

## Resumo

A aplicação de produtos fitossanitários é uma prática que apresenta deficiências como baixa eficácia, contaminação ambiental, perdas significativas com deriva, escoamento superficial e evaporação. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento da glicerina como adjuvante na calda de pulverização terrestre, comparando-a ao óleo vegetal e à água. Os parâmetros avaliados foram diâmetro mediano volumétrico (DMV), densidade de gotas (DG) e potencial real de deriva (PRD). O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 5 x 3 (5 composições de calda e 3 volumes de aplicação). As doses de adjuvante utilizadas foram 2,0 e 2,5% (v/v) para a glicerina e para o óleo vegetal. Utilizou-se três volumes de calda (100, 150 e 200 L ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos com água + óleo vegetal reduziram os valores de DG e PRD. Os valores de DMV apresentaram relação diretamente proporcional ao volume de aplicação. A adição de glicerina proporcionou aumento na DG. A glicerina pode ser utilizada como adjuvante, contudo, estudos com concentrações menores devem ser desenvolvidos em comparação com adjuvante óleo vegetal e mineral.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação; diâmetro mediano volumétrico; densidade de gotas; potencial real de deriva

## Efecto de la adición de glicerina como un complemento a la solución de pulverización terrestre

## Resumen

La aplicación de plaguicidas es una práctica que tiene deficiencias tales como la baja eficiencia, contaminación ambiental, pérdidas significativas por deriva, escorrentía y la evaporación. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la glicerina como un complemento de la solución de pulverización terrestre, comparándolo con el aceite vegetal y agua. Los parámetros evaluados fueron el diámetro medio volumétrico (DMV), la densidad de las gotas (DG) y el potencial real de deriva (PRD). El experimento fue completamente al azar con 15 tratamientos y cuatro repeticiones en un arreglo factorial 5 x 3 (5 composiciones de la solución y 3 volúmenes de aplicación). Las dosis de complementos (adyuvante) utilizadas fueron 2,0 y 2,5% (v/v) de glicerina y aceite vegetal. Se han utilizado tres volúmenes de solución de pulverización (100, 150 y 200 L ha<sup>-1</sup>). Los tratamientos con agua + aceite vegetal han reducido los valores DG y PRD. Los valores de DMV presentaron relación directamente proporcional al volumen de aplicación. La adición de glicerina ha proporcionado aumento en la DG. Se puede usar la glicerina como complemento de solución de pulverización, sin embargo, estudios con concentraciones más bajas deben ser desarrolladas en comparación con aceite vegetal y aceite mineral.

**Palabras clave:** tecnología de aplicación; diámetro medio volumétrico; la densidad de las gotas; potencial de deriva

## Introdução

A aplicação terrestre de produtos fitossanitários é uma prática bastante comum e de grande importância, tendo em vista a grande área ocupada por lavouras no Brasil e a necessidade de

várias aplicações durante o ciclo da cultura, seja para controle de plantas daninhas, combate de insetos ou mesmo eliminação de doenças.

Tecnologia de aplicação é definida como o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionam a correta colocação do produto

Recebido em: 31 jan. 2010. Aceito para publicação em: 17 mai. 2010.

1 Engenheiro Agrícola, Universidade Estadual de Maringá, Campus do Arenito, Cidade Gaúcha, PR, Brasil. Endereço para correspondência: Rodovia PR 482, km 45, Cidade Gaúcha, PR. CEP: 87820-000. actinos@uem.br

2 Engenheiro Agrícola, Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal. arielcompagnon@gmail.com

3 Professor Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, jgcsales@uem.br

4 Professor Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Agrícola, raplopes@uem.br

*Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia* v3 n3 Set.- Dez. 2010

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1998).

SANTOS (2007) afirma que o volume de aplicação é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso, e sua definição depende do tipo de alvo a ser atingido, do tamanho das gotas, da cobertura necessária, dentre outros fatores. Além disto, o volume de aplicação influencia também na capacidade operacional, pois quanto maior o volume utilizado maior será o número de paradas para reabastecimento do pulverizador. Em média, o volume para aplicações terrestres é 120 L ha<sup>-1</sup>, porém a variação é de 100 a 300 L ha<sup>-1</sup>. O volume de aplicação é dividido em classes (Tabela 1) e tipo de cultura, sendo especificados volumes de ultra baixo a alto (SHIRATSUCHI e FONTES, 2002).

O volume de aplicação é o maior responsável por resultados não muito satisfatórios ou abaixo do esperado em aplicações de defensivos agrícolas para diferentes cultivos (AZEVEDO e FREIRE, 2006). O volume ideal é aquele que gera gotas corretas e adequadas para cada tipo de aplicação, proporciona boa deposição sobre as plantas, excelente penetração dentro do dossel, alta eficiência e minimização de perdas.

