

DETERMINAÇÃO DA EXODERIVA EM PULVERIZAÇÃO PNEUMÁTICA NO CAFEIEIRO CONILON

Pablo Souto Oliveira²; Edney Leandro da Vitória³; Deborah Hoffmam Crause⁴; Alex Campanharo⁵

¹Parte da dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical do primeiro autor

²Engenheiro Agrônomo, DCAB/CEUNES/UFES, São Mateus-ES, pablosouto13@hotmail.com

³Engenheiro Agrícola, Professor Associado PPGAT/UFES, São Mateus-ES, edney.vitoria@ufes.br

⁴Engenheira Agrônoma, Mestranda PPGAT/UFES, São Mateus-ES, deborahlife2014@hotmail.com

⁵Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agricultura Tropical, Fazenda Experimental CEUNES/UFES, alex.companharo@ufes.br

RESUMO: Os produtos fitossanitários, se utilizados racionalmente, contribuem para a minimização do impacto ambiental nos cultivos agrícolas, conseqüentemente, para a manutenção do potencial produtivo e na manutenção da qualidade dos produtos para a sua comercialização. Todavia, existem problemas ligados à deposição e perdas de calda para o ambiente, como por exemplo a deriva, pode ser definida como parte da pulverização desviada para fora do alvo pela ação do vento. Objetivou-se neste trabalho, determinar a deriva gerada pela pulverização pneumática em cafeeiro conilon na região norte do Espírito. Foram selecionadas seis plantas consecutivas na última linha de plantio, totalizando cinco coletores, e com sete distâncias, espaçados de três em três metros, sendo a parcela experimental, constituída por cada coletor e com cinco repetições. Foram elaboradas curvas baseadas no percentil 90 de porcentagem de deriva em função da distância, para simulação de deriva. Conclui-se que para diminuir o risco de deriva é necessária maior observância na calibração e regulagem do pulverizador pneumático, ajustando a velocidade de deslocamento, o volume aplicado, o ângulo de inclinação e direcionamento do jato pulverizado. Há necessidade de estudos futuros de quantificação de depósitos resultantes da exoderiva considerando o volume de calda.

PALAVRAS-CHAVE: deriva, produtos fitossanitários, problemas ambientais.

ABSTRACT: Plant protection products, also known as pesticides or pesticides are a fundamental part to control disease and along with other agricultural practices, if used rationally, contribute to minimizing the environmental impact on crops caused by insect pest outbreaks, plants weeds and diseases, thereby contributing thus to the maintenance of productive potential. The application of pesticides on crops has helped in achieving high productivity and maintaining the quality of products for their marketing. However, there are problems related to the train depot tion and spray losses to the environment, such as inadequate coverage of the target, drop evaporation, draining the syrup to the ground and drift. Drift can be defined as part of the agricultural spraying diverted out of the target area by wind. Some forecasting models have been developed to assess the drift. The most used was globally developed in the 90s in Germany by Ganzelmeier, there are few studies about the drift of phytosanitary-munity products in Brazil, despite the environmental risk scenario provided by these pesticides, it is noticed that there are few studies evaluating de-riva in specific conditions of coffee. The aim of this work, determine drift generated by pneumatic spraying conilon coffee in the northern region of the Spirit. The experiment was installed in a property in the city of Nova Venécia-ES in April 2016. We selected seven consecutively five plants in the last row planting, the collectors being placed in the middle of each cafeeiro selected, spaced a in a meter, a total of five collectors, and six distances, spaced three meters rectilinear shape from the last row of coffee and parallel to the sprayer tractor set traversal. The experimental plot consisted of each collector. an experimental design in randomized blocks, with five replications, with the treatments constiuídos seven distances from the last line, the blocks represent the weather conditions. After drying the dye, each application for rated block were collected collectors and placed in a plastic bag, previously identified according to the distance from the last pass of the sprayer. They developed the curves based on 90th percentile percentage drift depending on the distance, to be made comparisons to the curves of the German models and Dutch simulation drift. It is concluded that to reduce the risk of drift is required better compliance in the calibration and adjustment of pneumatic spray, adjusting the scroll speed, volume applied, the tilt angle and direction of the spray jet, together with suitable weather conditions. There is a need for future studies to quantify resultantes deposits exoderiva considering the volume of syrup.

