

ANÁLISE MULTIVARIADA NA DEFINIÇÃO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A DERIVA EM PULVERIZAÇÕES AGRÍCOLAS

Rone B. de Oliveira¹, Ulisses R. Antunias², Alessandra F. da Silva³

¹ Professor Doutor, UENP/CCA, rone@uenp.edu.br

² Professor Doutor, UNESP/FCA, ulisses@fca.unesp.br

³ Professora colaboradora UENP/CCA, Doutoranda, UNESP/FCA, alefagioli@hotmail.com

RESUMO - A análise multivariada é uma importante ferramenta estatística porque permite tratar todas as variáveis simultaneamente, resumindo os dados e revelando a sua estrutura com a menor perda de informações possível. Neste estudo foram definidas as principais características dos adjuvantes que contribuem no processo de formação de deriva nas pulverizações agrícolas. No modelo multivariado foram selecionados 33 combinações de adjuvantes e concentrações e quantificado sete variáveis operacionais denominadas de % de gotas < 50 µm (V50) e 100 µm (V100); diâmetro mediano volumétrico (DMV), viscosidade, densidade, tensão superficial e DV_{0,1}. Nos resultados indicam que as características do espectro de gotas causam maior influência na deriva do que outras características das caldas. A V100 e V50 foram as variáveis que mais influenciaram nos tratamentos. O tratamento a base de polímero vegetal apresentou maior afastamento dos demais com características de maior viscosidade, densidade, DV_{0,1} e DMV.

PALAVRAS-CHAVE: Análises de componentes principais, adjuvantes agrícolas, perdas nas pulverizações.

MULTIVARIATE ANALYSIS TO DEFINITION OF THE FACTORS AFFECTING THE DRIFTING IN AGRICULTURAL SPRAY

ABSTRACT - Multivariate analysis is important statistical tool because allow concomitant manage all the variables, summarizing the data and showing it structure with minor information loss possible. This study defined the principal adjuvant characteristics to understand the formation drift process in the agricultural spray. The multivariate model it was selection 33 adjuvants combinations and different concentration and quantified seven operational variables called of percentage of droplets smaller than 50 µm (V50) and 100 µm (V100), volume median diameter (VMD), viscosity, density, surface tension and droplet diameters for 10 cumulative spray volume. The results indicated that droplet spectral characteristics caused higher influence in drift than others spray characteristics. The V100 and V50 were the most influential variables in the treatments. The treatment vegetable based polymer showed higher separation distance of others with major viscosity, density, DV_{0,1} and DMV.

KEY WORDS: principal components analysis, agricultural adjuvants, losses in spray.

INTRODUÇÃO

A alta demanda por agrotóxicos nos sistemas agrícolas, aliada ao possível uso inadequado desses produtos, torna a deriva de pulverização um dos maiores problemas da tecnologia de aplicação de agrotóxicos, e provavelmente, um dos gargalos para a redução dos impactos ambientais da agricultura brasileira. A escolha correta de adjuvantes pode ser uma das principais práticas adotadas para minimizar os impactos negativos da deriva nas pulverizações, bem como, para permitir maior segurança e eficácia nas aplicações em condições operacionais e ambientes menos favoráveis (OLIVEIRA, 2011).

Os adjuvantes são produtos adicionados à calda de pulverização, com funções específicas. Adjuvantes “ativadores” são aqueles que melhoram diretamente a eficiência do agrotóxico aumentando a taxa de absorção pela planta. Adjuvantes “com propósitos especiais” são aqueles adicionados para reduzir os efeitos

negativos da deriva, mas não influenciam diretamente na eficiência do agrotóxico (HAZEN, 2000; McMULLAN, 2000; PENNER, 2000; TU; RANDALL, 2003).

Estudos anteriores, realizados com produtos diferentes dos usados no Brasil, demonstraram que a adição de adjuvantes modificou as propriedades físicas da calda e causou alguma alteração no risco de deriva. Essas tendências foram confirmadas tanto em experimentos em que a deriva foi medida em túneis de vento quanto em medições realizadas diretamente no campo (WALKLATE et al., 2000; BUTLER ELLIS, 2002; NUYTTENS et al., 2006). As pesquisas sobre a eficácia dos adjuvantes são crescentes em virtude de surgimento de novos produtos (OLIVEIRA, 2011). Entretanto, no Brasil, ainda são escassos os estudos em túnel de vento para avaliação da eficácia dos adjuvantes para a redução de deriva das aplicações.

Neste estudo foram definidas as principais características dos adjuvantes que contribuem para compreender o processo de formação de deriva nas pulverizações agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS:

Neste estudo foram selecionadas 33 combinações de adjuvantes em diferentes concentrações para identificar as características físicas dos adjuvantes que mais influenciam na deriva. Os diferentes adjuvantes e concentrações utilizadas no experimento são apresentados conforme suas composições e funções descritas nos rótulos ou bulas dos fabricantes (Tabela 1).

