrostatic spray, respectively.

Key-words: spraying technology; eletrostatic; herbicides; drift; coffea canephora.

INTRODUÇÃO

A cultura do café é de extrema importância econômica e social para o Brasil desde o período colonial, estendendo-se até os dias atuais. Em 2023, a área total plantada no país foi estimada em 2,26 milhões de hectares, com 1,87 milhão de hectares (83,4%) em produção e 375,5 mil hectares (16,6%) em formação. O Espírito Santo se destaca pela produção da espécie *Coffea canephora* (conilon), com 266,47 mil hectares, seguido por Rondônia (83,34 mil hectares) e Bahia (49,12 mil hectares). A produção de café (arábica e conilon) em 2023 foi estimada em 54,94 milhões de sacas de 60 kg. O Espírito Santo produziu 17,51 milhões de sacas de conilon, representando uma parcela significativa da produção nacional (CONAB, 2023).

As plantas daninhas exercem influência negativa devido a competição com o cafeeiro por luz, água e nutrientes, contribuindo significativamente para o aumento do custo da produção e perda de produtividade (Ronchi & Silva, 2006; Pais *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2014).

O meio mais comumente utilizado no controle de plantas daninhas tem sido a aplicação de produtos fitossanitários, por meio da pulverização (Ferreira *et al.*, 2007). Porém, muitas vezes não se tem atingido o resultado esperado, pois para que o controle seja eficiente se faz necessário sua aprimorada utilização e isso não é uma realidade vista em campo. Nota-se uma grande preocupação quanto ao princípio ativo que será empregado e quase nenhuma em relação a como acontecerá sua aplicação (Rodrigues *et al.*, 2008).

De fato, o que se observa na prática é a falta de informações a respeito de tecnologias de aplicação (Costa *et al.*, 2007). Fato este, que pode ser comprovado devido a frequente ocorrência de plantas intoxicadas por herbicidas na cafeicultura, mesmo com o uso de herbicidas recomendados.

Normalmente o controle de plantas daninhas é feita usando pulverizadores costais manuais em situações de pequenas propriedades, áreas de elevada declividade e baixo nível tecnológico. Em propriedades maiores em que é viável a mecanização e de maior nível tecnológico, são realizadas aplicações tratorizadas com pulverizadores hidráulicos de barra para o controle de plantas daninhas nas entrelinhas do cafeeiro. Além disso, vale ressaltar a necessidade de se desenvolver

herbicidas seletivos, principalmente para uso na fase inicial do cafeeiro, buscando sempre a sua utilização de forma técnica e criteriosa, para maximizar suas vantagens e minimizar seus riscos toxicológicos e ambientais (Blanco & Velini, 2005)

Segundo Malavolta (2006) uma fitotoxidez pode ser caracterizada por alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas, assemelhando-se a distúrbios nutricionais, como deficiência de Nitrogênio, Boro, Ferro e Zinco, que são caracterizados pelo aparecimento de clorose nas folhas, pequenas e quebradiças, reduzindo o crescimento e desempenho produtivo das plantas.

Poucas são as pesquisas que visam estudar exoderiva e deposição no solo de herbicidas e a possível ocorrência de fitotoxidez causada pela deriva de herbicidas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a exoderiva e a deposição no solo em pulverização simulada de herbicidas nas entrelinhas do cafeeiro conilon utilizando diferentes tecnologias de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura de café conilon, localizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES- *Campus* São Mateus, situada na latitude 18°40'22.25"S e longitude 39°51'22.37"O, a 36 m de altitude. A região, de clima tropical, classificada como Aw, de acordo com a classificação proposta por Köppen (1928), apresenta verão quente e úmido e inverno seco.

As unidades experimentais contaram com área de 10 m² (4 x 2,5 m) e foram implantadas nas entrelinhas de uma lavoura de café Conilon, de aproximadamente um ano de idade. A lavoura apresentava altura média de 1,0 m e espaçamento adensado de 2,50 x 1,0 m, totalizando um estande de 4.000 plantas ha⁻¹. A planta invasora da espécie *Eleusine indica* (L.) Gaertn., vulgarmente conhecida como capim pé-de-galinha era predominante nas entrelinhas, posição em que as unidades experimentais foram instaladas, porém apresentava variação em índice de vegetação aparente entre as fileiras.

