



ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DE DIFERENTES MISTURAS ENTRE ADJUVANTES E FUNGICIDA POSICIONADOS NA CULTURA DO CAFÉ

André Luís Teixeira Fernandes¹, Eduardo Mosca², Rodrigo Ticle Ferreira², Tiago de Oliveira Tavares², Hermesson Alves da Cruz², Frederico da Silva Guimarães², Lucas Alves Simão², Larice Ávila Lemos² e Guilherme Ferreira Alves²

Apresentado no
XXI Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada
20 de março de 2019, Araguari – MG, Brasil

RESUMO: É comum se deparar com situações onde se colocam vários produtos fitossanitários (inseticidas, fungicidas, fertilizantes foliares, etc.) no tanque de pulverização objetivando o melhor aproveitamento operacional de máquinas na lavoura. Além das misturas dos produtos fitossanitários, é comum verificar o uso de adjuvantes para tentar melhorar a eficiência dos produtos recomendados. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi mensurar a sinergia do fungicida Guapo® com diferentes adjuvantes disponíveis no mercado e avaliar a compatibilidade de calda e uniformidade de gotas. O experimento foi realizado no laboratório NEDTA/UNESP-Jaboticabal/SP. O experimento foi realizado em esquema fatorial 5 x 2 (5 adjuvantes e 2 volumes de caldas). O fungicida utilizado no ensaio foi o Guapo® (Cresoxim-metilico + Epoxiconazol) e os adjuvantes selecionados foram os disponíveis no mercado e mais utilizados na cafeicultura; Rumba, Nimbus, Áureo, Orobor, Break-thru, tendo as misturas submetidas aos volumes de 400 e 500 L de calda ha⁻¹. Conclui-se que adjuvantes possuem a capacidade de modificar as características físico-químicas das caldas, assim como o tamanho e a uniformidade de gotas.

PALAVRA CHAVE:, compatibilidade de calda, fitossanidade do cafeeiro, defensivos

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de máquinas para realizar as operações agrícolas permite que as operações de adubação, pulverização e colheita sejam realizadas de forma ágil e eficaz. Entretanto, com o aumento dos custos de produção, cada vez mais é necessário que se seja eficiente, notadamente no controle fitossanitário. O sucesso de uma boa aplicação de produtos fitossanitários depende da sinergia entre fatores como tamanho de gota, tipo de ponta, pressão, volume e composição da calda e características do alvo (CUNHA et al., 2010). É comum se deparar com situações onde se colocam vários produtos fitossanitários (inseticidas, fungicidas, fertilizantes foliares, etc.) no tanque de pulverização objetivando o melhor aproveitamento operacional de máquinas na lavoura. Além das misturas dos produtos fitossanitários, é comum verificar o uso de adjuvantes para tentar melhorar a eficiência dos produtos recomendados. De acordo com Queiroz et al. (2008), adjuvantes são substâncias

¹ Professor Doutor Universidade de Uberaba – UNIUBE, Pró Reitor de Pesquisa, Pós Graduação e Extensão, Av. Nenê Sabino, 1801, Bloco R, 38055-500, Uberaba – MG, andre.fernandes@uniube.br, Fone: (0xx34) 3319-8915, Fax: (34) 3314-8910.

² Engenheiros Agrônomos, C3 Consultoria e Pesquisa

inertes, capazes de modificar a atividade dos produtos aplicados e as características da pulverização, aumentando a eficiência da aplicação. A adição dos adjuvantes muitas vezes segue a recomendação de uso fornecido pelas empresas e, muitas vezes o próprio produtor coloca por conta própria. Por esses motivos, pode-se ter um decréscimo na produtividade em função do mau uso dos adjuvantes, onde estes podem estar alterando o efeito biológico dos produtos recomendados. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi realizar testes prévios para verificar as alterações físico-químicas na solução decorrentes da adição de diferentes adjuvantes nas caldas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório NEDTA/UNESP-Jaboticabal/SP para realização de análises específicas. O fungicida utilizado no ensaio foi o Guapo® (Cresoxim-metílico + Epoxiconazol), posicionado em momentos específicos visando o controle de ferrugem do cafeeiro. Os adjuvantes selecionados foram os disponíveis no mercado e mais utilizados na cafeicultura. As combinações fungicida-adjuvante e os volumes de calda estão disponíveis na Tabela 1.

