

# QUALIDADE DA APLICAÇÃO DE INSETICIDA EM AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.), COM E SEM ADJUVANTES NA CALDA, SOB CHUVA SIMULADA

## QUALITY OF INSETICIDE APPLICATION ON PEANUT (*Arachis hypogaea* L.) WITH AND WITHOUT ADJUVANTS IN THE SPRAYING LIQUID, UNDER SIMULATED RAIN

Marcelo da Costa FERREIRA<sup>1</sup>; Olinto LASMAR<sup>2</sup>; Sergio Tadeu DECARO JUNIOR<sup>3</sup>; Samira Scaff NEVES<sup>3</sup>; Letícia Henrique de AZEVEDO<sup>4</sup>

1. Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. mdacosta@fcav.unesp.br; 2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Entomologia Agrícola - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Engenheiro (a) Agrônomo (a), Mestrando (a) do Programa de Produção Vegetal - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 4. Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Entomologia Agrícola - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

**RESUMO:** O trabalho objetivou avaliar os perfis de distribuição volumétrica, o diâmetro de gotas, a tensão superficial, o ângulo de contato de gotas e a deposição de calda de pulverização sobre folhas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à chuva artificial, em comparação à deposição sem chuva, usando-se dois modelos de pontas hidráulicas de jatos planos e caldas inseticidas com e sem adição de adjuvantes. Utilizou-se mesa de deposição para análise da distribuição volumétrica, analisador de partículas a laser para avaliar o diâmetro de gotas formadas pelas pontas SF 110015 e XR 110015 e tensiômetro para as análises de tensão e ângulo de contato de gotas. As caldas avaliadas foram: água, lambda-cialotrina, lambda-cialotrina + tributilcitrato + polidimetilsiloxano e lambda-cialotrina + óleo mineral. Os ensaios seguiram um delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as comparações das médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Concluiu-se que deve ser considerado um espaçamento máximo na barra de pulverização de 50 e 90 cm entre as pontas, para SF 110015 e XR 110015, respectivamente. O efeito dos adjuvantes no diâmetro de gotas depende da ponta de pulverização e do produto empregado, sendo que a adição dos adjuvantes à calda afetou o risco potencial de deriva; O Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) das gotas produzidas pelas pontas enquadraram-se na classe fina e não foram influenciados pelos adjuvantes. O tributilcitrato + polidimetilsiloxano pode ser indicado para melhorar a cobertura e deposição de gotas no alvo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologia de aplicação. Pulverização. Tripes. Gotas. Distribuição.

### INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea*) possui expressiva participação dentre as culturas oleaginosas mais plantadas no mundo, com produção de 35 milhões de toneladas na safra 2011/12, e consumo per capita de 5 kg habitante<sup>-1</sup> ao ano (AGRIANUAL, 2012). É utilizado principalmente na produção de óleo comestível, confeitos, doces e pastas ou para o consumo como grão *in natura*. Os grãos contêm aproximadamente 20 a 25% de proteína de alta qualidade, 45% de óleo, 10 a 16% de carboidratos, 6 a 8% de água, 3 a 4% de fibras e 1 a 2% de minerais (MORAES et al., 2007).

Na safra 2011/2012 foram produzidas no Brasil 223 mil toneladas de amendoim, sendo o Estado de São Paulo o principal produtor, atendendo a demanda brasileira com cerca de 178,4 mil toneladas em uma área plantada de aproximadamente 57 mil hectares. As regiões Nordeste, Sul e Centro-Oeste, contribuíram com 14% da produção nacional (AGRIANUAL, 2012).

Apesar da expressiva produção de amendoim no Brasil, em especial no Estado de São Paulo, a cultura enfrenta alguns problemas fitossanitários decorrentes principalmente da ocorrência de insetos, patógenos e plantas daninhas.

Dentre os insetos alvos, os tripes *Enneothrips flavens* e *Caliothrips brasiliensis* (Thysanoptera: Thripidae) são considerados os mais importantes devido aos prejuízos que causam e pela ocorrência generalizada na cultura, chegando à níveis populacionais elevados (CALCAGNOLO et al., 1974; GALLO et al., 2002).

Nos últimos anos, visando um controle químico mais eficiente de insetos, os produtores têm utilizado inseticidas mais modernos, como os neonicotinóides, que interferem com o receptor de acetilcolina dos insetos (SENN et al., 2000b). Apesar dos avanços químicos das moléculas, o número de pulverizações nas culturas ainda é considerado excessivo (MORAES et al., 2005), e por se tratar de uma questão econômica e ambiental, merece atenção por parte dos

envolvidos, sejam eles produtores, pesquisadores ou representantes das indústrias químicas.

Nesse contexto, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários torna-se a ferramenta dentro do processo produtivo na cultura do amendoim, que preconiza a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, quando e se necessário, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990).