Para a condução do experimento foram utilizados dois pulverizadores costais, um pulverizador manual da marca Jacto, modelo SP 20 e capacidade de tanque de 20 L, e um pulverizador com assistência eletrostática da marca Jetbras, modelo JE8999, que possui tanque com capacidade de 18 litros, bateria recarregável 12V e 9Ah, bomba elétrica de 35W com 70 psi e regulação de pressão por potenciômetro, que utiliza o princípio pneumático para a formação e o fracionamento de gotas, além de utilizar o método de indução de cargas indireto para a eletrificação das gotas.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro composições dos equipamentos de pulverização (Pulverizador costal com bico leque sem “chapéu de Napoleão”; Pulverizador costal com bico leque com “chapéu de Napoleão”; Pulverizador costal com bico jato plano com indução de ar; Pulverizador costal com assistência eletrostática) e quatro posições de coleta da deposição de calda (planta daninha, solo, metade inferior do cafeeiro e metade superior do cafeeiro). O pulverizador utilizado nos tratamentos T1 e T2 estava munido com ponta de pulverização tipo leque Teejet F110 SF02. Por sua vez, no tratamento T3, o pulverizador contava com a ponta de pulverização Teejet A110015, com indução de ar. As pressões de trabalho foram aferidas e a calibração dos pulverizadores foi realizada para se aplicar um volume de pulverização de 200 a 250 L ha⁻¹, conforme a recomendação de aplicação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café. Para o pulverizador eletrostático, adotou-se a posição número 06 do potenciômetro, a fim de que se obtivesse a pressão adequada da ponta de pulverização utilizada.

As condições ambientais foram obtidas pela estação meteorológica localizada no próprio campus da UFES. No momento das pulverizações, as condições ambientais foram monitoradas e permaneceram com a velocidade do ar entre 0,7 e 4,4 m/s, atingindo rajadas de até 8 m/s direção predominante de 120°, umidade relativa acima de 60% e temperatura do ar entre 23 a 25 °C. A direção do vento foi considerada, sendo todas pulverizações realizadas no mesmo sentido a fim de que se minimize a ação do mesmo.

Para avaliação da deposição de calda nas folhas das plantas daninhas, o escorrimento para o solo e a deposição em função da exoderiva nas folhas do cafeeiro foi utilizado um traçador composto do corante alimentício azul, catalogado

internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” como FD&C Blue n.1 (Azul brilhante), na dose de 400g ha⁻¹, para posterior leitura de absorvância no espectrofotômetro. Durante a preparação da calda foi retirada uma amostra para que fosse determinada a concentração real ou padrão do corante (Palladini, 2000).

A determinação da deposição de calda nas plantas daninhas foi feita por meio da coleta de uma folha completa da espécie *Eleusine indica* (L.) Gaertn dentro de cada parcela experimental que em seguida foram acondicionadas em saco plástico devidamente identificado.

A determinação do escorrimento para o solo foi realizada por meio do posicionamento no sentido transversal da entrelinha, na superfície do solo em cada unidade experimental imediatamente nos locais de maior infestação de plantas daninhas, de uma haste de madeira contendo 14 etiquetas de polietileno de dimensões 0,07 x 0,03 m espaçadas em 0,02 m. Após a pulverização, realizada em duas passadas, as hastes foram recolhidas com auxílio de uma pinça, acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em caixa de isopor.

Para a determinação da exoderiva, foram coletadas duas folhas do cafeeiro em duas alturas do dossel, na planta com face voltada a entrelinha do lado esquerdo ao sentido de aplicação devido ser esse o lado com maior interferência do vento predominante, totalizando em duas folhas por unidade experimental. Estas foram posteriormente acondicionadas em sacos plásticos identificados.