Tabela 1. Adjuvantes adicionados a caldas com o fungicida Guapo® (Cresoxim-metílico + Epoxiconazol).

| Tratamentos | Fungicida | Adjuvantes | Dose fungicida | Dose Adjuvante | Vazão |
|-------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Guapo | Rumba | 0,8L ha ⁻¹ | 1L ha ⁻¹ | 400L ha ⁻¹ |
| 2 | Guapo | Rumba | 0,8L ha ⁻¹ | 1L ha ⁻¹ | 500L ha ⁻¹ |
| 3 | Guapo | Nimbus | 0,8L ha ⁻¹ | 1L ha ⁻¹ | 400L ha ⁻¹ |
| 4 | Guapo | Nimbus | 0,8L ha ⁻¹ | 1L ha ⁻¹ | 500L ha ⁻¹ |
| 5 | Guapo | Aureo | 0,8L ha ⁻¹ | 1L ha ⁻¹ | 400L ha ⁻¹ |
| 6 | Guapo | Aureo | 0,8L ha ⁻¹ | 1L ha ⁻¹ | 500L ha ⁻¹ a |
| 7 | Guapo | Orobor | 0,8L ha ⁻¹ | 0,5L ha ⁻¹ | 400L ha ⁻¹ |
| 8 | Guapo | Orobor | 0,8L ha ⁻¹ | 0,5L ha ⁻¹ | 500L ha ⁻¹ |
| 9 | Guapo | Break- Thru | 0,8L ha ⁻¹ | 0,1L ha ⁻¹ | 400L ha ⁻¹ |
| 10 | Guapo | Break- Thru | 0,8L ha ⁻¹ | 0,1L ha ⁻¹ | 500L ha ⁻¹ |

Foram realizadas avaliações no intuito de caracterizar a calda de pulverização quanto a parâmetros de estabilidade físico-química, tensão superficial e ângulo de contato de gotas formadas sobre a folha de cafeeiro e sobre superfície artificial Parafilm® e caracterização das gotas quanto ao seu diâmetro mediano volumétrico (DMV), coeficiente de uniformidade de gotas (Span), diâmetro de gotas que divide os volumes acumulados por 10 e 90% (Dv10 e Dv90) e percentual de volume em gotas com diâmetro inferior a 100 micrometros (%<100), que representa as gotas mais suscetíveis à deriva. Para a tensão superficial e ângulo de contato, utilizou-se um tensiômetro automático, modelo OCA-15Plus, da Dataphysics Germany (Figura 1). Foram realizadas quatro repetições para cada tratamento. Para cada leitura, o equipamento foi configurado para registrar os dados a cada segundo por 60 segundos, a partir do momento da formação da gota e deposição da gota sobre as superfícies. Para a avaliação da estabilidade de calda, foram utilizadas provetas graduadas de 250 mL, balança analítica e pipeta graduada (Figura 2). Os tratamentos foram dispostos nas provetas e agitados manualmente em movimentos verticais, por dez vezes, e em seguida foi realizada a avaliação visual da homogeneidade do líquido, formação de espuma, creme, cristais,

sedimentação, separação de fases, separação de óleo e grumos. As avaliações foram realizadas nos intervalos de zero hora após o preparo (HAP); duas HAP; seis HAP e 24 HAP, sendo classificados como compatíveis, compatíveis sob agitação ou incompatíveis, conforme metodologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 13875. A condutividade elétrica da calda e o pH foram medidos a cada período de avaliação (0, 2, 6 e 24 HAP) por meio de condutivímetro e peagâmetro de bancada.



Figura 1. Disposição de provetas com calda fitossanitária para avaliações de estabilidade.

Para a caracterização das gotas de pulverização ($Dv_{0,5}$ = DMV, $Dv_{0,1}$, e $Dv_{0,9}$, coeficiente de uniformidade – Span; e porcentagem do volume em gotas menores que 100 micrometros - %<100 μ m) utilizou-se analisador de diâmetro de partículas por difração de raios laser Mastersizer S, versão 2.19 (Figura 6).

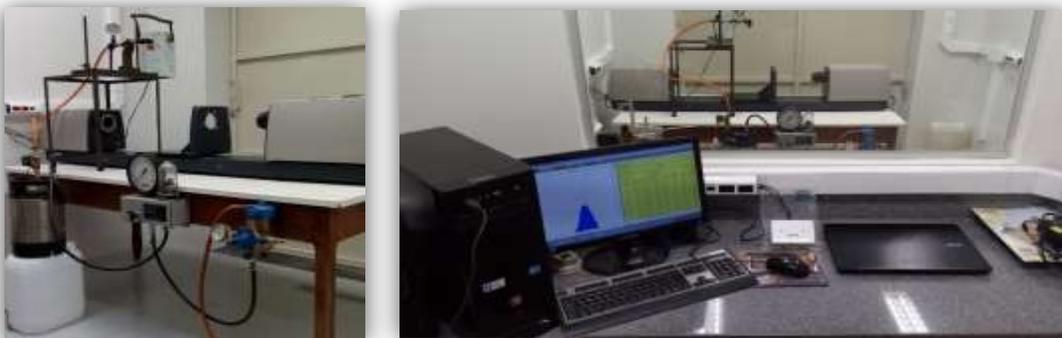


Figura 2. Determinador de tamanho de partículas Mastersizer S.