KEY WORDS: drift, pesticides, environmental problems.

INTRODUÇÃO

Os produtos fitossanitários, conhecidos também por defensivos agrícolas ou agrotóxicos são parte fundamental para o manejo fitossanitário e em conjunto com outras práticas agrícolas, se utilizados racionalmente, contribuem para a minimização do impacto ambiental nos cultivos agrícolas causados por surtos de insetos-praga, plantas daninhas e doenças, a assim contribuir, conseqüentemente, para a manutenção do potencial produtivo (RAETANO, 2011; MMA, 2015). Em números fornecidos pelo MAPA (2015), somente no ano de 2014, foram obtidos os registros para 50 novos inseticidas e no

ano de 2015 foram 21 novos produtos fitossanitários, sendo três desses, inseticidas. Segundo a SINDIVEG (2015), foram comercializados no Brasil no ano de 2013, cerca de 4,6 bilhões de dólares em inseticidas. A aplicação de produtos fitossanitários nas lavouras tem apresentado problemas ligados à deposição e perdas de calda para o ambiente, como inadequada cobertura do alvo, evaporação da gota, escorrimento da calda para o solo e deriva. Eliminá-los completamente é praticamente impossível, embora possam ser minimizados empregando-se tecnologias adequadas e equipamentos bem regulados. Segundo Matthews (2002), a tecnologia de aplicação refere-se à colocação da quantidade correta de ingrediente ativo no alvo, com máxima eficiência e de maneira econômica, afetando o mínimo possível o ambiente. Devendo sempre ser levado em consideração às recomendações agrônomicas de cada produto (ANTUNIASSI; BAILO, 2008). A deriva pode ser definida como parte da pulverização agrícola desviada para fora da área-alvo pela ação do vento (MILLER, 1993). De acordo com Baetens et al. (2009), as pesquisas com estudo de deriva têm como principal objetivo a determinação de medidas apropriadas que minimizem os efeitos negativos da aplicação no ambiente. Alguns modelos de previsão têm sido desenvolvidos para avaliar a deriva (LEBEAU et al., 2011). O mais empregado mundialmente foi desenvolvido na década de 90 na Alemanha por Ganzelmeier et al. (1995), feito a partir de várias observações a campo. Ramos et al. (2000) mostram as diferenças entre as distintas regiões e a importância de se utilizar cenários específicos nestes estudos. Ainda são escassos estudos a respeito da deriva de produtos fitossanitários no Brasil, apesar do cenário de risco ambiental proporcionado por esses produtos fitossanitários, percebe-se a existência de poucos trabalhos avaliando deriva em condições específicas da cafeicultura. Nesse sentido, este trabalho objetivou determinar a deriva gerada pela pulverização pneumática em cafeeiro conilon no norte do estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, no dia 23 de abril de 2016, em uma propriedade rural particular no município de Nova Venécia, norte do estado do Espírito Santo. Situada na latitude 18° 22' 38,33" S e longitude de 40° 34' 5,72" W no datum WGS1984, a 204 metros de altitude, a área experimental foi instalada numa região com vento norte predominante e clima local caracterizado como tropical úmido, com inverno seco, temperatura média anual de 23°C e precipitação pluvial média anual de 1072 mm ano⁻¹, considerado Aw, conforme a classificação de Köppen. A área experimental foi implantada em uma lavoura de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) a pleno sol com seis anos de idade, com irrigação localizada do tipo microspray e produtividade média de 100 sacas ha⁻¹. A lavoura possui espaçamento de 3,60 m entre linhas por 1,00 m entre plantas na linha, que apresentavam na ocasião da aplicação, altura média de 2,10 m e largura média do dossel de 2,30 m aferida em altura equivalente a 2/3 da altura da planta. Aplicação foi feita simulando as condições de trabalho da propriedade, onde o conjunto trator