Um artifício para reduzir as perdas é a utilização de adjuvantes. Conforme OZEKI (2006), os adjuvantes são produtos inertes que são adicionados na calda de pulverização para aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície do alvo e melhorando a absorção do ingrediente ativo.

A adição de adjuvantes reduz o risco potencial de deriva e aumenta a deposição de calda no alvo em aplicações aéreas (CUNHA e CARVALHO, 2005). Os mesmos autores explicam que uma maior

deposição no alvo é apenas um indicativo, e pode não estar relacionada à maior absorção.

DEBORTOLI (2008) constatou que na aplicação de fungicida combinado com a utilização de óleo mineral como adjuvante na cultura da soja, teve uma eficiência superior ao controle sem a combinação de adjuvante tanto em condições favoráveis, como em condições desfavoráveis (chuvas) após a aplicação. O autor afirma também que, dependendo da ponta utilizada na pulverização, o controle pode ser inferior com o uso de adjuvante.

Um produto que tem se mostrado promissor como adjuvante é a glicerina, que é gerada no processo produtivo do biodiesel. Atualmente a glicerina é utilizada para diversas finalidades em várias indústrias, embora seu uso como adjuvante ainda não seja muito difundido, existem trabalhos de pesquisa que comprovam seu potencial para esta finalidade. Aliada ao potencial da glicerina como adjuvante está a quantidade produzida atualmente, que vem crescendo consideravelmente devido ao aumento na produção de biodiesel, uma vez que a glicerina é fração proporcional desse processo produtivo.

MACIEL et al. (2008) afirmam que a glicerina, apesar de se dissolver bem em água, em concentrações de 5,0 a 10% (v/v) apresenta uma calda de pulverização com pH alcalino superior a 9,0, tornando-a inviável para veiculação da grande maioria dos defensivos agrícolas, como é o caso do herbicida glyphosate entre outros, com características de ácidos fracos.

Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento da glicerina como adjuvante na aplicação terrestre de agrotóxicos comparando-a ao óleo vegetal quanto a sua influência sobre o diâmetro mediano volumétrico, densidade de gotas e potencial real de deriva.

**Tabela 1.** Classes de volume de aplicação para dois tipos de cultura.

| Classes de volumes | Volume (L ha <sup>-1</sup> ) |                   |
|--------------------|------------------------------|-------------------|
|                    | Culturas de campo            | Culturas arbóreas |
| Alto               | > 600                        | > 1000            |
| Médio              | 200 – 600                    | 500 – 1000        |
| Baixo              | 50 – 200                     | 200 – 500         |
| Muito baixo        | 5 – 50                       | 50 – 200          |
| Ultra baixo        | < 5                          | > 50              |

## Materiais e métodos

O experimento foi realizado no Campus do Arenito, no município de Cidade Gaúcha, região noroeste do estado do Paraná, situado na rodovia PR 482, km 45, com altitude média de 404 m, latitude 23°22'30" Sul e longitude 52°56'00" Oeste. O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, conforme classificação de Köppen, verões quentes com tendência de concentração das chuvas, temperatura anual média de 22 °C, invernos com geadas pouco frequentes sem estação seca definida.

A glicerina utilizada no experimento é subproduto da produção de biodiesel de soja produzido na colônia Witmarsun, localizado na BR 277, km 146, próximo à cidade de Palmeira – PR. A composição básica da glicerina é: água, catalisador alcalino, biodiesel, sabões de ácidos graxos, etanol e metanol. O óleo vegetal utilizado no experimento foi o NATUR'L ÓLEO, sua composição é 930 mL L<sup>-1</sup> de ésteres de ácidos graxos de origem vegetal e 70 mL L<sup>-1</sup> de outros ingredientes (Nonil Fenol Etoxilado). Este óleo adjuvante é classificado como espalhante adesivo. A água utilizada no experimento foi obtida de um poço artesiano no Campus do Arenito.

Para a coleta das amostras de pulverização, foram utilizados coletores de papel hidrossensível (OZEKI, 2006). Esses papéis são impregnados com o corante azul de bromofenol, que na sua forma não-ionizada apresenta coloração amarela. A água, entretanto, ioniza a substância, e esta adquire uma forte coloração azul (CHAIM et al., 1999).

Para a verificação das condições climáticas no momento dos ensaios usou-se um termo-higro-anemômetro digital Kestrel 3000, onde os valores de cada variável foram verificados instantaneamente.