Os fatores envolvidos em uma correta aplicação de produtos fitossanitários correspondem ao conhecimento do alvo em questão, a correta escolha do produto, da ponta de pulverização adequada que produzirá o tamanho de gota e vazão necessários. Deve-se conhecer as condições de clima no momento da aplicação, bem como o estágio de desenvolvimento da cultura, do hospedeiro e a relação entre eles (CHRISTOFOLETTI, 1997). Uma vez preparada a calda de aplicação, pode-se fazer uso de adjuvantes, os quais são capazes de elevar a eficiência da aplicação e facilitar a chegada do ingrediente ativo em seu respectivo alvo (KISSMANN, 1997).

Segundo Butler Ellis (2004), nas pontas de pulverização de jato plano pode haver redução do tamanho e velocidade de gotas a partir de soluções contendo surfatantes, ao passo que as emulsões podem aumentar essas características. Todavia não se pode generalizar esse comportamento para todas as situações e para todos os modelos de pontas comercializadas, uma vez que a formação da gota não se passa da mesma forma entre modelos defletores e convencionais, por exemplo, mesmo ambos sendo de jato plano.

Estudos sobre a interferência das propriedades físicas dos líquidos na formação das gotas são imprescindíveis. Entretanto, são estudos complexos devido a existir uma ampla diversidade de pontas de pulverização sendo comercializadas, com suas respectivas recomendações de trabalho.

A época de cultivo do amendoim no Brasil coincide com o período de chuvas que, para a região Sudeste, iniciam-se em geral entre os meses de outubro e novembro e cessam entre março e abril, podendo influenciar significativamente a eficácia das aplicações, caso o ingrediente ativo dos produtos fitossanitários seja lavado das folhas sem ter exercido sua função biológica (KASAI & DEUBER, 2011).

Para que um ingrediente ativo possa ser mais eficientemente aproveitado em uma pulverização, considerando as chuvas, deve-se melhorar a interação das gotas em contato com o alvo, através do uso de adjuvantes capazes de

reduzir a tensão superficial do líquido, promovendo maior efeito molhante, espalhante e penetrante (GREEN; HAZEN, 1998).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros qualitativos da aplicação de calda inseticida com, e sem a adição de adjuvantes, em plantas de amendoim (*Arachis hypogaea*), variando dois modelos de pontas de pulverização de jato plano sob condição de chuva simulada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos meses de outubro e novembro de 2011, nas instalações do Departamento de Fitossanidade do Câmpus de Jaboticabal - SP, UNESP, constando de quatro experimentos distintos para as análises de: perfil de distribuição volumétrica, diâmetro de gotas e deposição de marcador em folhas de amendoim com e sem chuva simulada, utilizando-se dois modelos de pontas hidráulicas de jatos planos (SF110015 e XR110015, TeeJet®), além das análises de tensão superficial e ângulo de contato de gotas em superfície natural e artificial.

As caldas utilizadas em todos os experimentos foram: água como testemunha; lambda-cialotrina (Karate Zeon 50 CS - Syngenta) na dosagem de 100 mL de produto comercial (p.c.) 100 L<sup>-1</sup>; lambda-cialotrina + tributílcitrat + polidimetilsiloxano (Vertex RS - Fertec) na dosagem de 100 + 20 mL de p.c. 100 L<sup>-1</sup> e lambda-cialotrina + óleo mineral (Argenfrut - Agrovant) na dosagem de 100 + 250 mL de p.c. 100 L<sup>-1</sup>.

Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com variações quanto ao número de fatores das interações e do número de repetições, sendo que para o estudo da distribuição volumétrica adotou-se um esquema fatorial 4 x 2 (caldas x pontas) com 6 repetições (3 exemplares e 2 leituras), para o diâmetro de gotas adotou-se um esquema 4 x 2 (caldas x pontas) com 15 repetições (3 exemplares e 5 leituras), para a tensão superficial e ângulo de contato de gotas utilizou-se esquema fatorial 4 x 2 (caldas x superfícies) com 5 repetições e por fim no teste de deposição adotou-se um esquema fatorial 4 x 2 x 2 (caldas x pontas x condição de chuva) com 4 repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

### Distribuição volumétrica

A avaliação da distribuição de calda pulverizada pelos modelos de pontas hidráulicas SF 110015 e XR 80015, com a pressão de 206,85 KPa, foi obtida através do uso de uma mesa coletora construída de acordo com as especificações da ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (1976) para testes de pontas de pulverização.

As pontas de pulverização foram posicionadas no centro da mesa, de modo que o jato foi lançado na posição vertical, a 50 cm de altura. O perfil de distribuição volumétrica foi avaliado para duas pontas de pulverização com três exemplares cada. As caldas utilizadas foram as mesmas citadas anteriormente.

O limite máximo de 90% no maior volume coletado foi utilizado como base para cessar a pulverização. Em seguida, registrou-se o volume de calda contido em cada coletor para elaborar o perfil de distribuição volumétrica das quantidades médias coletadas nas duas repetições para cada calda e pontas de pulverização. Esse perfil foi usado para calcular, em planilha eletrônica, os padrões de distribuição volumétrica, simulando sobreposições do jato aplicado em diferentes espaçamentos entre pontas individuais, numa barra de pulverização. O perfil de distribuição volumétrica obtido foi elaborado para os espaçamentos de 40, 50, 60, 70, 80 e 90 cm entre bicos na barra, para a sugestão de um possível espaçamento adequado, respeitando o valor de 10% para o coeficiente de variação. Estabeleceu-se a equação de regressão considerando a relação do espaçamento entre bicos e seus respectivos coeficientes de variação.