Tabela 1. Grupos funcionais de adjuvantes, composição química do componente principal (apresentada nas bulas e rótulos) e número de tratamentos de cada grupo

Grupos funcionais	Composição química do componente principal ¹	Número de Tratamentos
Redutor de deriva	Resina sintética emulsionada (T2 e T3); Polímero vegetal (T11 e T12); Látex sintético e fluído de organosilicone (T13, T14, T15, T27, T28, T31, T32); Mistura de fosfatidicolina e Ácido propiônico (T20, T21, T22); Dodecilbenzeno sulfonato de sódio e Carboximetilcelulose (T25 e T26)	16
Surfatante	Nonil Fenoxi Poli Etanol (T4 e T5); Nonil Fenol Etoxilado (T8, T9, T17 e T18); Copolímero poliéster (T10); Polioxietileno aquil fenol éter (T16); Lauril éter sulfato sódico (T29 e T30)	10
Óleo vegetal	Ésteres de ácidos graxos com glicerol (T6); Éster de ácidos graxos (T7 e T33)	03
Óleo mineral	Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos (T19); Hidrocarbonetos alifáticos (T23 e T24)	03
Água (testemunha)	Água destilada com tensão superficial de 72,6 mN m ⁻¹ (T1)	01
Total de soluções		33

¹ A citação da composição não indica a recomendação ou anuência dos autores.

As análises do espectro de gotas foram realizadas, utilizando um analisador de gotas em tempo real, com base na técnica da difração de raios laser (Mastersizer S®, versão 2.15). Para realização das análises foram formulados dois litros de solução para cada tratamento, conforme a Tabela 1. As soluções foram preparadas minutos antes de serem analisadas, sendo aplicadas com uma ponta XR8003 VK na pressão de 200 kPa gerando um padrão de gotas médias e nas mesmas condições de aplicações para todos os tratamentos. Nesta análise foi quantificado as variáveis DMV (diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor), DV_{0,1} (diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor), o percentual do volume de gotas com diâmetro menor que 50 µm (V50) e 100 µm (V100). O potencial de deriva foi avaliado por meio de ensaios em um túnel de vento projetado e validado por Moreira Júnior e Antuniassi (2010). O túnel possui

circuito aberto e seção de teste fechada com comprimento total de 4,8 m, tendo uma seção de testes quadrada de 0,56 m x 0,56 m e área útil de 0,31 m² e 2,5 m de comprimento útil, feito em madeira e produzindo um fluxo laminar de ar uniforme de 2,0 m s⁻¹ por um ventilador com motor de 180 W de potência. No experimento foi utilizado um tanque de aço inox com capacidade de 15 L para armazenamento e pressurização da calda por um cilindro de gás comprimido (CO₂), um bico com válvula anti-gotejo e uma ponta de pulverização XR8003 VK nova submetida a pressão de 200 kPa (gotas médias). Para todas as soluções utilizou-se o marcador Azul Brilhante a 0,6% (m v⁻¹). Para a coleta dos depósitos de soluções foi utilizado fios de polietileno com 2,0 mm de diâmetro e 0,56 m de comprimento útil (largura do túnel de vento), os quais foram posicionados horizontalmente e perpendicularmente ao comprimento do túnel através de furos na parede deste e fixados por presilhas colocadas na parte externa. Os fios foram posicionados nas distâncias de 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 m em relação à ponta de pulverização, referenciando-se no comprimento do túnel. Em todas as distâncias os fios foram fixados nas alturas de 0,10 e 0,20 m com relação ao piso do túnel. As condições climáticas foram monitoradas e anotadas em cada ensaio que somente foi realizado com temperatura menor que 30° C e umidade relativa maior que 50%, visando a padronização do experimento. O trabalho foi constituído de 33 tratamentos com três repetições. Estas concentrações utilizadas representam situações reais de uso em campo. Para todos os dados verificou-se a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk (P<0,05) e a homogeneidade de variância pelo teste de Levene. Foram realizadas correlações de Pearson (P<0,05) para verificar as associações entre a deriva e as demais variáveis e a análise de componentes principais (ACP) para detalhar e quantificar a importância de cada variável no potencial risco de deriva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentada a análise de componentes principais das variáveis, mostrando suas relações e contribuições nos dois fatores (F1 e F2). Observa-se que toda a variabilidade das variáveis em função de suas correlações entre si foi resumida em dois fatores que explicam 71,49% da variabilidade total dos dados. Dentro do fator 1 o DV_{0,1} (r=0,90) e DMV (r=0,85) proporcionaram as maiores contribuições e no fator 2 o V50 (r=-0,90). No lado do eixo positivo estão correlacionadas positivamente entre si e que quanto mais próximas às retas, maiores são suas correlações e no lado esquerdo estão as variáveis que são correlacionadas negativamente entre si. Observa-se interações mais próximas e positivas entre o DV_{0,1} e a viscosidade e o DMV e relação mais afastada para a densidade. O V50 e V100 apresentaram interações negativas, porém com magnitudes diferentes e mostram uma relação inversa com as demais variáveis.