Para tracionar e acionar o pulverizador foi

utilizado um trator da marca Massey Ferguson, modelo MF283, com potência no motor de 63,00 kW (85 cv) com tração dianteira auxiliar (TDA). O pulverizador utilizado foi do tipo tratorizado montado, da marca Montana, Modelo Montana 600, com capacidade do tanque de 600 L, com barra de 12 m equipadas com bicos Magno ADGA 02 do tipo leque plano espaçados 0,50 m entre si. A Tabela 2 apresenta as características técnicas do bico (MAGNOJET, 2009).

Foi utilizado um computador compatível com PC-IBM, com sistema operacional Windows, para a execução dos programas computacionais (e-Sprinkle Sadgna, DropCap, Sisvar) e scanner com resolução de 1200 dpi marca Genius Color Page modelo Vivid3x, para digitalizar as imagens dos coletores hidrossensíveis.

O programa computacional e-Sprinkle Sadgna 2005, produzido e comercializado pela Ablevision Sistemas Computacionais LTDA, com tecnologia transferida pela EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, em parceria com a Universidade Federal de São Carlos e o Instituto Agrônomo de Campinas, foi utilizado para realizar as análises dos parâmetros de pulverização (diâmetro mediano volumétrico [DMV], densidade de gotas [DG] e potencial real de deriva [PRD]). O programa computacional DropCap acompanha o programa e-Sprinkle e foi utilizado para capturar as imagens dos cartões hidrossensíveis.

Também foram utilizados outros materiais como: trena para medir o espaçamento entre coletores, altura de aplicação e altura dos coletores; proveta para medição de volume no momento da calibração do pulverizador e dosagem dos adjuvantes; cronômetro para medir o tempo no momento da calibração do pulverizador.

O produto avaliado foi a glicerina, nas doses

**Tabela 2.** Características técnicas do bico ADGA 02.

| Cor     | Descrição | Pressão<br>(lbf pol <sup>-2</sup> ) | Vazão<br>(L min <sup>-1</sup> ) | Velocidade (km h <sup>-1</sup> )* |     |     |     |     |     |     |
|---------|-----------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         |           |                                     |                                 | 4                                 | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Amarelo | BD-02     | 30                                  | 0,66                            | 198                               | 158 | 132 | 113 | 99  | 88  | 79  |
|         | AD-02     | 45                                  | 0,82                            | 246                               | 197 | 164 | 141 | 123 | 109 | 98  |
|         | ADGA-02   | 60                                  | 0,95                            | 285                               | 228 | 190 | 163 | 143 | 127 | 114 |
|         | Malha 50  |                                     |                                 |                                   |     |     |     |     |     |     |

\*Os valores de vazão em (L ha<sup>-1</sup>) são referentes a espaçamento de 0,5 m entre bicos.

de 2,0 e 2,5% (v/v). A glicerina foi comparada com o óleo vegetal NATUR'L ÓLEO, que é usado comercialmente como adjuvante e também com um tratamento testemunha composto de apenas água (água 100%). As proporções de glicerina e de óleo vegetal adicionadas à calda de pulverização foram iguais.

Para a deposição de gotas, foram colocados três coletores de papel hidrossensível distribuídos transversalmente à linha de aplicação ao longo da barra de pulverização. Estes coletores foram espaçados entre si de 4,2 m.

A linha de coletor (papel hidrossensível) foi avaliada 10 m após o início da pulverização, para garantir a estabilização da pressão do pulverizador e da velocidade de deslocamento do trator (Figura 1a). Os coletores foram identificados, da esquerda para a direita, com as siglas C1, C2, C3 (Figura 1b).

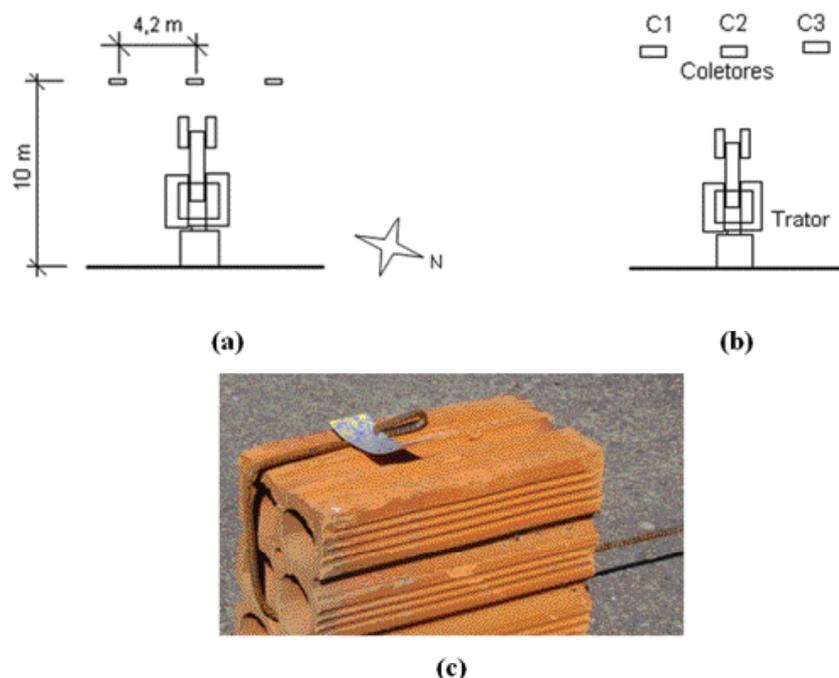
O pulverizador foi calibrado para aplicar volumes de aplicação de 100, 150 e 200 L ha<sup>-1</sup>, e regulado para aplicar a uma altura de 0,50 m dos coletores, conforme descrito por RAMOS et al. (2004). No momento da realização dos ensaios a pressão do pulverizador foi de 27,58 kPa (40 lbf pol