pulverizador realiza a aplicação de calda para cada oito linhas de cafeeiro, totalizando um alcance de 25,20 metros, para avaliação da exoderiva. Foram selecionadas seis plantas consecutivas na última linha de cafeeiro, cada parcela experimental foi constituída por cada coletor, sendo colocados no meio de cada cafeeiro selecionado, espaçados de um em um metro simulando a distância entre cafeeiros, totalizando cinco coletores, e com sete distâncias simulando as distâncias entre linhas de cafeeiro, espaçados três em três metros de forma retilínea a partir da última linha de cafeeiro e paralelas ao caminhamento do conjunto trator pulverizador. Para aplicação foliar da calda, foi utilizada como solução marcadora, contendo água e corante Azul Brilhante (FD&C n° 1) na concentração de 0,25% (p/v), conforme metodologia adaptada de Palladini (2000). Utilizou-se um trator John Deere modelo 5425N com 75 cv (55 kW) e uma velocidade média de deslocamento de operação de 5,8 km h⁻¹, tendo acoplado, pelo sistema de engate de 3 pontos, um pulverizador pneumático modelo J600 da marca Jacto. Este equipamento tipo canhão de ar, permite em condições de vento favorável, o alcance de até 35,00 m de faixa de aplicação. Para a realização das aplicações, seguiu-se a metodologia descrita na Norma ISO 22866 (ISO, 2005). Esta norma preconiza que durante as aplicações a temperatura deve estar entre 5 e 35°C, a velocidade mínima do vento deve ser de 1,0 m s⁻¹ e a direção do vento dentro de um limite de 90° ± 30° em relação à linha de pulverização. Assim, o sentido ideal do vento para que as aplicações fossem feitas, deveria ser leste-sudeste (112,5°), e podendo estar entre leste e sudeste (90° e 135). Para a velocidade do vento, a norma permite que no máximo 10% das medidas estejam abaixo de 1,0 m s⁻¹. No momento de cada aplicação, as variáveis ambientais temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, foram monitoradas por meio de um termo-higrômetro digital modelo T 512 da marca Thermo e de um termo-anemômetro digital modelo TAD-500 da marca Instrutherm, posicionados a dois metros de altura da superfície do solo. Os dados meteorológicos coletados foram às 09:20, 10:00, 10:40 e 11:20 horas, temperatura registradas foram respectivamente 27, 28, 30,0 e 31,8°C, umidade relativa 64 e 56,0, 49 e 47% e, velocidade do vento 1,2, 0,9, 3,0 e 1,9 m.s⁻¹ com as seguintes direções de ventos N, N, NE e NE respectivamente. Anteriormente às aplicações da calda, coletores de plásticos com diâmetro de 21 cm foram colocados rente ao solo fora da área tratada. Após a secagem do corante, a cada aplicação por bloco avaliado, foram recolhidos os coletores e colocados em sacos plásticos, previamente identificados de acordo com as distâncias, tomando como base a última passada do pulverizador. Portanto, uma repetição foi composta por 35 sacos plásticos para cada bloco, que foram acondicionados em caixas de isopor para se ter isolamento térmico e luminoso. No Laboratório Agrônomico de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) da Universidade Federal do Espírito Santo Campus São Mateus-ES, foram realizadas as análises da deposição do traçador (corante) através de espectrofotometria de UV visível. Para análise da deposição da calda, adicionou-se 25 mL de água destilada a cada amostra, agitando-a em seguida por cerca de 30 segundos no próprio saco plástico, para remoção do traçador. Após esse procedimento, realizou-se a quantificação dos depósitos em um espectrofotômetro da marca Thermo Electron Corporation, modelo Genesys 10 UV, pela leitura de absorvância no

comprimento de onda de 630 nm. Os valores de absorvância obtidos de cada amostra foram 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, 1/10000, 1/20000, 1/50000) da amostra da calda coletada no tanque do pulverizador, após a aplicação.