Após a pulverização, as folhas de café, bem como as placas de polietileno e plantas daninhas coletadas foram levadas ao Laboratório Agrônomo de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/UFES). A deposição do corante nas folhas de café, placas de polietileno e plantas daninhas foram feitas por meio de análise por espectrofotometria.

Em laboratório, foram adicionados 25 mL de água destilada a cada saco plástico, que contém as folhas de café, placas de polietileno e as plantas daninhas, agitadas por 30 segundos no próprio saco para remoção do traçador. O líquido resultante da lavagem de cada amostra foi armazenado em tubo de ensaio devidamente identificado. Em seguida foram realizadas as leituras de absorvância

dessas soluções em um espectrofotômetro Thermo Scientific, modelo Genesys 10 UV, configurado para medir a absorvância no comprimento de onda de 630 nm. Para isso, foi retirada da amostra contida em cada tubo de ensaio uma alíquota de 10 mL, que foi colocada em uma cubeta de vidro, para leitura no espectrofotômetro pré-calibrado.

Os valores de absorvância serão obtidos por meio da leitura individual de cada amostra no espectrofotômetro e ser transformados em concentração (mg L^{-1}) adotando-se a equação da curva-padrão estabelecida pelas diluições 1/100, 1/200, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000 e 1/10000 da amostra da calda coletada no tanque de pré-mistura, antes da aplicação. Conhecendo a concentração inicial da calda (2000 mg L^{-1}) e do volume de diluição das amostras (25 mL), foi possível determinar a massa de corante retida no alvo e nos demais elementos.

Após a remoção do corante, calculou-se a área das folhas do cafeeiro e da planta daninha em centímetros quadrados (cm^2) utilizando um medidor de área foliar Li-Cor modelo L1-3100.

Em seguida, determinou-se o volume depositado nas folhas através da seguinte equação:

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

em que C_i é a concentração inicial da calda (2000 mg.L^{-1}); V_i , volume inicial a ser calculado; C_f , concentração final que corresponde à concentração encontrada na leitura do espectrofotômetro; e V_f , volume utilizado para lavar as folhas. Com o volume depositado, calculou-se a deposição em microlitros de calda por centímetro quadrado ($\mu\text{L cm}^{-2}$) de superfície, foliar e da etiqueta de polietileno.

Anteriormente a aplicação do teste de média foi feita a análise de pressuposições dos dados de deposição unitária normalizada, para tanto, aplicaram-se os testes de normalidade, homocedasticidade e a aditividade dos blocos, respectivamente, o teste de Kolmogorov-smirnov, Levene e Durbin-Watson. Atendidas as pressuposições, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise variância (ANOVA) dos dados de deposição mostra que houve a interação entre o equipamento utilizado e posição de coleta da deposição foi significativa (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância da deposição de calda em diferentes posições de coleta e equipamentos de aplicação.

Fonte de variação (FV)	Quadrado médio (QM)	Teste F
Pulverizador (P)	8,769	122,36**
Posição de coleta da deposição (CD)	0,745	10,394**
P x CD	0,209	2,913*
Tratamentos	2,028	28,299*
Resíduo	0,071	

CV = 34,3%; KS = 0,886*; $F_{\text{Levene}} = 2,603^{\text{ns}}$; $DW = 1,783^{\text{ns}}$; $F_{\text{pulv/taxa}} = 12,781^*$; $F_{\text{posição}} = 12,190^*$; $F_{\text{interação}} = 18,005^*$

CV = Coeficiente de variação; KS = Estatísticas dos testes de Kolmogorov-Smirnov com a correção de Lilliefors para normalidade dos resíduos; F_{Levene} = Levene para homogeneidade das variâncias, DW = Durbin-Watson para independência dos resíduos; e F = teste de F; ^{ns}Resíduos normalmente distribuídos, variâncias homogêneas, resíduos independentes e aceitação da hipótese H_0 ($p < 0,05$); *Resíduos não normalmente distribuídos, variâncias não homogêneas, resíduos não independentes e rejeição da hipótese H_0 ($p > 0,05$)

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Para experimentos desenvolvidos em condições de laboratório, os coeficientes de variação aceitáveis devem ser até 10%. Em aplicações realizadas em campo, o valor do coeficiente de variação tende a aumentar, devido as condições climáticas inerentes por ocasião da aplicação e/ou movimentos desordenados do aplicador.