### Diâmetro de gotas

A análise do espectro de gotas foi realizada de forma direta, pelo método da difração de raio laser, utilizando-se um analisador de partículas (Mastersizer S<sup>®</sup>, Malvern Instruments Co.), que se baseia no desvio da luz após o choque dessa com as gotas, em que o diâmetro das gotas é inversamente proporcional ao ângulo do desvio sofrido pela luz (FERNANDES et al., 2007). O bico de pulverização foi instalado a 40 cm do feixe de laser, e foi movimentado 45° para a direita e para a esquerda com o intuito de que todo o jato atravessasse o feixe. Para manter a pressão constante, utilizou-se de ar comprimido controlado com regulador de pressão de precisão, operado manualmente, munido de manômetro analógico calibrado para a função.

As condições ambientais médias no momento de realização dos experimentos foram: temperatura do ar de 26°C, umidade relativa do ar

de 55%, ausência de ventos e luminosidade externa, uma vez que as análises foram realizadas com as luzes apagadas.

A decodificação dos dados, segundo o algoritmo elaborado para a caracterização do diâmetro de partículas por difração de raios laser, foi realizada pelo programa computacional Mastersizer S V.2.19, Malvern Instruments Co. Os valores relacionados ao espectro de tamanho de partículas são processados e tabelados diretamente pelo programa, sendo apresentados de forma gráfica ou tabela, conforme configuração determinada pelo usuário.

### Tensão superficial e ângulo de contato de gotas

As medições foram realizadas através de um tensiômetro automático, modelo OCA-15 plus, da Dataphysics Germany onde a tensão superficial é determinada pelo método da gota pendente. A imagem da gota é capturada por uma câmera e o equipamento analisa o formato da gota pendente na extremidade de uma agulha acoplada à seringa de emissão do líquido a ser analisado por assimetria de eixos (ADSA - Axisymmetric Drop Shape Analysis). Um programa específico que utiliza uma posição ideal como linha de referência no campo de imagem é utilizado para que se identifique o ponto chave para o início da gravação das imagens. A tensão superficial é determinada através da digitalização e análise do perfil da gota, utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace.

Para a avaliação do ângulo de contato médio estático, utilizaram-se o mesmo equipamento (OCA-15 plus), que também obtém estes valores através da análise de imagem. As medições ocorreram aos cinco segundos após a deposição de cada gota em duas superfícies (artificial e natural).

As caldas foram preparadas com as mesmas concentrações e produtos daquelas já usadas para as avaliações anteriores. Para a avaliação da tensão, o volume das gotas formadas foi variável entre os tratamentos, ou seja, utilizou-se o menor volume até que a gota se desprendesse da agulha. Para o ângulo de contato das gotas depositadas nas superfícies, o volume foi de 2  $\mu\text{L}$  e a velocidade de liberação das gotas foi de 1  $\mu\text{L s}^{-1}$  em todos os tratamentos. As gotas foram formadas com o auxílio de uma seringa de precisão de 500  $\mu\text{L}$ .

Foram utilizadas duas superfícies com características diferentes: uma sendo a própria superfície foliar de plantas de amendoim, e a outra, uma superfície hidrofílica ( $\theta$  água < 90°) que neste experimento foi representada por uma lâmina de

vidro. Entre uma avaliação e outra a lâmina foi devidamente lavada com água, sabão e álcool e em seguida, secada com papel toalha, para que não ficasse nenhuma partícula que pudesse comprometer as demais avaliações. Para que as folhas ficassem sem rugosidade, estas foram fixadas numa prensa própria para o equipamento utilizado.

### Deposição de marcador em folhas de amendoim

Instalou-se um experimento em vasos de 4 L de capacidade volumétrica, contendo solo de perfil de profundidade superior à 0,5 m + areia + esterco de bovinos na proporção de 3:1:1. No dia 25 de outubro, realizaram-se o plantio de sementes de amendoim da variedade IAC Runner 886, na densidade de cinco sementes por vaso, os quais foram desbastados no dia da aplicação deixando-se apenas uma planta.

A aplicação dos tratamentos ocorreu no dia 21/11/11, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> numa pressão constante de 206,85 KPa e com um volume de aplicação equivalente a 100 L ha<sup>-1</sup>, com temperatura média de 32,9°C, umidade relativa de 49% e vento de no máximo 3 km h<sup>-1</sup>.

Para verificação da deposição de calda sobre as plantas do amendoim, foi adicionado às caldas, um marcador metálico formulado à base de sulfato de manganês (31% de Mn<sup>2+</sup>).

Após a aplicação das caldas aguardou-se por aproximadamente 60 minutos e realizou-se uma primeira coleta de folíolos (dois por repetição) que foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados para posterior extração do marcador. Em seguida, foi feita uma simulação de 20 mm de chuva utilizando-se de pontas de pulverização modelo FL10 (TeeJet®), que produz gotas muito grossas. Após mais 60 minutos, realizou-se a segunda coleta de folhas (duas por repetição) conforme anteriormente.