Os dados referentes aos valores percentuais de deriva foram feitos através das análises das pressuposições dos dados de porcentagem de deriva. Para tal aplicaram-se os testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para analisar a normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e a aditividade dos blocos, respectivamente, utilizando o programa estatístico *Software R* (R CORE TEAM, 2016) ao nível de 5% de significância. Deseja-se que os resíduos tenham distribuição normal, as variâncias sejam homogêneas e que os blocos não tenham efeito multiplicativo. Em caso de as pressuposições não serem atendidas a 0,01 de significância, os dados foram transformados em arco-seno $\sqrt{(x/100)}$ e submetidos à nova análise. Somente quando a transformação corrigiu ou melhorou pelo menos um dos critérios, sem prejudicar os demais, usaram-se os dados transformados para elaborar a análise de variância. Do contrário, utilizaram-se os dados originais. Após analisar as pressuposições, os dados de porcentagem de deriva foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico *Software R* (R CORE TEAM, 2016), e constatada diferença significativa, as pontas foram comparadas entre si, para cada distância, pelo teste de Tukey a 5% de significância, enquanto que para as distâncias foi feita análise de regressão, considerando as distâncias de depósito. Para isso, os dados foram linearizados pela função $\log(x)$ e submetidos à análise de regressão. Conhecendo-se os limites inferiores e superiores de cada parâmetro das equações, e caso os intervalos não apresentassem sobreposição, ao nível de confiança de 95%, as curvas foram consideradas diferentes. Além disso, elaboraram-se curvas baseadas no percentil 90 de porcentagem de deriva em função da distância, para que fossem feitas comparações com as curvas dos modelos alemão e holandês para simulação de deriva, ambas descritas por De Schampheleire et al. (2007). Segundo Wang; Rautmann (2008), a representação da deriva em percentil 90 é amplamente empregada em estudos de riscos ecotoxicológicos. Segundo esses mesmos autores, uma parte da deriva, além da mensurada no campo, é omitida devido a efeitos combinatórios, como por exemplo, velocidade do vento e práticas agrícolas. Como os modelos europeus não levam em consideração todos os efeitos, a expressão da deriva em percentil 90 é uma forma de compensar tais omissões, aumentando a segurança das informações, sobretudo nas recomendações, uma vez que são utilizadas em registros de produtos fitossanitários na União Europeia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados dos dados meteorológicos durante a execução do experimento de campo. A observação destes dados é de grande importância, pois são estes os fatores que tem maior influência da deriva durante a aplicação de defensivos agrícolas (ENDALEW et al., 2010; DORUCHOWSKI et al., 2013; GIL et al., 2015). Embora as aplicações tenham sido feitas no período da manhã, observou-se que os horários de aplicação das 10h40min e 11h20min apresentaram a temperatura igual ou superior a 30 °C e umidade relativa inferior a 50%, tais variações não invalidam os resultados considerando uma variação permitida de 10% dos valores limites. A intensidade e direção dos ventos variou de 0,9 a 3,0 m/s nas direções norte e nordeste, estas condições contribuíram para o aumento da representatividade dos dados de deriva, por expressam condições variáveis reais observadas nos momentos de pulverizações.

Tabela 1. Dados meteorológicos registrados no momento das pulverizações.

Horário da aplicação	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do vento (m s^{-1})	Direção do vento
09h20min	27	64	1,2	N
10h00min	28	56	0,9	N
10h40min	30	49	3,0	NE
11h20min	31,8	47	1,9	NE

Ao realizar a análise dos dados originais de porcentagem de deriva, foi possível observar, que os mesmos não atenderam aos critérios de normalidade dos resíduos e homogeneidade dos blocos, sendo que os blocos não apresentaram efeito multiplicativo. Os dados foram transformados, mesmo assim, as pressuposições não foram atendidas. Entretanto, a transformação diminuiu os valores da estatística F e do teste de Levene, indicando melhoria dos dados analisados (Tabela 4), portanto, a análise de variância foi realizada para os dados transformados. O não atendimento das condições estatísticas de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias para os dados originais pode ter ocorrido pelo fato da distribuição dos depósitos nas distâncias não seguir um padrão definido, tais observações foram observadas e comentadas por Alves (2014). As análises de pressuposições de normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividades dos blocos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Depósito de deriva percentual resultante das aplicações

