

# AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE CALDA DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DO MILHO COM DIFERENTES ADJUVANTES

Rodolfo Glauber Chechetto<sup>1</sup>, Marco Antonio Gandolfo<sup>2</sup>,  
Diego Scacalossi Voltan<sup>3</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a retenção foliar no milho em aplicações com diferentes concentrações de adjuvantes. Os produtos utilizados foram Acquamax Full, Agral e Iharol, nas concentrações de 0,01; 0,10; 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00%. As folhas utilizadas foram retiradas do terço médio das plantas, sendo que destas folhas coletadas foram retirados uma área padronizada de 24 cm<sup>2</sup> e imediatamente pesadas. Em seguida, as partes das folhas foram submetidas aos tratamentos e pesadas novamente para determinação da retenção foliar. Os resultados apresentaram uma resposta satisfatória, indicando que o uso dos adjuvantes elevaram a retenção foliar nas aplicações de agrotóxicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** tecnologia de aplicação, concentrações, agrotóxicos.

## EVALUATION OF THE SPRAY SOLUTION RETENTION IN LEAF SURFACE OF CROP CORN WITH DIFERENTES ADJUVANTS

**ABSTRACT** - This study aimed evaluating corn leaf retention in applications with different concentrations of adjuvants. The products used were Acquamax Full, Agral and Iharol at concentrations of 0.01, 0.10, 0.25, 0.50, 1.00 and 2.00%. The leaves used were taken from the middle third of the plant, and then were removed a standard part of 24 cm<sup>2</sup> area from this leaves and immediately weighed. Then, the parts of the leaves were treated and weighed again to determine the leaf retention. The results have showed a satisfactory response indicating that the use of adjuvants increased the leaf retention in the applications of pesticides.

**KEYWORDS:** application technology, concentrations, pesticides.

### 1. INTRODUÇÃO

A água é um solvente universal para moléculas polarizadas e o veículo mais comum na diluição das formulações de agrotóxicos aplicados por meio de pulverizações. Entretanto, ela apresenta baixa capacidade de retenção quando

aplicada sobre alvos com superfícies cerosas e hidrofóbicas (STEVENS et al., 1993).

Segundo Boller (2006) as aplicações com água e agrotóxicos correspondem até 30% dos custos de produção das culturas agrícolas. Salyani (1988) ressalta que apenas 1,0 a 3,0% do produto aplicado atinge ao alvo e contribui para o controle do agente de

---

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, CP 237, 18610-907, Botucatu, SP; [rgchechetto@fca.unesp.br](mailto:rgchechetto@fca.unesp.br); <sup>2</sup> Departamento de Engenharia e Desenvolvimento Rural, Faculdades Luiz Meneghel, UENP, CP 261, 86360-000, Bandeirantes, PR; [gandolfo@ffalm.br](mailto:gandolfo@ffalm.br); <sup>3</sup> Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, CP 237, 18610-907, Botucatu, SP; [diegosvoltan@gmail.com](mailto:diegosvoltan@gmail.com)

dano, sendo assim, a pulverização de agrotóxicos é considerada o processo industrial menos eficiente em uso no mundo.

Um dos fatores importantes para que se tenha sucesso nessas aplicações é o estudo das relações entre o tipo de alvo a ser atingido, a forma de ação do agrotóxico e a técnica utilizada para a aplicação (ANTUNIASSI, 2004). Porém, segundo Costa et al., (2007), apesar de cada vez mais se exigir do produtor rural a utilização correta e criteriosa de agrotóxicos, o que se observa no campo é a falta de informações a respeito da tecnologia de aplicação. Cunha et al., (2004) afirmaram que as aplicações desses agrotóxicos podem exercer um efeito desejado, mas devido a não utilização da tecnologia ou de equipamentos adequados são realizadas de forma ineficiente.

Com intuito de melhorar essas aplicações de agrotóxicos existem compostos denominados adjuvantes – os quais têm por finalidade promover alterações na calda de pulverização, possibilita minimizar os efeitos desfavoráveis do ambiente e os efeitos individuais de cada espécie de produto – tornando-se uma prática recomendável (CARBONARI et. al., 2005; STOCK, 1998; YOUNG et al., 1996).