A Tabela 2 apresenta as médias de deposição da calda pulverizada em função dos diferentes equipamentos utilizados e da posição de coleta.

Tabela 2. Comparação entre as médias de deposição da interação do equipamento de aplicação e posição de coleta.

Pulverizador	Posição de coleta de deposição			
	Metade inferior do cafeeiro	Metade superior do cafeeiro	Planta daninha	Solo
PC	1,254 bA	0,829 bA	0,939 bA	0,053 bB
PCN	0,317 cA	0,306 cA	0,844 bA	0,052 bB
PCIA	1,198 aB	1,062 aB	1,213 aA	0,776 aA
PE	0,154 cB	0,109 cB	0,554 cA	0,023 cC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

PC = pulverizador costal; PCN = pulverizador costal com “chapéu de Napoleão”; PCIA = pulverizador costal com ponta indução de ar; PE = pulverizador eletrostático.

Observa-se que mais da metade da calda depositada utilizando-se o pulverizador costal atingiu as folhas do cafeeiro, cerca de 30% atingiu o alvo, ou seja, a planta daninha e 2% foi depositado no solo. Utilizando-se o mesmo pulverizador com o acessório “chapéu de Napoleão” a deposição nas folhas é de aproximadamente 41%, nas plantas daninhas depositou-se 51% do volume aplicado e aproximadamente 3% atingiu o solo. O chapéu de napoleão direciona o jato pulverizado no alvo amenizando a interferência dos fatores climáticos, principalmente a velocidade do vento. Entretanto, a deposição nas folhas do cafeeiro representa uma endoderiva que pode ser prejudicial ao desenvolvimento do cafeeiro em função da fitointoxicação, além de afetar negativamente as características produtivas e reduzir a produtividade da cultura. Costa *et al.* (2014) relataram em trabalho em que objetivou-se avaliar o efeito do glyphosate, do paraquat e do amônio glufosinato aplicados em jato dirigido no desenvolvimento inicial de plantas de pinhão-manso observaram fitointoxicação de até 72% quando utilizou-se o pulverizador costal sem o chapéu de Napoleão. Ainda, estudando a possibilidade de aplicação de misturas de herbicidas de ação total com jato dirigido em mamoneira de porte anão, Maciel *et al.* (2008) observaram que a aplicação de paraquat + diuron sem o uso do chapéu-de-napoleão proporcionou maior fitointoxicação nas plantas, sendo observado aos 10, 20 e 30 DAA, respectivamente, 51, 76 e 72% de fitointoxicação para o tratamento sem o chapéu-de-napoleão e 26, 43 e 40 % para o tratamento com o uso deste equipamento de proteção. Tuffi Santos *et al.* (2007)

relataram sintomas acima de 30% de intoxicação em mudas de eucalipto quando submetidas à deriva de glyphosate, ocasionando mudanças no crescimento e na morfoanatomia foliar das mudas, além de redução do potencial produtivo. Rigoli *et al.* (2008) observaram danos no desenvolvimento e crescimento em plântulas de beterraba e cenoura; Figueredo *et al.* (2007) encontraram efeito semelhante em tomate e Wagner Júnior *et al.* (2008) em maracujazeiro-amarelo, todos por efeito da deriva do herbicida glyphosate.

As deposições de calda com pulverizador costal utilizando-se a ponta de indução de ar apresentou os maiores valores médias em todas as posições de coleta. Costa *et al.* (2008) avaliando o efeito de pontas de pulverização na deposição de glyphosate em braquiária, observou maiores depósitos nas pontas de indução de ar, fator que pode contribuir na maior eficiência no controle, mas em contrapartida contatou também menores uniformidades do depósito. Há no mercado uma grande oferta de pontas de indução de ar, no entanto, estas possuem informações escassas sobre a população, tamanho de gotas, o risco potencial de deriva e a distribuição volumétrica, além da pressão adequada de trabalho. Segundo Viana *et al.* (2007) e Arantes *et al.* (2006), essas informações são indispensáveis para a escolha correta da ponta a fim de se obter maior capacidade operacional, eficiência na cobertura do alvo e menor risco ambiental.