Distância (m)	% deriva depositado
3,0	8,50 a
6,0	4,30 b
9,0	1,90 c
12,0	1,00 c
15,0	0,60 cd
18,0	0,51 d
21,0	0,39 d

$F_{\text{levens}} = 18,55^{**}$; $W = 0,202^{**}$

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

**significativo a 1% de probabilidade

A maior porcentagem de exoderiva ocorre a uma distância de 3,0 m da última linha pulverizada, a partir deste ponto observa-se uma redução de 47,1% do depósito percentual. A partir dos 9,0 m houve uma queda acentuada significativa do depósito, aproximadamente 22,4% quando comparado com o primeiro ponto de coleta próximo a última linha do cafeeiro. É possível inferir que as gotas ao ultrapassarem o dossel das últimas linhas do cafeeiro ficam expostas as condições ambientais de forma mais intensa, recebendo maior interferência do vento, o que elevou as chances de não serem depositadas na área tratada, resultando em exoderiva. Esta observação reforça a necessidade de maior observância na calibração e regulagem do pulverizador pneumático com o ajuste da velocidade de deslocamento, do volume aplicado, do ângulo de inclinação e do direcionamento do jato pulverizado. Estas medidas devem vir sempre associadas às condições meteorológicas adequadas, podendo diminuir o risco de deriva. Pascuzzi et al. (2015) estudaram os efeitos da deposição de defensivos agrícolas em vinhas, comparando a pulverização pneumática com e sem assistência eletrostática, em ambos os casos, observaram a diminuição significativa da exoderiva quando os volumes de aplicação e ângulo de direcionamento do jato pulverizado foram regulados adequadamente. O volume de calda normalmente utilizado nas pulverizações de cafeeiro, utilizando o sistema de pulverização pneumático varia de 200 a 500 L ha⁻¹, podendo chegar a 700 L ha⁻¹ (FERNANDES et al., 2010). Estes volumes são altos e na maioria dos casos não são ajustados às necessidades de controle, portanto, há necessidade de estudos futuros de quantificação de depósitos resultantes da exoderiva considerando o volume de calda. A comparação entre os valores percentil 90 dos dados de deriva resultante da aplicação no cafeeiro com os modelos alemão e holandês é apresentado na Figura 1.