De acordo com a metodologia descrita por OLIVEIRA & MACHADO-NETO (2003), as amostras (folhas tratadas) foram colocadas em sacos plásticos contendo 100 mL da solução HCl 0,2 N, onde foram mantidas em repouso por 60 minutos para que ocorresse a dissolução dos sais aplicados. Após este período foi realizado a filtração do extrato para a quantificação do íon metálico (Mn<sup>2+</sup>) recuperado. A quantificação foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica. E após este processo, as folhas foram lavadas e tiveram suas áreas foliares medidas através do método do integrador eletrônico de

superfície (LI-3100C Area Meter), que fornece a área foliar real (SILVA et al., 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Distribuição volumétrica

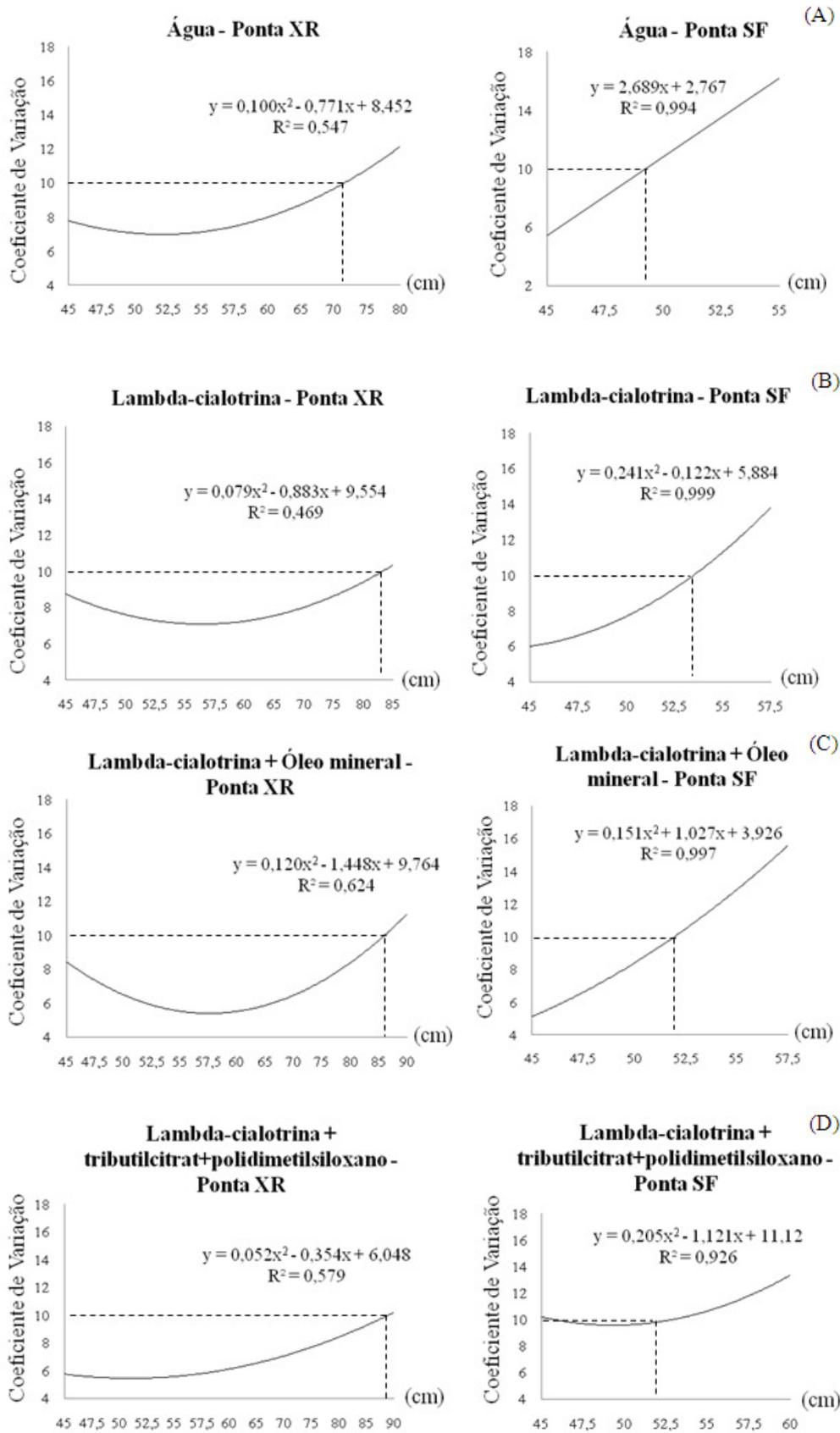
De acordo com as simulações de sobreposição de jato, sugere-se o uso do espaçamento máximo de 53 e 86 cm entre os bicos na barra de pulverização, respectivamente, para os modelos de pontas SF 110015 e XR 110015, de acordo com os coeficientes de variação (CV) obtidos que são aceitáveis, situando-se abaixo do valor-limite de 10% de variação no perfil (FAO, 1998). Dessa forma, consegue-se manter uma margem de segurança para os usuários, comumente considerada pelos fabricantes de pontas de pulverização (FERNANDES et al., 2007).