<sup>2</sup>), pressão essa que está dentro dos limites técnicos do bico. Os coletores de papel hidrossensível foram fixados com sua face sensível a água voltada para cima a uma altura de 0,15 m do solo por meio de suportes metálicos (Figura 1c).

Após cada aplicação, foi aguardado um tempo de um minuto para que as gotas depositadas sobre os coletores secassem e assim esses foram envolvidos individualmente, com papel alumínio e acomodados em caixa hermética para não absorverem umidade do ambiente.

Em seguida os coletores foram digitalizados individualmente pelo scanner com o auxílio do programa computacional DropCap, e os parâmetros densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>), diâmetro mediano volumétrico (µm) e potencial real de deriva (%) foram avaliados pelo programa computacional e-Sprinkle.

O experimento foi composto por 15 (quinze) tratamentos, os quais são apresentados na Tabela 3, dispostos em esquema fatorial 5x3 (5 composições de calda e 3 volumes de aplicação), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A análise de variância foi realizada pelo teste F e o desdobramento pelo teste de Scott-knott em



**Figura 1.** Posicionamento do conjunto mecanizado e papel hidrossensível (a), identificação dos coletores de papel hidrossensível (b) e suportes metálicos (c).

**Tabela 3.** Tratamentos utilizados no experimento.

| Tratamentos | Composição               | Volumes de aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--------------------------|--|
| T1          | Água 100%                |  |
| T2          | Água + Óleo Vegetal 2,0% |  |
| T3          | Água + Óleo Vegetal 2,5% | 100  |
| T4          | Água + Glicerina 2,0%    |  |
| T5          | Água + Glicerina 2,5%    |  |
| T6          | Água 100%                |  |
| T7          | Água + Óleo Vegetal 2,0% |  |
| T8          | Água + Óleo Vegetal 2,5% | 150  |
| T9          | Água + Glicerina 2,0%    |  |
| T10         | Água + Glicerina 2,5%    |  |
| T11         | Água 100%                |  |
| T12         | Água + Óleo Vegetal 2,0% |  |
| T13         | Água + Óleo Vegetal 2,5% | 200  |
| T14         | Água + Glicerina 2,0%    |  |
| T15         | Água + Glicerina 2,5%    |  |

*As porcentagens da composição de glicerina e óleo vegetal são consideradas em função do volume da calda por volume de produto (v/v).*

nível de 5% de significância, por meio do programa computacional estatístico SISVAR 4.6.

## Resultados e discussão

Na Tabela 4, são apresentados os valores médios das condições climáticas durante a realização dos ensaios obtidos da estação meteorológica automática do INMET (2009).

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios das condições climáticas obtidos com o termo-higro-anemômetro digital durante a realização dos ensaios a campo. Verifica-se que somente alguns valores de velocidade de vento (T5, T10, T15) estão abaixo dos recomendados por ANTUNIASSI (2005) e OZEKI (2006).

Com exceção do tratamento Água (A), todos os tratamentos apresentaram acréscimo nos valores de DMV com aumento dos volumes de calda (Figura 2).

Verificam-se diferenças estatísticas para volume de aplicação e composição de calda. Pelos valores médios de DMV, nota-se que estes são proporcionais aos volumes de calda (Vc), ou seja, quanto maior o volume de aplicação maior o valor médio do DMV, assim o maior valor obtido foi para o volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (858,8 µm). Para as composições de calda, maiores valores médios de DMV foram obtidos para as caldas AO2,0 (848,1 µm) e AO2,5 (819,2 µm) (Tabela 6).