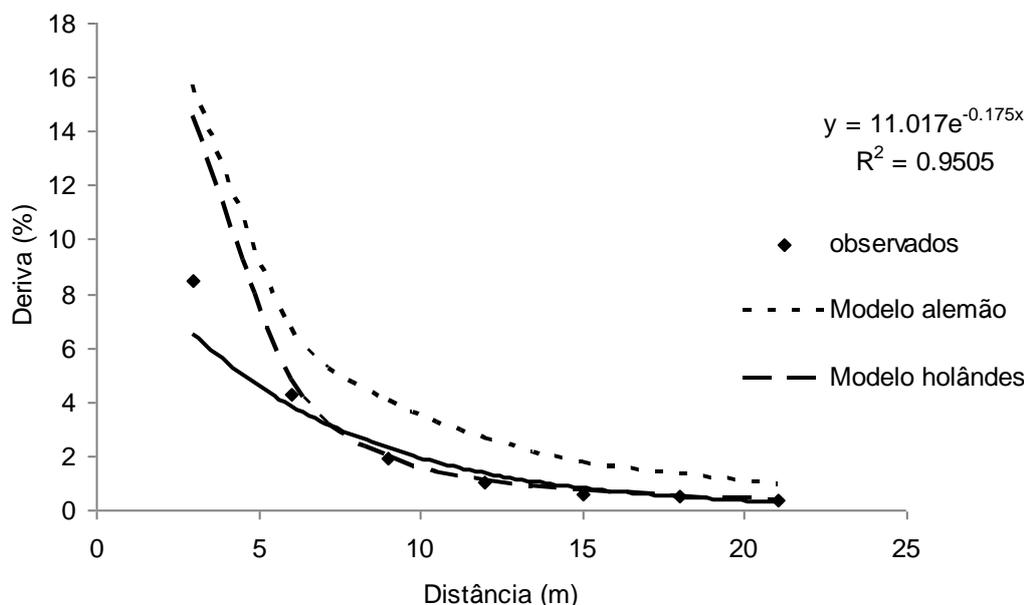


Figura 1. Percentil 90 da exoderiva da aplicação com pulverizador pneumático, do modelo alemão e do modelo holandês.

A deposição devido à deriva estimada pelo modelo de regressão encontrado a partir dos dados observados a 3,0 m da última linha de plantio foi de 8,50%, este valor está abaixo dos estimados pelos modelos alemão e holandês, 15,72% e 14,50%, respectivamente (Figura 3). Independente da distância, o modelo alemão apresentou estimativas sempre acima do modelo encontrado, enquanto que o modelo holandês estima valores muito próximos ao modelo gerado a partir dos dados observados, quando a distância foi igual ou superior aos 9,0 m em relação ao última linha de plantio. O fato de que os modelos alemão e holandês estimaram valores maiores de deriva até a distância de 9,0 m, é uma evidência de que as maiores perdas de produtos, ocorrem nas regiões próximas a última linha de plantio. Esta região apresenta maior influência pelo processo de pulverização. Alves (2014) obteve dados de deriva que corroboram com as afirmações acima, mesmo trabalhando com pulverizadores do tipo hidropneumático. De forma geral, o modelo holandês foi o que mais se aproximou do modelo estimado a partir dos dados observados, no entanto, cabe ressaltar que tanto o modelo holandês como o modelo alemão foram desenvolvidos para condições europeias. O modelo alemão, por exemplo, foi elaborado a partir de estudos com macieira e pereira, culturas distintas do cafeeiro. Alves (2014), estudando a deriva de defensivos agrícolas em cafeeiros utilizando pulverizador hidropneumático em função de diferentes pontas de pulverização e distância, também observou que o modelo alemão superestimou os dados, e não recomendou a sua utilização para estimativas em aplicações em cafeeiros. Baetens et al. (2007) e Gil et al. (2015), estudaram o processo de deriva, os primeiros por meio de modelos dinâmicos computacionais, e os demais por meio de bancadas de ensaio. Ambos os estudos concluíram o depósito devido à deriva é maior próximo a última linha da cultura e seus valores diminuem com as distâncias. Os resultados obtidos no presente trabalho vão de encontro aos observados por estes autores, principalmente ao afirmarem que os modelos coincidem a partir de uma distância entre 9,0 e 12,0 m.