A ponta SF apresentou valor de CV igual a 10% nas distâncias de 49, 53, 52 e 51 cm, respectivamente, para os tratamentos água, lambda-cialotrina, lambda-cialotrina + óleo mineral e lambda-cialotrina + tributílcitrat + polidimetilsiloxano, ao passo que para a ponta XR as distâncias foram 71, 81, 85 e 86 cm, para os mesmos tratamentos (Figura 1).

Bauer e Raetano (2004), devido à distribuição de algumas pontas hidráulicas, recomendam a utilização de espaçamentos menores, pois há tendência de distribuição mais estável, além de menor influência, por variações de altura e pressão na uniformidade de distribuição, confirmando os resultados encontrados no presente trabalho para as pontas SF 110015 (Figura 1). No entanto, esses mesmos dados confrontam com os resultados obtidos neste experimento para a ponta XR 110015, cujo espaçamento ideal se mostrou entre 71 e 86 cm para o CV de 10%.

Embora os resultados permitam o estudo de outros fatores, do ponto de vista prático, o CV sob a barra é o indicador mais utilizado relacionado à homogeneidade da deposição.

O modelo de ponta de pulverização SF 110015, caracterizado por possuir um jato mais padronizado, sofreu influência do tratamento lambda-cialotrina + tributílcitrat + polidimetilsiloxano, de modo que a média geral do CV das distribuições volumétricas para a distância preconizada de 50 cm entre pontas de pulverização foi maior nesse tratamento em relação aos demais (Tabela 1). O modelo de ponta XR 110015, caracterizado pelo jato com faixa estendida, não sofreu influência dos tratamentos sobre seu CV na distância de 50 cm entre pontas (Tabela 1).



**Figura 1.** Coeficiente de variação (CV) em função do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **A.** Tratamento água (pontas XR e SF). **B.** Tratamento lambda-cialotrina (pontas XR e SF). **C.** Tratamento lambda-cialotrina + tributílcitrat + polidimetilsiloxano (pontas XR e SF). **D.** Tratamento lambda-cialotrina + óleo Mineral (pontas XR e SF).

**Tabela 1.** Valores médios dos coeficientes de variação na distância entre bicos de 50 cm para os dois modelos de pontas de pulverização (SF 110015 e XR 110 015), em função dos tratamentos avaliados. Jaboticabal - SP, 2011.

Tratamentos	Dosagens (mL de p.c. 100L <sup>-1</sup> )	Coef. variação (50 cm)			
		SF 110015		XR 110015	
1. Testemunha	---	7,02	b	6,78	a
2. Lambda-cialotrina (L)	100	7,66	b	8,04	a
3. L + tributílcitrat + polidimetilsiloxano	100 + 20	12,46	a	5,35	a
4. L + óleo mineral	100 + 250	7,07	b	7,95	a
Médias		8,55		7,03	
CV (%)		27,38		15,78	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

### Diâmetro de gotas

Avaliou-se o diâmetro da gota, tal que 50% do volume aplicado seja de gotas de diâmetro menor a esse valor (DMV); o coeficiente de uniformidade (COEF) e a percentagem do volume aplicado cujas gotas possuam diâmetro inferior a 100 µm (% V < 100 µm).

Observa-se que o DMV do tratamento representado pela mistura de lambda-cialotrina + tributílcitrat + polidimetilsiloxano nos dois modelos de pontas avaliadas apresentou os maiores valores (Tabela 2). Além disso, baseado na classificação do tamanho de gotas preconizado pela ASAE (2004), de modo geral, os valores de DMV obtidos nesse estudo enquadram os dois modelos de pontas na classe fina, considerando-se as caldas utilizadas.

Ainda na Tabela 2, verifica-se que para o coeficiente de uniformidade (COEF) não houve

diferença significativa na análise de variância. Isto indica que não houve variação significativa na uniformidade do espectro de gotas.

O DMV e o COEF devem ser analisados conjuntamente para a caracterização da pulverização. Isoladamente, o DMV fornece um valor de referência, sem indicar a dispersão dos dados em torno desse valor. O COEF indica a homogeneidade do tamanho das gotas. Assim, além de avaliar os efeitos dos adjuvantes no tamanho das gotas, é importante avaliar também seu efeito na uniformidade destas (CUNHA et al., 2010).

Para o percentual do volume aplicado em gotas menores que 100 µm, verifica-se que a mistura de lambda-cialotrina + tributílcitrat + polidimetilsiloxano resultou em menor quantidade de gotas suscetíveis à deriva, para ambas as pontas avaliadas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios das variáveis diâmetro mediano volumétrico (DMV), coeficiente de uniformidade (COEF) e volume percentual de gotas menores que 100 µm (%V < 100 µm) medidas através da análise do espectro de gotas em função das caldas inseticidas com e sem adjuvantes. Jaboticabal - SP, 2011.