Para esta classe de gotas, o equipamento foi ajustado para avaliar gotas de 0,5 a 900 μ m (lente de 300 μ m). A pulverização foi acionada com ar comprimido e a pressão mantida constante com um regulador de pressão de precisão. Um oscilador longitudinal foi utilizado para que o jato da calda atravessasse transversalmente o feixe de raios laser durante a aquisição de dados pelo aparelho, visando uma amostragem representativa dos tamanhos de gota produzidos por toda a amplitude do jato da ponta. Para determinação de Span, foram utilizados os tamanhos de gotas que dividem o volume de calda em 10, 50 e 90% ($Dv_{0,1}$, $Dv_{0,5}$ e $Dv_{0,9}$), calculando-se a relação entre as diferenças de $Dv_{0,1}$ e $Dv_{0,5}$ pelo $Dv_{0,9}$ [$(Dv_{0,1}/Dv_{0,5})/Dv_{0,9}$]. Quanto menor o valor, mais uniformes as gotas de pulverização. Os dados foram submetidos a análise multivariada. Posteriormente, os dados de caracterização do espectro das gotas (DMV, Span e %<100 μ m), tensão superficial, ângulo de contato, pH e condutividade elétrica foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro fator (dados localizados nas porções extremas à esquerda e direita do gráfico) foi encontrada relação inversa entre o grupo de variáveis %<100 μ m e Span e o grupo compreendendo o Dv0,1, Dv0,5 e Dv0,9 (Figura 3). A relação foi positiva para as variáveis dentro de cada um dos grupos. Já para as demais variáveis, representadas principalmente pelo fator 2 (extremos superior e inferior do gráfico), observou-se forte correlação entre a tensão superficial e o ângulo de contato de ambas as superfícies. As variáveis pH e condutividade elétrica demonstraram correlação negativa entre si, porém com menor intensidade.

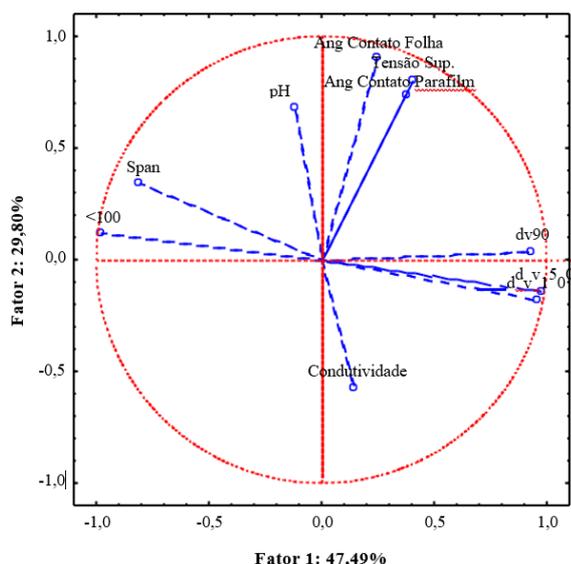


Figura 3. Projeção das variáveis em fator plano a partir de análise multivariada de componentes principais.

Foram observadas diferenças significativas dos fatores calda e volume sobre todas as variáveis de caracterização de pontas, com maior importância para o volume, seguido pela composição da calda (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização do espectro de gotas produzido para os fatores volume de aplicação e constituição da calda.

| | | Dv0,1 | Dv0,9 | Dv0,5 | SPAN | <100 |
|--------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Calda | G + Rumba | 59,33 ^a | 156,00 ^a | 102,38 ^a | 0,95 ^{ns} | 47,51 ^c |
| | G + Nimbus | 56,25 ^{bc} | 152,21 ^b | 98,83 ^b | 0,97 | 51,63 ^b |
| | G + Áureo | 57,17 ^b | 151,08 ^{bc} | 98,92 ^b | 0,95 | 51,50 ^b |
| | G + Orobor | 55,54 ^{bc} | 148,33 ^{cd} | 97,67 ^{bc} | 0,95 | 53,09 ^{at} |
| | G + Break-Thru | 54,71 ^c | 147,42 ^d | 96,75 ^c | 0,96 | 54,14 ^a |
| | DMS | 2,07 | 3,11 | 1,87 | 0,04 | 2,14 |
| Volume | 400 L ha ⁻¹ | 61,72 ^a | 157,63 ^a | 104,67 ^a | 0,92 ^a | 44,97 ^a |
| | 500 L ha ⁻¹ | 51,48 ^b | 144,38 ^b | 93,15 ^b | 1,00 ^b | 58,17 ^b |
| | DMS | 0,94 | 1,41 | 0,85 | 0,01 | 0,97 |
| | CV% | 4,58 | 2,57 | 2,36 | 5,18 | 5,19 |