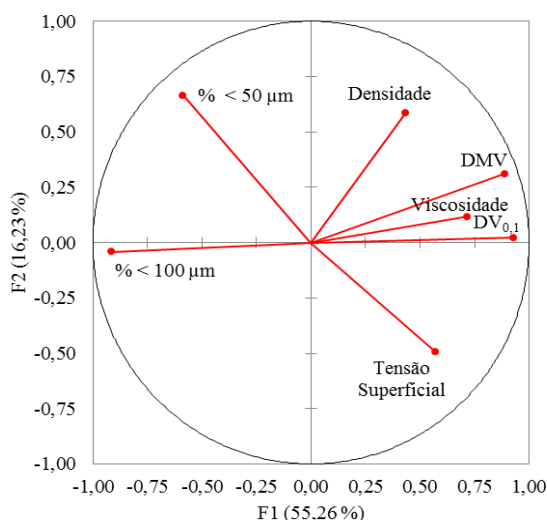


Figura 1. Análise de componentes principais (Fator 1 e Fator 2) das variáveis e a contribuição dentro dos fatores para os adjuvantes em diferentes concentrações.

Considerando o V100 e o DMV como as variáveis do espectro mais relacionadas com a deriva, a correlação gráfica da deriva com elas estão apresentadas na Figura 2. Observa-se na nuvem de dados uma correlação negativa entre a deriva e o DMV, ou seja, à medida que aumenta o DMV ocorre uma redução nos valores de deriva. Para o V100 observa-se correlação positiva, ou seja, na medida em que aumenta o V100 aumenta o potencial risco de deriva, indicando que técnicas, como a escolha correta da ponta ou o uso de adjuvantes, que reduzem o V100 podem proporcionar menores riscos de deriva. Vários pesquisadores consideram que V100 são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (MURPHY et al., 2000; OZKAN, 2000; ANTUNIASSI, 2009). Van De Zande (2008) sugere o V100 como um parâmetro para escolha do tipo de pontas para uso em campo, uma vez que o V100 apresenta uma relação linear com a deriva.

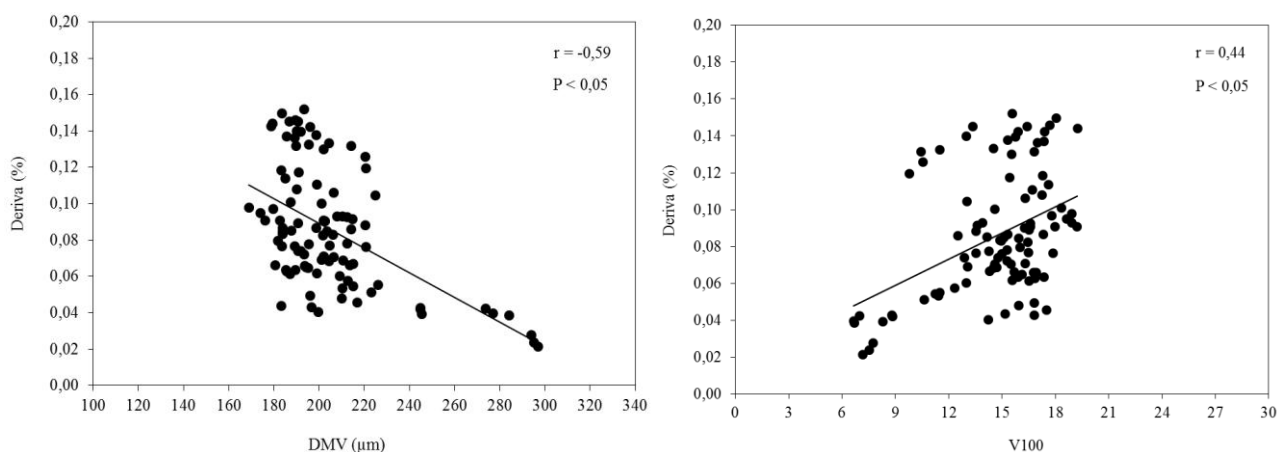


Figura 2. Correlação entre a deriva (%), DMV (µm) e V100 para os diferentes adjuvantes e concentrações.