Tratamentos	Dosagens mL de p.c. 100 L <sup>-1</sup>	DMV		COEF		% V < 100 µm	
		SF	XR	SF	XR	SF	XR
1. Água	---	140,75 dA	129,93 bB	1,11	1,04	24,85 aB	28,30 aA
2. Lambda-cialotrina (L)	100	168,12 bA	130,49 bB	1,23	1,04	16,76 bB	28,18 aA
3. L + tributílcitrat + polidimetilsiloxano	100 + 20	175,69 aA	143,26 aB	1,25	1,09	14,34 cB	22,29 cA
4. L + óleo mineral	100 + 250	157,34 cA	141,43 aB	1,70	1,18	17,09 bB	25,04 bA
CV (%)		5,06		67,74 <sup>ns</sup>		11,39	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. <sup>ns</sup> - não significativo ao teste F.

Cunha et al. (2003) relatam que não existe valor-padrão indicativo de risco de deriva ou de aplicação segura e afirmam que em geral, valores inferiores a 15% do volume pulverizado composto

por gotas com diâmetro inferior a 100 µm parecem ser mais adequados a uma aplicação segura.

### Tensão superficial e ângulo de contato de gotas

Com relação à tensão superficial das caldas avaliadas, verificaram-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que o tributilcitrato + polidimetilsiloxano foi o que mais diminuiu a tensão superficial da solução, proporcionando melhores condições de molhamento e conseqüentemente uma melhor cobertura foliar (Tabela 3).

O óleo mineral, apesar de diferir significativamente dos demais tratamentos,

apresentou um valor médio de tensão superficial bem próximo ao valor obtido para a água (Tabela 3). Provavelmente, isso ocorreu devido ao tempo de avaliação adotado neste estudo, uma vez que os dados foram obtidos de forma estática aos cinco segundos de avaliação. Lasmar & Ferreira (2012) avaliaram a cinética da tensão superficial de caldas com diferentes grupos químicos de adjuvantes, durante cinco minutos, incluindo óleo mineral, que apresentou valor inicial de tensão superficial de  $61,5 \text{ mN m}^{-1}$  e valor final de  $40,02 \text{ mN m}^{-1}$ .

**Tabela 3.** Valores de tensão superficial e ângulo de contato de gotas em função dos tratamentos e das superfícies avaliadas. Jaboticabal - SP, 2011.

Tratamentos	Dosagens mL de p.c. 100 L <sup>-1</sup>	Tensão Superficial (mN m <sup>-1</sup> )	Ângulo de contato	
			Vidro	Folha
1. Testemunha (água)	---	77,14 a	18,24 aB	164,20 aA
2. Lambda-cialotrina (L)	100	77,11 a	20,58 aB	149,08 bA
3. L + tributilcitrato + polidimetilsiloxano	100 + 20	49,76 c	12,53 aB	135,40 cA
4. L + óleo mineral	100 + 250	76,27 b	11,16 aB	149,04 bA
Médias		70,07	15,63	149,43
CV (%)		0,23	12,03	

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

Verificou-se que na superfície de vidro, comparando-se com a superfície foliar, todos os tratamentos foram diferentes estatisticamente, com valores de ângulo de contato significativamente menores (Tabela 3). A superfície de vidro é hidrofílica, ao passo que em se tratando de folhas, alguns compostos naturais as tornam hidrofóbicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Iost & Raetano (2010), em estudo abordando o uso de vários adjuvantes, com diferentes dosagens, em superfície hidrofílica de vidro e em superfície hidrofóbica de óxido de alumínio, em que ocorreram os maiores ângulos de contato na superfície de vidro.

Xu et al. (2010) demonstraram que, em superfície cerosa de *Pelargonium stenopetalum* e superfície pilosa de *Pelargonium tomentosum*, sem uso de adjuvantes, as gotas se mantiveram esféricas, no primeiro caso, e suspensas nos tricomas, no segundo, devido à acentuada hidrofobia dessas superfícies foliares.

Para a superfície de vidro, não ocorreram diferenças entre os tratamentos. A utilização dos aditivos tributilcitrato + polidimetilsiloxano e óleo mineral influenciaram significativamente nas características de tensão superficial da calda, todavia não houve diferença no ângulo de contato com o vidro, pois são produtos que manifestam sua ação em superfícies foliares.