Segundo Oliveira (2011) os fatores que podem influenciar uma pulverização são a solubilidade e a estabilidade do agrotóxico, incompatibilidade e densidade entre os produtos utilizados, viscosidade, formação de deriva, formação de espuma, volatilização, tensão superficial, dentre outros fatores, que podem ser melhorados com a utilização de adjuvantes, que desempenham funções específicas como: adesivos, espalhantes, molhantes, dispersantes, tamponantes, emulsificantes,

antievaporantes, redutor de espuma e redutor de deriva.

Dentre os adjuvantes, os surfatantes são amplamente utilizados, atuando no contato entre as gotas e a superfície, aumentando a taxa de absorção devido à redução da característica física da tensão superficial, exercendo um espalhamento mais uniforme, reduzindo a evaporação e aumentando o tempo de retenção da pulverização no alvo (TU; RANDALL, 2003). Já os óleos minerais são tipicamente utilizados em baixas concentrações, podendo reduzir a tensão superficial, aumentando o molhamento, espalhamento, absorção e reduz o efeito da chuva após a aplicação (rainfastness) (GREEN, 2001).

Contudo, fica cada vez mais evidente a importância de se conhecer a tecnologia de aplicação utilizada em cada operação agrícola, principalmente dos produtos adicionados à calda, os adjuvantes, que podem afetar diretamente o molhamento e a retenção da calda aplicada, interferindo na eficiência do ativo principal e na contaminação ambiental. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes concentrações de adjuvantes em caldas de pulverização na retenção foliar na cultura do milho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel – (UENP/CLM), em Bandeirantes - PR, no laboratório do NITEC - Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas.

3  
AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE CALDA DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DO  
MILHO COM DIFERENTES ADJUVANTES

Os produtos utilizados no ensaio estão apresentados na Tabela 1. Os tratamentos foram compostos por seis concentrações de cada produto (0,01; 0,10; 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00%) e um tratamento com água deionizada, que serviu como comparativo para a discussão dos resultados,

totalizando 19 tratamentos em um esquema fatorial 3 x 6 +1 (três produtos, seis concentrações mais uma testemunha). Cada tratamento foi avaliado com cinco repetições.

**Tabela 1.** Produtos testados e ingredientes.

Produto comercial	Composição	Fabricante
Acquamax Full	Surfatantes aniônicos 2,7% m/v; Tensoativos aniônicos 2,3% m/v; Emulsificantes 4,7% m/v; Agentes acidificante 3,75% m/v; Outros 86,55% m/v.	Mulching Six/Agrosix
Agral	Nonil Fenoxi Poli (Etilenoxi) Etanol 20,0% m/v (200 g/L); Ingredientes inertes 82,4% m/v (824 g/L).	Syngenta
Iharol	Hidrocarbonetos parafínicos, ciclo parafínico e aromáticos saturados e insaturados provenientes da destilação do petróleo (Óleo Mineral) 760 g/L (90% m/m); Outros 90 g/L (10% m/m)	Ihara

A cultura utilizada para o ensaio foi a do milho (*Zea mays* L.), semeada com espaçamento de 0,9 m, do híbrido Impacto da Syngenta Seeds. As folhas foram coletadas no terço médio das plantas, quando o estágio fenológico atingiu de quatro a seis folhas verdadeiras. Essas foram padronizadas com molde retangular, confeccionadas com papel tipo cartolina, de 6 cm de comprimento por 4 cm de largura, totalizando 24 cm<sup>2</sup> de área.

A padronização das folhas através dos moldes seguiu metodologia apresentada por Matuo e Baba (1981), que mostraram uma diferença da capacidade de retenção de calda em folhas de menor área pelo efeito dos bordos foliares nas mesmas. Exemplificando, folhas com 58,0 cm<sup>2</sup> de

superfície foliar possuem capacidade de retenção de calda 49,1% inferior a folhas com áreas de 32,0 cm<sup>2</sup>.

Os moldes utilizados foram posicionados na região da nervura central das folhas do milho e, posteriormente cortados, para padronização do material testado. Foram realizadas as leituras do peso fresco dos moldes das folhas através de uma balança analítica com precisão de 0,0001 grama, da marca BEL (Modelo 210A). Em seguida, os moldes das folhas de milho foram mergulhados nas soluções com as devidas concentrações de adjuvantes e, novamente, foram pesadas na mesma balança analítica após o escoamento do excesso de calda conforme metodologia

descrita por Matuo et al., (1989) e Oliveira et al., (1997).