CONCLUSÕES

1. A maior porcentagem de exoderiva ocorre na distância de 3,0 da última linha pulverizada, a partir deste ponto, observa-se uma redução de 47,1% do depósito percentual;
2. Para diminuir o risco de deriva é necessária maior observância na calibração e regulagem do pulverizador pneumática, ajustando a velocidade de deslocamento, o volume aplicado, o ângulo de inclinação e direcionamento do jato pulverizado, em conjunto com condições meteorológicas adequadas;
3. Há necessidade de estudos futuros de quantificação de depósitos resultantes da exoderiva considerando o volume de calda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, G. S. **Seleção de traçadores e deriva nas aplicações foliares de produtos fitossanitários na cultura do café (*Coffea arabica* L.)**. 2014. 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- BAETENS, D.; NUYTENS, P.; VERBOVEN, M.; DE SCHAMPHELEIRE, B.; NICOLAÏ, H.; RAMON. Predicting drift from field spraying by means of a 3D computational fluid dynamics model. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 56, n. 2, p. 161-173, 2007.
- BAETENS, K.; HO, Q. T.; NUYTENS, D.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; ENDALEW, A. M.; HERTOOG, M. L. A. T. M.; NICOLAÏ, B.; RAMON, H.; VERBOVEN, P. A validated 2-D diffusion–advection model for prediction of drift from ground boom sprayers. **Atmospheric Environment**, v. 43, n. 9, p. 1674-1682, 2009.
- BAIO, F.H.R.; ANTUNIASSI, U.R. Ensaio comparativo da acurácia de um sistema de Calculator Chemistry, **Michigan**, v. 27, n. 2, p. 2617-2626, 2008.
- DE SCHAMPHELEIRE, M.; SPANOGHE, P.; BRUSSELMAN, E.; SONCK, S. Risk determining spray drift and development of a model. **Environmental Toxicology and direcionamento via satélite e por cabo de aço na orientação de máquinas agrícolas. Energia na Agricultura**, v.23, p. 60-73, 2008.
- MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologist's pocket book**. London: CAB, 2002. p. 345-353.
- DORUCHOWSKI, G.; ROETTELE, M.; HERBST, A.; BALSARI, P. Drift evaluation tool to raise awareness and support training on the sustainable use of pesticides by drift mitigation. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 97, p. 27-34, 2013.
- ENDALEW, A. M.; DEBAER, C.; RUTTEN, N.; VERCAMMEN, J.; DELELE, M.A.; RAMON, H.; NICOLAÏ, B. M.; VERBOVEN, P.; A new integrated modelling approach towards air-assisted orchard spraying. Validation with different machine types. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 71, p. 137-147, 2010.
- FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. Da C.; OLIVEIRA, C. A. L. de. Eficiência de difrentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 130-135, 2010.
- GANZELMEIER, H.; RAUTMANN, D.; SPANGENBERG, R. **Studies on the spray drift of plant protection products: results of a test program carried out throughout the Federal Republic of Germany**. Berlin: BLACKWELL, 1995. 111 p.

- GIL, E.; GALLART, M.; BALSARI, P.; MARUCCO, P.; ALMAJANO, M.P.; LLOP, J. Influence of wind velocity and wind direction on measurements of spray drift potential of boom sprayers using drift test bench. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 202, p. 94-101, 2015.
- HOLTERMAN, H. J.; VAN DE ZANDE, J. C. 2003. **IMAG Draft Report, IMAG Drift**
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/FDIS 22866**: equipment for crop protection – methods for field measurement of spray drift. Geneva: ISO, 2005. 22p.
- LEBEAU, F.; VERSTRAETE, C.; STAINIER, M.; DESTAIN, F. **RTDrift**: a real time model for estimating spray drift from ground applications. 2011.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrotóxicos: Informações Técnicas**, Brasília: MAPA, 2015 Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/agrotoxicos/infrmoacoes-tecnicas>>. Acesso em 15 jul. 2016.
- MILLER, P.C.H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. **Application technology for crop protection**. Trowbridge: CAB International, 1993. p. 101-122.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Agrotóxicos**. Brasília: MMA, 2014. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>>. Acesso em 15 jul. 2016.
- PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- PASCUZZI, S.; CERRUTOB E. Spray deposition in “tendone” vineyards when using a pneumatic electrostatic sprayer, **Crop Protection** v.68, p. 1–11, 2015.
- R CORE TEAM. **R: A language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Áustria 2016. Disponível em: <www.R-project.org/>
- RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Aldeia Norte, Botucatu-SP, 2011. p. 15-26.
- RAMOS, C.; CARBONELL, G.; BAUDÍN, J. M. G.; TARAZONA, J. V. Ecological risk assessment of pesticides in the Mediterranean region. The need for crop-specific scenarios. **The Science of the Total Environment, Amsterdam**, v. 247, n. 2, p. 269-728, 2000.
- SINDIVEG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal. **Estatísticas de vendas de defensivos agrícolas**. 2015.
- WANG, M.; RAUTMANN, D. A simple probabilistic estimation of spray drift – factors assessment of pesticide spray drift damage in Belgium. **Crop Protection**, v. 26, n. 4, p. 602-611, 2007.