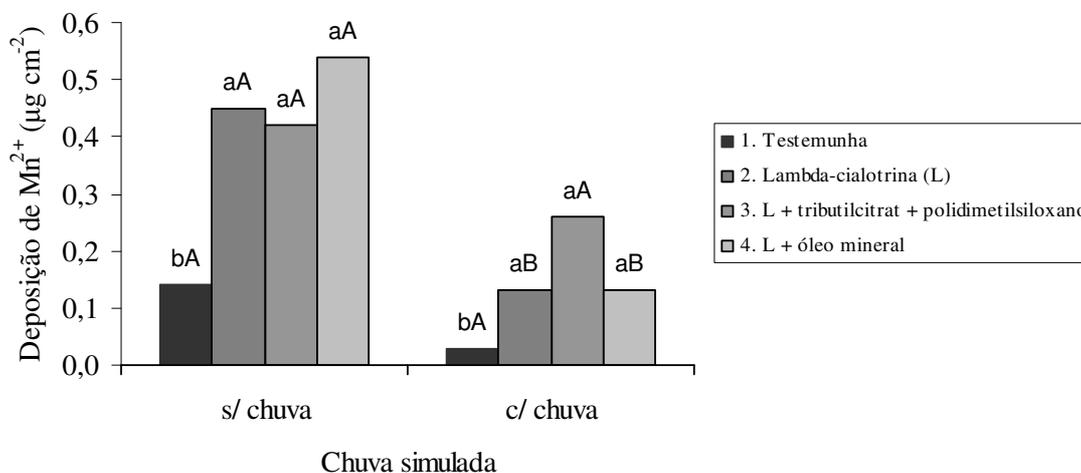
Na folha, o menor ângulo de contato para o tratamento com tributilcitrato + polidimetilsiloxano, em sua respectiva dosagem, pode ser explicado por se tratar de um aditivo, cuja atuação direta se manifesta na superfície das folhas. Em superfícies foliares muito hidrofóbicas, os aditivos a base de óleos e fertilizantes nitrogenados melhoram o espalhamento por apresentarem afinidade com os compostos apolares das folhas, diferindo, portanto, da testemunha. A dosagem de óleo mineral pode ter sido a responsável por não ocorrerem diferenças quanto à tensão superficial e ângulo de contato para esse tratamento, comparando-se com os demais, pois, segundo Mendonça et al. (2007), há diminuição da tensão superficial da calda ao passo que se aumenta a concentração de óleo em mistura, estando de acordo com o que foi verificado no presente estudo (Tabela 3).

Desta forma, conclui-se que o uso do adjuvante tributilcitrato + polidimetilsiloxano pode ser melhor indicado para aumentar a cobertura do alvo em relação ao óleo mineral. Entretanto, novos estudos devem ser desenvolvidos para que se encontre a dosagem ideal em mistura com outros produtos fitossanitários, a fim de que possa manifestar influência na tensão superficial e no ângulo de contato das gotas.

### Deposição de marcador em folhas de amendoim

Na Figura 2 apresentam-se as médias de deposição do marcador ( $Mn^{2+}$ ) em folhas de amendoim (*Arachis hypogaea*), em função dos

tratamentos aplicados e da ponta de pulverização XR 110015, sob duas condições de chuva artificial (com e sem), posterior à aplicação.



**Figura 2.** Valores de deposição de  $Mn^{2+}$  ( $\mu g\ cm^{-2}$ ) em folhas de amendoim (*Arachis hypogaea*), em função dos tratamentos e das condições de chuva artificial para o modelo de ponta de pulverização XR 110015. Jaboticabal - SP, 2011.

Analisando-se as apenas as caldas fitossanitárias sem considerar a chuva simulada, verifica-se que não houve diferença significativa na deposição do marcador (Figura 2).

Entretanto, ao se analisar a quantidade de marcador depositado em função das duas condições de chuva simulada, observa-se que a quantidade de marcador foi menor após a chuva para os tratamentos lambda-cialotrina e óleo mineral (Figura 2). Além disso, o tratamento lambda-cialotrina + tributilcitrato + polidimetilsiloxano foi o único, exceto a testemunha, que manteve a média da quantidade de marcador depositado, mesmo após receber uma chuva artificial de 20 mm (Figura 2).

Ferreira et al. (2011), ao avaliarem a retenção e deposição de caldas fitossanitárias aplicadas isoladamente e em mistura com adjuvantes, com e sem ação de chuva artificial sobre mudas de laranja, concluíram que o fertilizante nitrogenado (tributilcitrato + polidimetilsiloxano) quando adicionado à calda fitossanitária, também foi capaz de reter o

marcador utilizado por mais tempo, mesmo após uma chuva simulada de 20 mm.

### CONCLUSÕES

Em relação à distribuição volumétrica, deve ser considerado um espaçamento máximo de 50 e 86 cm entre os bicos na barra de pulverização para os modelos de pontas SF110015 e XR110015, respectivamente.

O efeito dos adjuvantes no diâmetro de gotas depende da ponta de pulverização e do produto empregado, sendo que a adição dos adjuvantes à calda afetou o risco potencial de deriva, expresso pela porcentagem do volume em gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu m$ ; o DMV das gotas produzidas pelas pontas de jato plano (SF110015 e XR110015) enquadraram-se na classe fina e os adjuvantes avaliados não influenciaram a uniformidade do diâmetro de gotas pulverizadas.

O uso do adjuvante tributilcitrato + polidimetilsiloxano pode ser indicado para proporcionar melhorias na cobertura e deposição de gotas no alvo.