A retenção foliar de calda foi quantificada pela diferença de peso antes e após a imersão das folhas nas caldas. O valor resultante foi dividido pela área foliar conhecida, representando a retenção específica de cada calda, em  $\mu\text{g cm}^{-2}$  (micrograma por centímetro quadrado).

Os resultados para análise individual de cada tratamento foram submetidos à análise de variância com comparação estatística entre médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. A comparação entre os produtos foi realizada através do Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias, a 5% de probabilidade (IC95%).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os adjuvantes testados apresentaram comportamentos individuais distintos com relação à retenção de calda na cultura do milho, variando de acordo com as concentrações. Na Tabela 2, são apresentadas as avaliações estatísticas para os adjuvantes, para o adjuvante Agral foi observado que a concentração de 0,01%, apresentou maior retenção foliar em relação às demais concentrações em estudo.

As médias com letras iguais não apresentam diferença significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A adição deste aditivo a calda de pulverização proporcionou aumento na retenção foliar em relação ao tratamento com água deionizada, não diferindo, somente, do tratamento na concentração de 2,00%. A maior média de retenção foliar foi encontrada próxima à dose recomendada

pelo fabricante, apresentando uma tendência de menor retenção foliar quanto maior a dose do adjuvante.

Estes resultados estão de acordo com Miller e Butler Ellis (2000), que segundo estes autores, as mudanças nas propriedades do líquido pulverizado, causadas pela adição de adjuvantes podem influenciar tanto o processo de formação das gotas como no comportamento da calda em contato com o alvo.

No trabalho de Montório et al., (2005) foram avaliadas a tensão superficial de vários adjuvantes, dentre eles o surfatante Agral, em que a tensão superficial diminuiu até o aumento da concentração em 0,04%, o que pode ser relacionado ao presente trabalho, já que a retenção, que é característica desejável dos surfactantes, diminuiu em concentrações superiores a 0,01%. Segundo Tang e Dong (2008) a tensão superficial é uma importante característica porque uma boa retenção ou adesividade dos agrotóxicos na superfície foliar é consequência de uma boa molhabilidade.

Para os valores do produto Acquamax Full (Tabela 2), observou-se que a concentração de 0,01% apresentou maior valor de retenção foliar em relação às demais concentrações. Porém, houve diferença estatística dessa concentração somente para a concentração de 0,50% e para o tratamento testemunha com água deionizada.

Esses resultados concordam com Cunha et al., (2005), que observaram o desperdício de calda, fato ligado a não adequação do volume de calda a ser utilizado durante a otimização da aplicação. Visto que, os adjuvantes em sua maioria, têm as doses descritas nas bulas em volume

por volume, sendo, por exemplo, 30 ml do adjuvante a cada 100 litros de calda. Ainda nessa linha, Grayson et al., (1996) em resultados de pesquisas mostraram que o volume de aplicação influenciou no depósito e na retenção foliar. Em outros resultados obtidos por Derksen e Sanderson (1996), onde foram avaliados os mesmos parâmetros, destacaram que o aumento na

uniformidade de deposição é proporcional ao aumento do volume de calda aplicado.

Contudo, a área foliar apresenta uma capacidade de retenção limitada, sendo o aumento na quantidade de calda aplicada, acima de certo limite, representa um aumento no custo da operação e também na contaminação ambiental.

**Tabela 2.** Valores de retenção foliar segundo as concentrações dos adjuvantes.

	Agral	Acquamax Full	Iharol
Concentrações (%)	Média ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )	Média ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )	Média ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )
0,01	4,03 a	4,16 a	2,75 a
0,10	3,31 b	3,23 ab	2,72 a
0,25	2,96 bc	2,66 ab	2,69 a
0,50	2,88 bc	2,58 ab	2,69 a
1,00	2,87 bc	2,57 ab	2,53 ab
2,00	2,57 cd	2,45 b	2,53 ab
Água deionizada	2,07 d	2,07 b	2,07 b

Para o produto a base de óleo mineral (Iharol) (Tabela 2) observa-se que na concentração de 0,01% houve uma maior retenção foliar, assim como foi encontrado para os demais produtos testados, porém, diferindo estatisticamente somente do tratamento com água deionizada. A concentração recomendada pelo fabricante (0,50%), não diferiu dos demais tratamentos, entretanto, apresentou valores numéricos de retenção foliar menor que as de 0,01 e 0,05%.