A pulverização com assistência eletrostática apresentou as menores médias de deposição independentemente da posição. Do total depositado por este equipamento, 66% atingiu o alvo, 3 % atingiu o solo e 31% atingiu as folhas do cafeeiro. Embora o volume depositado de $0,554 \mu\text{L cm}^{-2}$ na planta daninha tenha sido o menor, não se pode concluir que tenha sido o pior resultado. Segundo Agairupdate (2000), o incremento de controle das plantas daninhas para uma mesma dosagem do produto resulta num melhor aproveitamento do herbicida, o que é desejável do ponto de vista ambiental. Vale ressaltar que, quando se aplica volume acima do necessário, além dos maiores custos gerados para aquisição da de ingrediente ativo em quantidade necessária, admite-se o custo operacional que é consideravelmente elevado pelo rendimento inferior na aplicação, conseqüentemente exigindo mais reabastecimentos do tanque do pulverizador. Problemas com deposição de gotas fora do alvo também se intensificam,

potencializando a deriva, bem como a deposição de gotas do herbicida em plantas que não deveriam ser atingidas (Barbosa *et al.*, 2011).

Quando bicos hidráulicos são usados, uma ampla variação de gotas emitidas resulta em consideráveis diferenças na relação carga/massa, assim a trajetória de gotas grandes, com menores valores para esta relação, não é significativamente afetada, e a deposição nem sempre é aumentada. Deste modo, os melhores resultados são alcançados com gotas pequenas e, conseqüentemente, menores volumes de aplicação. Em condições climáticas ótimas, gotas de pequeno diâmetro proporcionam maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo. Contudo, aumenta-se o risco de contaminação ambiental por deriva em condições adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento (Cross *et al.*, 2001). A utilização de gotas com maior diâmetro diminui o risco de deriva, porém, devido ao seu peso, elas podem não aderir às superfícies das folhas e terminar no solo (Teixeira, 1997).

As pontas de pulverização com indução de ar minimizam o problema da deriva, pois estas produzem, em geral, gotas maiores do que as gotas usualmente produzidas por pontas similares sem a indução (Bauer *et al.*, 2006). França (2016) estudando a caracterização de gotas e risco potencial de deriva de aplicações de produtos fitossanitários conclui que gotas geradas por pontas de pulverização com indução de ar apresentaram maior DMV (Diâmetro médio volumétrico) que as produzidas por pontas sem o sistema de indução de ar em todas as vazões nominais e, ainda, que pontas com indução de ar promovem espectro de gotas menos homogêneo do que as pontas sem indução. Chechetto *et al.* (2013), em experimento em que a influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento foi avaliada, verificaram que menores valores de percentual de deriva foram obtidos com as pontas com indução de ar em todos os tratamentos, em comparação com pontas com pré-orifício. As bolhas de ar no interior da gota interferem no seu transporte e padrão de deposição. Quando se trabalha com esta classe de pontas, a presença de bolhas de ar ajuda na diminuição da perda das gotas quando impactam com uma superfície (Matthews, 2000; Faggion & Antuniassi, 2004). Embora a gota tenha maior diâmetro, ela possui ar em seu interior, o que a torna mais leve, diminuindo, assim, o potencial de redução da deriva. Contudo, este processo não está bem explicado na literatura.

Devido às características da ponta de indução de ar e a desuniformidade das plantas daninhas nas entrelinhas das unidades experimentais, foram observados os maiores depósitos da calda de pulverização no solo. Porém, notoriamente observa-se que os tratamentos PC = pulverizador costal; PCN = pulverizador costal com “chapéu de Napoleão” apresentaram os perfis de deposição mais desuniformes quando comparado aos demais.

CONCLUSÃO

O uso do chapéu de Napoleão no pulverizador costal aumentou a deposição nas plantas daninhas e diminuiu a exodermiva, no entanto não alterou o escoamento para o solo.