As relações e as interações das variáveis com os tratamentos estão apresentadas na Figura 3. Verifica-se a formação de quatro grupos bem distintos, sendo os agrupamentos ou afastamentos dos adjuvantes caracterizados pelos altos ou baixos valores das variáveis avaliadas.

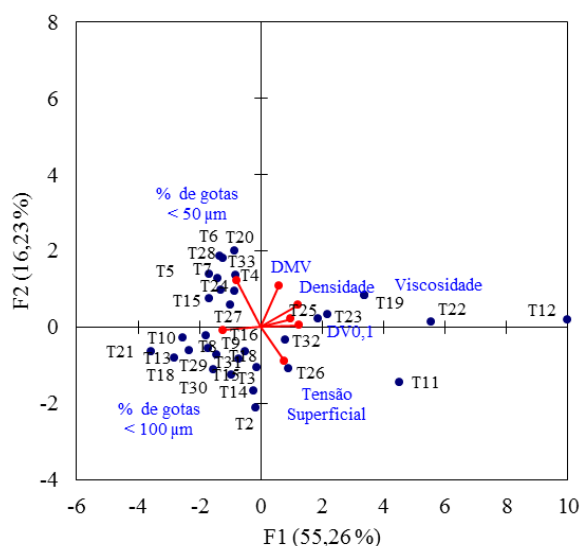


Figura 3. Representação gráfica das relações entre as variáveis físicas e as variáveis do espectro de gotas e as interações com os tratamentos.

O V100 foi a variável que mais influenciou na variabilidade dos tratamentos, seguido pelo V50. O tratamento T12 (Polímero vegetal 0,12%) apresenta maior afastamento dos demais tratamentos, caracterizado por apresentar os maiores valores de viscosidade, densidade, $DV_{0,1}$ e DMV. Nota-se maior influência da tensão superficial nos tratamentos T11 (Polímero vegetal 0,06%), T26 (Dodecilbenzeno sulfonato de sódio e Carboximetilcelulose, 0,1%) e T32 (Látex sintético e fluído de organosilicone, 0,26%).

CONCLUSÃO

As características do espectro de gotas causam maior influência na deriva do que outras características das caldas (viscosidade, densidade e tensão superficial).

O percentual de gotas menores que 100 μm e 50 μm foram as variáveis que mais influenciaram na variabilidade dos tratamentos.

O tratamento a base de polímero vegetal apresentou maior afastamentos dos demais com características de maior viscosidade, densidade, $DV_{0,1}$ e DMV.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida ao primeiro autor durante o doutoramento.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U. R. Conceitos básicos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de Pesquisa de Soja 2009**. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, v. 13, 2009. p. 299-317.
- BUTLER ELLIS, M. C.; BRADLEY, M. C. The influence of formulation on spray drift. **International Advances in Pesticide Application**, Cambridge, v. 66, p. 257-259, 2002.
- HAZEN, J. L. Adjuvants: terminology, classification, e chemistry. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, p. 773-784, 2000.
- McMULLAN, P. M. Utility adjuvants. **Weed Technology**, Champaign, v. 14, p. 792-797, 2000.
- MOREIRA JÚNIOR, O.; ANTUNIASSI, U. R. Construção e validação de um túnel de vento para ensaios de estimativa da deriva em pulverizações agrícolas. **Revista Engenharia na Agricultura**. v.25, n.3, p.118-136. 2010.
- MURPHY, S. D.; MILLER, P. C. H.; PARKIN, C. S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Camden, v. 75, p. 127-137, 2000.
- NUYTENS, D.; SCHAMPHELEIRE, D. M.; STEURBAUT, W.; BAETENS, K.; VERBOVEN, P.; NICOLAÏ, B.; RAMON, H.; SONCK, B. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. **Aspects of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 77, p. 321-329, 2006.
- OLIVEIRA, R. B. **Classificação funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Botucatu, 2011.
- OZKAN, H. E. **New nozzles for spray drift reduction**. Ohio, USA: Ohio State University, 2000. (Boletim 816-00). Disponível em: <<http://ohioline.osu.edu/aex-fact/0523.html>>. Acesso em 4 mar. 2010.
- PENNER, D. Activator adjuvants. **Weed technology**, Champaign, v. 14, p. 785-791, 2000.
- TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis: TNC, 2003. p. 1-24
- VAN DE ZANDE, J. C.; HOLTERMAN, H. J.; WENNEKER, M. Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying: identification of drift reduction class threshold nozzles. **Agricultural Engineering International**, Gainesville, v. 10, p. 12, may, 2008.
- WALKLATE, P.J.; MILLER, P.C.H.; GILBERT, A.J. Drift classification of boom sprayers based on single nozzle measurements in a wind tunnel. **Aspects of Applied Biology**. v. 57, p.49-56, 2000.