**ABSTRACT:** The present work aimed to evaluate the volumetric distribution profiles, droplet spectra, surface tension, contact angle of droplet and the spraying liquid deposition over the peanut leaves (*Arachis hypogaea* L.), under artificial rain, in comparison with deposition without rain, using two hydraulic nozzle models of plain fan and insecticide spraying liquids with and without adjuvants addition. It were used a patternator for volumetric distribution analysis, a laser

particles analyzer to evaluate droplet spectra produced by SF 110015 and XR 110015 nozzles and tensiometer for droplet tension and contact angle. The spraying liquids evaluated were: water, lambda-cialotrina, lambda-cialotrina + nitrogen fertilizer and lambda-cialotrina + mineral oil. All experiments followed a completely randomized design. Data were submitted to variance analysis by F test and the means comparisons by Scott-Knott test at 5% of probability. According to the results, it must be considered the maximum spacing in spray boom usage of 50 and 90 cm between the nozzles SF110015 and XR110015, respectively. The adjuvants effects on droplet spectra have shown addicted to the nozzle and the product used, and the adjuvants addition to the spraying liquid affected the potential risk of drift; The Volumetric Median Diameter (VMD) of produced droplets by nozzles filled into thin class and were not influenced by the adjuvants. The nitrogen fertilizer adjuvant may be indicated to promote improvements on coverage and droplet deposition on target.

**KEYWORDS:** Application technology. Pulverization. Thrips. Droplets. Distribution.

---

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL, Anuário da agricultura brasileira. 17<sup>a</sup> ed. São Paulo: AgraFNPConsultoria & Agroinformativos, 2012. p. 161-164.
- American Society of Agricultural Engineering - ASAE. **Spray nozzle classification by droplet spectra**. St. Joseph: ASAE, 2004. p.411-414.
- 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. 275-284, 2004.
- BUTLER ELLIS, M. C. The effect of spray liquid on the application of pesticide spray. In: RAETANO, C. G.; ANTUNIASSI, U. R. (Ed.). **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: FEPAF, 2004. p.167-176.
- CALCAGNOLO, G.; LEITE, F. M.; GALLO, J. R. Efeitos da infestação do tripses nos folíolos do amendoimzeiro *Enneothrips* (*Enneothripiella*) *flavens* Moulton, 1941, no desenvolvimento das plantas, na qualidade da produção de uma cultura “das águas”. **O Biológico**, São Paulo, v. 40, n. 8, p. 241-242, 1974.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de plantas infestantes aos herbicidas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS INFESTANTES, 1., 1997, Dourados. **Anais...** Dourados: 1997. p. 75-94.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURRY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, 21, n. 2, p. 325-32, 2003.
- CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Diâmetro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. spe, p. 1153-1158, 2010.
- FERREIRA, M. C.; LEITE, G. J.; OLIVEIRA, F. P. Depósito de fungicida em folhas de citros devido à chuva simulada, com e sem adjuvantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 5., 2011, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: 2011.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Agricultural pesticide sprays**. Rome: FAO, v. 2, p. 62, 1998.
- FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 728-33, 2007.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. 6. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GREEN, J. M.; HAZEN, J. L. Understanding and using adjuvants properties to enhance pesticide activity. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMISTS, 5., 1998, Tennessee. **Proceedings...** Memphis: ISAA, 1998. p. 25-36.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 670-680. 2010.

KASAI, F. S.; DEUBER, R. **Manejo de plantas daninhas na cultura do amendoim**. Campinas: Instituto Agrônomo - IAC, 2011. 23p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 207).

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras...** Caxambu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S. H. B. (Ed.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária/UFSM. 1998. p. 95-104.

LASMAR, O.; FERREIRA, M. C. Cinética da tensão superficial e do ângulo de contato de gotas a partir de caldas com adjuvantes sobre folhas de laranja. In: SIMPÓSIO SOBRE FITOSSANIDADE EM CITROS, 3., 2012, Jaboticabal. **Anais...** do III Simpósio sobre Fitossanidade em Citros, 2012.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990, 139p.

MENDONÇA, C. G. de; RAETANO, C. G.; MENDONÇA, C. G. de. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.27, n.esp., p.16-23, 2007.

MORAES, A. R. A., LOURENÇÃO, A. L., GODOY, I. J. & TEIXEIRA, G. C. Infestation by *Enneothrips flavens* Moulton and yield of peanut cultivars. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.62, n., p.469-472, 2005.

MORAES, A. R. A.; LIMA, T. C.; BERGER, P. G. Amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: PAULA JÚNIOR TJ; VENZON M. (coord). 2007. **101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. p.89-96.

OLIVEIRA, M. L.; MACHADO-NETO, J. G. Use of tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in safety of pesticide applicators in citrus orchards. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Florida, v.70, n.3, p.415-21, 2003.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Material de la lucha contra los vectores**. Genebra, 189 p., 1976.

SENN, R., FISHER, W., WYSS, P.; MORCOS, A. Thiamethoxam: new innovative application opportunities for a systemic product. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21. 2000, Foz do Iguaçu, **Abstracts...** XXI International Congress of Entomology, Foz do Iguaçu. 2000b. 320p.

SILVA, A. R.; LEITE, M. T.; FERREIRA, M. C. Estimativa da área foliar e capacidade de retenção de calda fitossanitária em cafeeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 66-73, 2008.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, H. E.; BAGLEY, W. E.; KRAUSE, C. R. Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with type and concentration of adjuvants. **Pest Management Science**. United States, v. 67, p. 842-851, 2010.