Em termos de deposição no alvo, o pulverizador costal utilizando-se a ponta de indução de ar apresentou os maiores valores. Entretanto, o escoamento para o solo também foi maior.

O escoamento para o solo foi menor quando utilizou-se o pulverizador eletrostático.

REFERÊNCIAS

AGAIRUPDATE. **El sistema de pulverización electrostática trae carga a la aviación agrícola.** AgAirUpdate Latinoamerica, Perry, v. 3, n. 3, p. 14-15, 2000.

ARANTES, R. et al. **Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 36, n. 1, p. 61-66, 2006.

BARBOSA, B. F. F. **Controle de Ipomoea nil utilizando ponta centrífuga de pulverização em diferentes volumes de aplicação com e sem adjuvante.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 10, n. 3, p. 277-290, 2011.

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G.; PEREIRA, F. de A. R. **Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 546-551, 2006.

BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D. **Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas.** Planta Daninha, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 693-700, 2005.

CARVALHO, F. P. et al. **Sensibilidade de plantas de café micorrizadas à herbicidas.** Revista Brasileira de Herbicidas, Londrina, v. 13, n. 2, p. 134-142, 2014.

CHECHETTO, R. G. et al. **Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 37-46, 2013.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira.** v. 4, Safra 2017, n. 3, Terceiro levantamento. 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_21_17_00_05_cafe_set_embro_2017.pdf. Acesso em: 05 out. 2023.

COSTA, A. G. F. et al. **Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência.** Planta Daninha, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

COSTA, N. V. et al. **Efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação em plantas de *Brachiaria brizantha***. Planta Daninha, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 923-933, 2008.

COSTA, N. V. et al. **Efeito de herbicidas aplicados em jato dirigido no desenvolvimento inicial de plantas de pinhão-manso**. Revista Brasileira de Herbicidas, v. 13, n. 1, p. 8-14, 2014.

CROSS, J. V. et al. **Spray deposits and losses in diferente sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2**. Effects of spray quality. Crop Protection, v. 20, n. 2, p. 333-343, 2001.

FAGGION, F.; ANTUNIASSI, U. R. **Ar na aplicação**. Cultivar Máquinas, Pelotas, Ano IV, n. 26, p. 12-15, 2004.

FERREIRA, M. C. et al. **Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 471-478, 2007.

FIGUEREDO, S. S. et al. **Influência de doses reduzidas do glyphosate no tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. Planta Daninha, v. 25, n. 3, p. 849-857, 2007.

FRANÇA, J. A. L. **Caracterização de gotas e risco potencial de deriva de aplicações de produtos fitossanitários**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 65p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wall-map 150cm x 200cm.

MACIEL, C. D. G. et al. **Possibilidade de aplicação de misturas de herbicidas de ação total com jato dirigido em mamoneira de porte anão**. Planta Daninha, v. 26, n. 2, p. 457-464, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MATTHEWS, G. A. **Electrostatic spraying of pesticides: a review**. Crop Protection, v. 8, p. 3-15, 1989.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell, 2000. 432 p.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 111p.

PAIS, P. S. M. et al. **Compactação causada pelo manejo de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cafeeiros**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1949-1957, 2011.

RIGOLI, R. P. et al. **Resposta de plantas de beterraba (*Beta vulgaris*) e de cenoura (*Daucus carota*) à deriva simulada de glyphosate**. Planta Daninha, v. 26, n. 2, p. 451-456, 2008.

RODRIGUES, G. J. et al. **Características do fluxo de ar de um pulverizador hidropneumático para aplicação de agroquímicos em plantas arbustivas**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 199-207, 2008.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. **Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants**. Planta Daninha, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.

TEIXERA, M. M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. Tese (Doutorado) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 310p.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. **Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate**. Planta Daninha, v. 25, n. 1, p. 133-137, 2007.

VIANA, R. G. et al. **Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1**. Planta Daninha, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.

WAGNER JÚNIOR, A. et al. **Deriva simulada de formulações comerciais de glyphosate sobre maracujazeiro-amarelo**. Planta Daninha, v. 26, n. 3, p. 677-683, 2008.