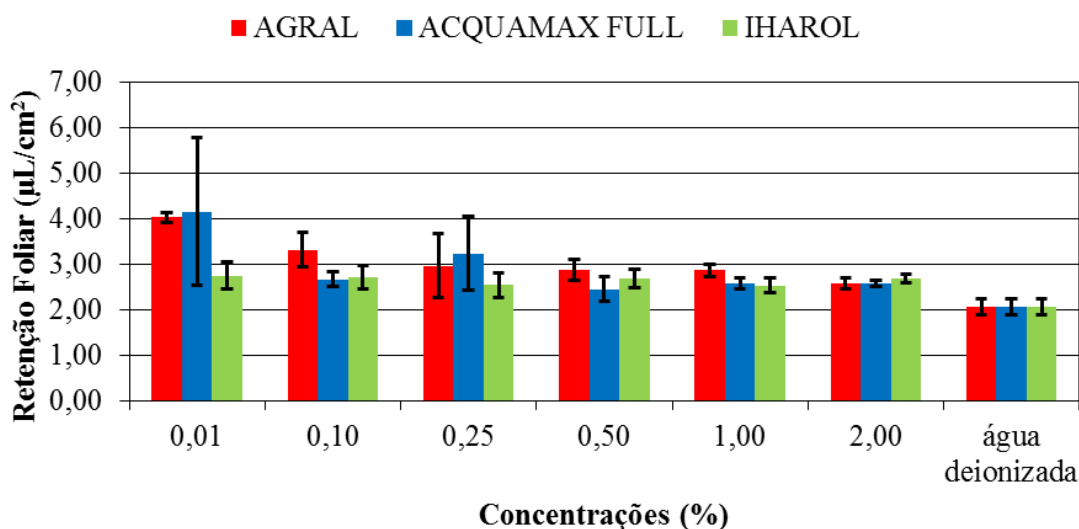
Resultados encontrados por Gaskin et al., (2000), onde foram testadas aplicações somente com o inseticida (acephate) e em mistura com adjuvantes, os resultados

obtidos mostraram que os adjuvantes aumentaram a retenção foliar na cultura da ervilha em relação aos tratamentos que continham somente o inseticida e água. Destacando assim, o amplo espectro de uso dos adjuvantes a base de óleo, que podem ser utilizados isoladamente no controle de ácaros, por exemplo, e/ou em mistura para melhorar as características de calda.

Na Figura 1, está apresentado um comparativo entre os produtos testados nas determinadas concentrações, onde a concentração de 0,01% apresentou maior retenção foliar para os três adjuvantes testados, com diferença estatística para o surfatante Agral e o óleo mineral Iharol,

porém, o adjuvante de alta densidade Acquamax Full, não apresentou diferença para ambos os produtos testados nessa concentração. Este adjuvante apresentou alta variabilidade para os valores de retenção foliar encontrados para as concentrações de

0,01 e 0,25%, o que pode ter ocorrido devido a sua grande quantidade de ingredientes ativos, que podem ter influenciado, de forma direta, as características da calda testada, ou alguma variação na leitura das amostras.



**Figura 1.** Retenção Foliar ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) no Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias (médias  $\pm$  IC5%), analisada para os adjuvantes com as concentrações testadas mais o tratamento testemunha com água deionizada.

Os três adjuvantes testados não apresentaram diferença entre si para as concentrações de 0,25, 0,50, 1,00 e 2,00%. De maneira geral pode ser observado que a retenção foliar diminui com o aumento das concentrações dos adjuvantes testados. De acordo com Silva et al., (2008) os mesmos resultados foram apresentados com o espalhante adesivo Haiten, onde a retenção foliar, para a cultura do café, diminuiu com o aumento da concentração de 0,1 para 0,2%.