Para a composição de calda AG2,5 e AO2,0 os valores de DMV nos volumes de aplicação 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> foram superiores ao volume de aplicação

**Tabela 4.** Condições climáticas médias durante os ensaios.

| Dia/horário         | Temperatura (°C) | Umidade relativa (%) | Velocidade do vento (m s <sup>-1</sup> ) | Direção (°) <sup>1</sup> |
|---------------------|------------------|----------------------|--|--------------------------|
| 04/08-10:30/11:30*  | 14,56            | 72,17                | 1,23                                     | 116,00                   |
| 04/08-14:00/15:30** | 22,87            | 52,67                | 2,00                                     | 86,00                    |
| 07/08-0:00/11:15*** | 21,23            | 80,00                | 0,57                                     | 129,00                   |

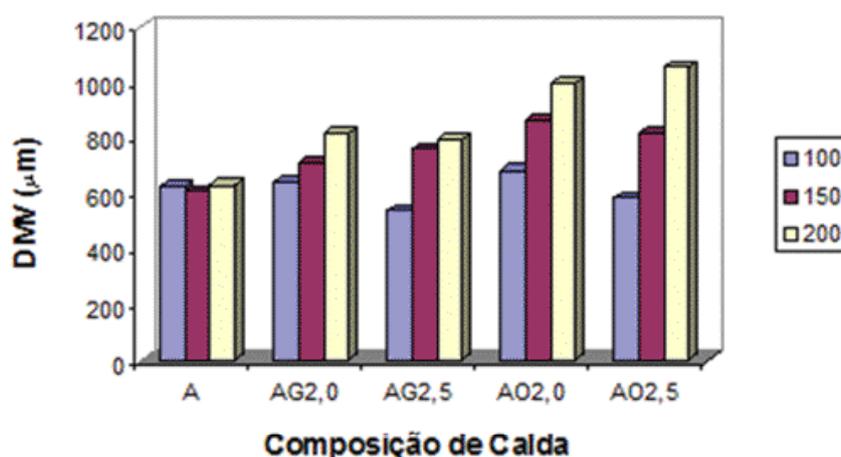
*Dados da estação de superfície automática, Cidade Gaúcha-PR, coordenadas: 23°21'33"S, 52°55'53"W. \* referente aos tratamentos T1, T4, T6, T9, T11 e T14. \*\* referente aos tratamentos T5, T10, T15. \*\*\* referentes aos tratamentos T2, T3, T7, T8, T12, e T13.*

*1 A direção do vento refere-se à medida em graus a partir do Norte geográfico à direita.*

**Tabela 5.** Condições climáticas observadas durante os ensaios.

| Tratamento | Umidade Relativa (%) | Vel. Vento (m.s-1) | Temperatura (°C) | Tratamento | Umidade Relativa (%) | Vel. Vento (m.s-1) | Temperatura (°C) |
|------------|----------------------|--------------------|------------------|------------|----------------------|--------------------|------------------|
| T1**       | 51,00                | 1,11               | 21,00            | T9**       | 50,00                | 1,05               | 25,5             |
| T2*        | 77,00                | 0,97               | 25,80            | T10***     | 52,00                | 0,61               | 28,20            |
| T3*        | 77,00                | 0,97               | 25,80            | T11**      | 51,00                | 0,97               | 24,00            |
| T4**       | 50,00                | 0,94               | 25,00            | T12*       | 77,00                | 0,97               | 25,80            |
| T5***      | 51,00                | 0,55               | 27,00            | T13*       | 77,00                | 0,97               | 25,80            |
| T6**       | 51,00                | 0,97               | 23,00            | T14**      | 50,00                | 0,97               | 26,00            |
| T7*        | 77,00                | 0,97               | 25,80            | T15***     | 52,00                | 0,58               | 28,00            |
| T8*        | 77,00                | 0,97               | 25,80            |            |                      |                    |                  |

\* Ensaio realizado no dia 07/08/2009 no horário das 10:00h às 11:15h. \*\* Ensaio realizado no dia 04/08/2009 no horário das 10:30h às 11:30h. \*\*\* Ensaio realizado no dia 04/08/2009 no horário das 14:00h às 15:30h. Dados obtidos com termo-hígro-anemômetro digital.



**Figura 2.** Valores médios de diâmetro mediano volumétrico ( $\mu\text{m}$ ).

de 100 L ha<sup>-1</sup>. Para AO2,5 o DMV foi diretamente proporcional aos volumes de calda.

Analisando os valores de DMV para as composições de calda dentro dos volumes de aplicação (análise da linha), verifica-se que maiores valores de DMV foram obtidos para as caldas AO2,0 e AO2,5 (997,8  $\mu\text{m}$  e 1055,8  $\mu\text{m}$  respectivamente) associadas ao volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Analisando os valores de DMV para os volumes de aplicação dentro das composições de calda (análise na coluna), nota-se que os volumes de aplicação de 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionaram maiores valores de DMV para as caldas AG2,5 e AO2,0, contudo, apenas o volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior valor de DMV para a calda AO2,5. Verifica-se também que para o volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> os tratamentos em que

utilizou-se o adjuvante óleo vegetal os valores de DMV foram maiores estatisticamente que os demais tratamentos.

Para os volumes de calda (100, 150, 200 L ha<sup>-1</sup>) não houve diferença significativa nos valores de DMV, com o aumento da concentração de adjuvante glicérico. O mesmo comportamento observa-se para o adjuvante óleo vegetal.

Pela Figura 2, observa-se que para o tratamento AO2,5 o valor do DMV aumentou proporcionalmente com o aumento do volume de aplicação, ou seja, quanto maior o volume de aplicação maior o DMV.

Pelos valores de DMV (Tabela 6), segundo OZEKI (2006) as gotas resultantes da operação de pulverização podem ser classificadas como muito grossas, com exceção dos tratamentos AG2,5 e

**Tabela 6.** Valores médios de diâmetro mediano volumétrico para composição e volume de calda.

| Volume de Calda (L ha <sup>-1</sup> ) | Diâmetro Mediano Volumétrico-DMV (µm) |          |          |          |           | Médias (Vc) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-------------|
|                                       | A                                     | AG2,0    | AG2,5    | AO2,0    | AO2,5     |             |
| 100                                   | 627,6 Aa                              | 641,1 Aa | 538,5 Ba | 684,9 Ba | 585,6 Ca  | 615,5 C     |
| 150                                   | 610,8 Aa                              | 711,8 Aa | 757,2 Aa | 861,5 Aa | 816,1 Ba  | 751,5 B     |
| 200                                   | 631,0 Ab                              | 816,9 Ab | 792,5 Ab | 997,8 Aa | 1055,8 Aa | 858,8 A     |
| Médias (Cc)                           | 623,2 b                               | 723,3 b  | 696,1 b  | 848,1 a  | 819,2 a   |             |

Coeficiente de variação (CV): 29,32%

Vc = Volume de calda aplicada (L ha<sup>-1</sup>); Cc = Composição de calda (v/v); A = Água (100%); AG2,0 = Água (98,0%) + Glicerina (2,0%); AG2,5 = Água (97,5%) + Glicerina (2,5%); AO2,0 = Água (98%) + Óleo Vegetal (2,0%); AO2,5 = Água (97,5%) + Óleo Vegetal (2,5%). Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott e pelo teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade.

AO2,5 associados ao volume de calda de 100 L ha<sup>-1</sup>, que podem ser classificadas como grossas. Para VELLOSO et al. (1984), diâmetros próximos a 100 µm são próprios para a distribuição de fungicidas e inseticidas, enquanto gotas de 200 a 300 µm são próprias para aplicações com herbicidas. Considerando esta indicação, os valores obtidos na Tabela 6 não são recomendados para os mesmos.

MÁRQUEZ (1997), afirma que gotas maiores que 800 µm tendem a escorrer da superfície das folhas, situação que ocorre nos tratamentos AG2,0, AO2,0, AO2,5 aplicados com volume de 200 L ha<sup>-1</sup> e para os tratamentos AO2,0 e AO2,5 aplicados com volume de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Na Tabela 7 e Figura 3 são apresentados os valores de densidade de gotas para os tratamentos composição de calda e volume de calda.

Pela Figura 3, observa-se que a calda água 100% (A) aumentou os valores de DG com os volumes de calda. Nos tratamentos AG2,0 e AG2,5, o volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup> apresentou valores superiores de DG. Já nos tratamentos AO2,0 e AO2,5

apresenta valores reduzidos de DG independente do volume de aplicação.

Pela Tabela 7, verifica-se que houve diferença estatística entre os tratamentos volume de calda e composição de calda. Para os volumes de aplicação, os maiores valores médios de densidade de gotas foram obtidos para os volumes de 150 e 200 L ha<sup>-1</sup>, (164,3 gotas cm<sup>-2</sup>) e (161,6 gotas cm<sup>-2</sup>), respectivamente.

Para as composições de calda, os maiores valores médios de densidade de gotas foram obtidas para AG2,0 (178,7 gotas cm<sup>-2</sup>) e AG2,5 (182,5 gotas cm<sup>-2</sup>). Para os tratamentos A, AG2,5 e AO2,5 os valores de densidade de gotas para os volumes de 150 e 200 L ha<sup>-1</sup> foram superiores estatisticamente ao volume de 100 L ha<sup>-1</sup>. Verifica-se também que para o tratamento AG2,0 o volume de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior densidade de gotas em relação aos volumes de aplicação de 100 e 200 L ha<sup>-1</sup>.