Os efeitos encontrados para os produtos testados indicam uma resposta

satisfatória quanto ao uso dos adjuvantes, no que se diz respeito à elevação da retenção foliar nas aplicações de agrotóxicos. No entanto, são necessários maiores estudos que elucidem os efeitos entre as interações destes adjuvantes e suas respectivas concentrações com outros fatores que podem interferir na retenção de calda. Por outro lado, estes produtos podem apresentar comportamentos diferentes na retenção foliar em função da concentração utilizada, o que pode ser explicado pela mudança da composição da superfície foliar no qual varia de espécie para espécie.

#### 4. CONCLUSÕES

Os valores de retenção de calda entre as concentrações empregadas foram diferentes para os adjuvantes avaliados. De modo geral, o aumento da concentração dos adjuvantes na calda teve tendência de redução na retenção foliar na cultura do milho.

Os valores de retenção foliar foram maiores para os produtos comerciais Acquamax Full e Agral, enquanto os valores mais baixos foram encontrados para óleo mineral e não houve diferenças significativas neste parâmetro com o aumento da concentração.

#### REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Rondonópolis: Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT, n. 08, p. 165-177, 2004.
- BOLLER, W. **Parâmetros técnicos para seleção de pontas**. Tecnologia de aplicação de Defensivos Agrícolas. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, p. 43, 2006.
- CARBONARI, C. A.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R.; CARDOSO, L. R. Efeitos de Surfatantes e Pontas de Pulverização na Deposição de Calda de Pulverização em Plantas de Grama-Seda. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, v. 23, n. 04, 2005.
- COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 203-210, jan/mar, 2007.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39 n.10 out. 2004.
- CUNHA, J. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, n. 01, p. 133-138, 2005.
- DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, v. 39, n. 01, p. 5-9, 1996.
- GASKIN, R. E.; MURRAY, R. J.; KRISHNA, H.; CARPENTER, A. Effect of adjuvants on the retention of, insecticide spray on cucumber and pea foliage. **New Zealand Plant Protection**, v. 53, p. 355-359, 2000.
- GRAYSON, B. T.; PRICE, P. J.; WALTER, D. Effect of volume rate of application on the glasshouse performance of crop protection agent/adjuvant combinations. **Pesticide Science**, v. 48, p. 205-217, 1996.
- GREEN, J. M.; BEESTMAN, G. B. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, p. 320-327, 2007.
- MATUO, T.; BABA, K. J. Retenção de líquidos pelas folhas de citros em pulverização a alto volume. **Científica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 97-104, 1981.
- MATUO, T.; NAKAMURA, S.H.; ALMEIDA, A. Efeitos de alguns adjuvantes da pulverização nas propriedades físicas do líquido. **Summa Phytopathologica**, v. 15, p. 162-173, 1989.
- MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, Guildford, v. 19, p. 609-615, 2000.
- MONTÓRIO, G. A.; VELINI, E. D.; MACIEL, C. D. G.; MONTÓRIO, T. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 4, n. 2, p. 8-22, 2005.
- Oliveira, C. A. L.; Matuo, T.; Santos, J. E.; Toledo, M. C. Efeito de espalhante-adesivo na eficiência dos acaricidas propargite e cyhexatin no controle do *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 487-493, 1997.
- OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- SALYANI, M. Droplet size effect on spray deposition efficiency of citrus leaves. **ASAE**, v. 31, p. 1680-1684, 1988.

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

STEVENS, P. J. G.; KIMBERLEY, M. O.; MURPHY, D. S. Adhesion of spray droplets to foliage: the role of dynamic surface tension and advantages of organosilicone surfactants. **Pesticide Science**, v. 38, p. 237-245, 1993.

STOCK, D. Biologically optimized agrochemical formulations. **Pesticide Outlook**, p. 21-25, 1998.

TANG, X.; DONG, J. A comparison of spreading behaviors of Silwet 1-77 on dry and wet lotus leaves. **Journal of Colloid and Interface Science**, New York, v. 325, p. 223-227, 2008.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. **Weed control methods handbook the nature conservancy**. Davis: TNC, 2003. p. 1-24.

YOUNG, R. D. F.; THACKER, J. R. M.; CURTIS, D. J. The effects of three adjuvants on the retention of insecticide formulations by cabbage leaves. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 31, n. 02, p. 165-178, 1996.