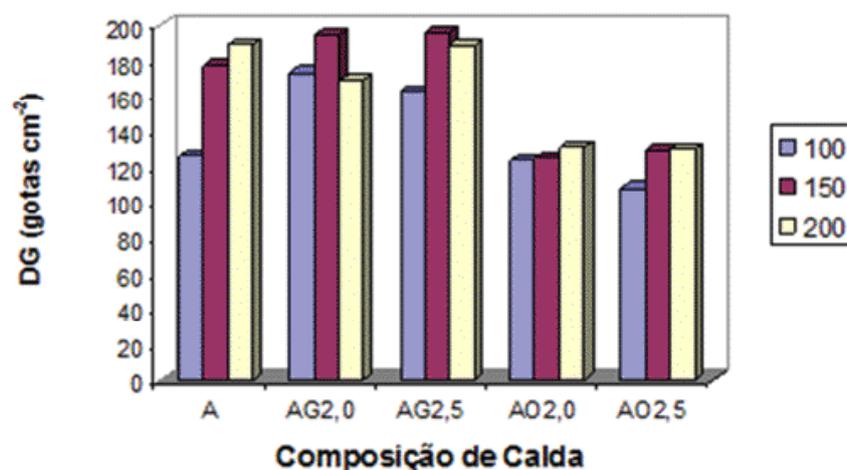
Para o volume de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup> maiores valores de densidade de gotas foi obtida nos tratamentos com adição de glicerina (AG2,0 e AG2,5). Para os volumes de aplicação de 150 e 200 L

**Tabela 7.** Valores médios de densidade de gotas para composição e volume de calda.

| Vol. Calda (L ha <sup>-1</sup> ) | Densidade de Gotas-DG (gotas cm <sup>-2</sup> ) |          |          |          |          | Médias (Vc) |
|----------------------------------|---|----------|----------|----------|----------|-------------|
|                                  | A   | AG2,0    | AG2,5    | AO2,0    | AO2,5    |             |
| 100                              | 125,8 Bb  | 173,2 Ba | 162,9 Ba | 124,1 Ab | 108,2 Bb | 138,8 B     |
| 150                              | 177,2 Aa  | 194,0 Aa | 196,0 Aa | 124,8 Ab | 129,7 Ab | 164,3 A     |
| 200                              | 189,1 Aa  | 168,8 Ba | 188,7 Aa | 131,3 Ab | 129,9 Ab | 161,6 A     |
| Médias (Cc)                      | 164,1 b   | 178,7 a  | 182,5 a  | 126,7 c  | 122,6 c  |             |

Coeficiente de variação (CV): 16,11%

Vc = Volume de calda aplicada (L ha<sup>-1</sup>); Cc = Composição de calda (v/v); A = Água (100%); AG2,0 = Água (98,0%) + Glicerina (2,0%); AG2,5 = Água (97,5%) + Glicerina (2,5%); AO2,0 = Água (98%) + Óleo Vegetal (2,0%); AO2,5 = Água (97,5%) + Óleo Vegetal (2,5%). Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott e pelo teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade.



**Figura 3.** Valores médios de densidade de gotas (gotas cm<sup>-2</sup>).

ha<sup>-1</sup> menores valores de densidade de gotas foi obtido para os tratamentos AO2,0 e AO2,5.

Pela Tabela 7, observa-se que para os volumes de calda (100, 150, 200 L ha<sup>-1</sup>) não houve diferença significativa nos valores de DG, com o aumento da concentração de adjuvante glicerina. O mesmo comportamento observa-se para o adjuvante óleo vegetal. Os valores de DG apresentados na Tabela 7 estão acima dos recomendados por RAMOS et al. (2004) para a aplicação de inseticidas, herbicidas e fungicidas.

Na Tabela 8 e Figura 4 são apresentados os valores de potencial real de deriva (%) para os tratamentos volume de calda e composição da calda. Segundo GRANATO (2008), valores de potencial real de deriva menores são mais vantajosos, pois indicam que a probabilidade de ocorrência de deriva

é menor. Pela Figura 4, observa-se que, com exceção do tratamento AO2,0, todos os demais reduziram o PRD com aumento do volume de calda.

Pela Tabela 8, verifica-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos volume de calda e composição de calda. Nota-se que entre os volumes de aplicação, o melhor resultado foi obtido para 200 L ha<sup>-1</sup> (1,3%) e para as caldas os melhores resultados foram obtidos para as caldas AO2,0 (0,5%) e AO2,5 (0,6%).

Verifica-se que para o tratamento AG2,0 menor potencial real de deriva foi obtido para volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (1,2%). Verifica-se também que para os tratamentos A e AG2,5 menores valores de potencial real de deriva foram proporcionados pelos volumes de aplicação de 150 e 200 L ha<sup>-1</sup>.

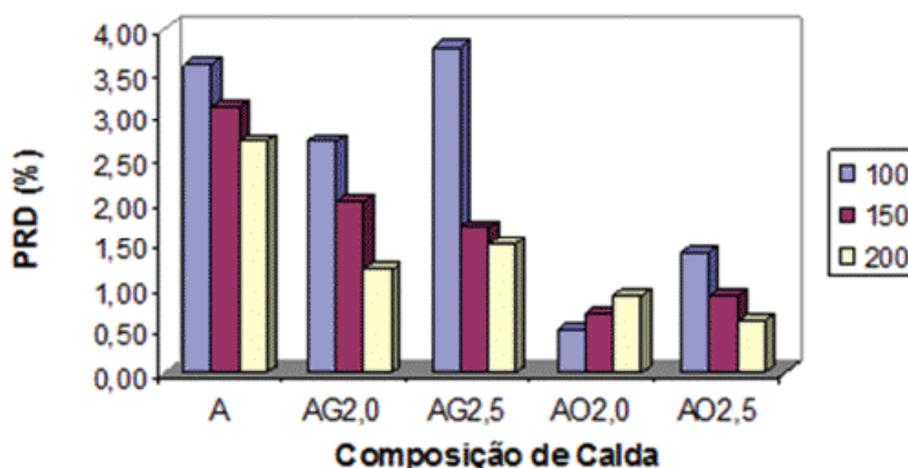
Pela Tabela 7 verifica-se também que para os

**Tabela 8.** Valores médios do potencial real de deriva para composição e volume de calda.

| Volume de Calda (L ha <sup>-1</sup> ) | Potencial Real de Deriva-PRD (%) |        |        |        |        | Médias (Vc) |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                                       | A                                | AG2,0  | AG2,5  | AO2,0  | AO2,5  |             |
| 100                                   | 3,6 Aa                           | 2,7 Ab | 3,8 Aa | 0,5 Ac | 1,4 Ac | 2,5 A       |
| 150                                   | 3,1 Ba                           | 2,0 Ab | 1,7 Bb | 0,7 Ac | 0,9 Ac | 1,6 B       |
| 200                                   | 2,7 Ba                           | 1,2 Bb | 1,5 Bb | 0,9 Ac | 0,6 Ac | 1,3 C       |
| Médias (Cc)                           | 3,1 a                            | 2,0 b  | 2,3 b  | 0,7 c  | 0,9 c  |             |

Coefficiente de variação (CV): 48,93%

Vc = Volume de calda aplicada (L ha<sup>-1</sup>); Cc = Composição de calda (v/v); A = Água (100%); AG2,0 = Água (98,0%) + Glicerina (2,0%); AG2,5 = Água (97,5%) + Glicerina (2,5%); AO2,0 = Água (98%) + Óleo Vegetal (2,0%); AO2,5 = Água (97,5%) + Óleo Vegetal (2,5%). Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott e pelo teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade.



**Figura 4.** Valores médios de potencial real de deriva (%).

três volumes de aplicação utilizados no trabalho (100, 150 e 200 L ha<sup>-1</sup>), os menores valores de potencial real de deriva foram obtidos nos tratamentos em que houve adição de óleo vegetal (AO2,0 e AO2,5).

Contudo, os tratamentos em que houve adição de glicerina proporcionaram valores de potencial real de deriva melhores que os tratamentos onde não houve adição de adjuvante exceto para a composição de calda AG2,5 associada ao volume de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup>, onde o resultado não diferiu estatisticamente com o resultado do tratamento em que não houve adição de adjuvante para o mesmo volume de aplicação. Estes resultados corroboram com GRANATO (2008), que observou redução no potencial real de deriva com a adição de adjuvante óleo vegetal em pulverização aérea.

Para a concentração de adjuvante de 2,5%, o PRD foi menor para o tratamento com adjuvante óleo vegetal, resultado semelhante foi obtido por ANTONIEL (2010), que também observou redução no PRD para as mesmas concentrações.

## Conclusões

A adição de glicerina proporcionou aumento na densidade de gotas.

A composição de calda água 100% (A) apresentou comportamento inversamente proporcional de diâmetro de gotas (DG) e diretamente proporcional de potencial real de deriva (PRD) com o volume de calda.

Nos tratamentos com glicerina e óleo vegetal, o diâmetro mediano volumétrico (DMV) apresentou relação direta com o volume de calda, independente da concentração usada.

A composição água + óleo vegetal, independente da concentração, reduziu os valores de DG e PRD independente do volume de calda aplicado.

A glicerina pode ser utilizada como adjuvante nas concentrações estudadas.

## Referências

Apresentadas no final da [versão em inglês](#).