Letras minúsculas iguais na coluna dentro de cada parâmetro analisado não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Dv0,5 = Diâmetro Mediano Volumétrico; Span = Coeficiente de uniformidade; %<100 μ m = Percentual de volume em gotas menores que 100 micrometros; Dv0,1 = diâmetro da gota que representa os 10% das gotas de menor tamanho; Dv0,9 = diâmetro da gota que representa os 10% das gotas de maior tamanho.

Para a variável $Dv_{0,5}$, a maior vazão resultou nos menores diâmetros de gotas devido às maiores pressões de trabalho utilizadas. No que se refere ao fator caldas, as maiores gotas foram produzidas para a calda contendo o adjuvante Rumba, seguido pelas caldas com Nimbus e Áureo e estas, por sua vez, diferindo da calda com Break-Thru, que apresentou as menores gotas. Para a uniformidade do diâmetro de gotas (Span), o menor volume de aplicação resultou em gotas mais uniformes ($Span \rightarrow 0$). O percentual de volume representado por gotas muito finas ($\% < 100\mu m$) aumentou significativamente no maior volume de aplicação. Já para o fator caldas fitossanitárias, os menores valores foram verificados para as caldas com o adjuvante Rumba, diferindo da calda constituída dos adjuvantes Nimbus e Áureo, e estes, por sua vez, do adjuvante Break-Thru. A diminuição dos valores nos parâmetros $Dv_{0,1}$, $Dv_{0,9}$ e $Dv_{0,5}$ explicam o aumento do volume de gotas mais suscetíveis à deriva, uma vez que gotas de menor tamanho resultam em maior volume de gotas finas. Na avaliação de estabilidade físico-química, não foram encontradas incompatibilidades quanto à separação de fases, formação de grumos, flocos, creme e cristais em nenhuma das caldas testadas. A formação de espuma foi observada em todos os tratamentos logo após a agitação, nos percentuais de 4, 6, 8, 4 e 10%, respectivamente para as caldas Rumba, Nimbus, Áureo, Orobor e Break-Thru. A calda que apresentou espuma consistente, observada até as avaliações de 2 HAP, foi a constituída do adjuvante Break-Thru. Quanto ao pH e à condutividade elétrica, foram observadas variações tanto para as caldas fitossanitárias quanto para os horários de avaliação (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3. Caracterização da calda quanto à condutividade elétrica ($\mu S/m$) e ao pH nos 4 momentos de avaliação.

| Calda | pH | | | | Condutividade | | | |
|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | 0h | 2h | 6h | 24h | 0h | 2h | 6h | 24h |
| G + Rumba | 9,6 ^{abB} | 9,7 ^{aA} | 9,5 ^{bcA} | 9,3 ^{cAB} | 37,9 ^{bB} | 40,3 ^{aB} | 35,2 ^{cC} | 32,4 ^{dD} |
| G + Nimbus | 9,8 ^{aA} | 9,7 ^{aA} | 9,4 ^{bA} | 9,0 ^{cC} | 31,2 ^{dD} | 33,4 ^{cE} | 35,3 ^{bBC} | 39,4 ^{aB} |
| G + Áureo | 9,5 ^{aB} | 9,6 ^{aA} | 9,3 ^{bA} | 9,1 ^{cBC} | 36,3 ^{bC} | 39,0 ^{aC} | 36,0 ^{bB} | 35,6 ^{bC} |
| G + Orobor | 9,1 ^{aC} | 9,2 ^{aB} | 8,6 ^{bB} | 8,0 ^{cD} | 64,5 ^{cA} | 66,9 ^{aA} | 65,1 ^{bcA} | 65,6 ^{bA} |
| G + Break-Thru | 9,7 ^{abA} | 9,8 ^{aA} | 9,5 ^{bcA} | 9,3 ^{cA} | 29,4 ^{dE} | 34,7 ^{aD} | 30,8 ^{cD} | 32,1 ^{bD} |
| DMS | Linha | 0,2 | COLUNA | 0,2 | Linha | 0,7 | COLUNA | 0,8 |
| CV(%) | 1,3 | | | | 1,1 | | | |

Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha iguais dentro de cada parâmetro analisado não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

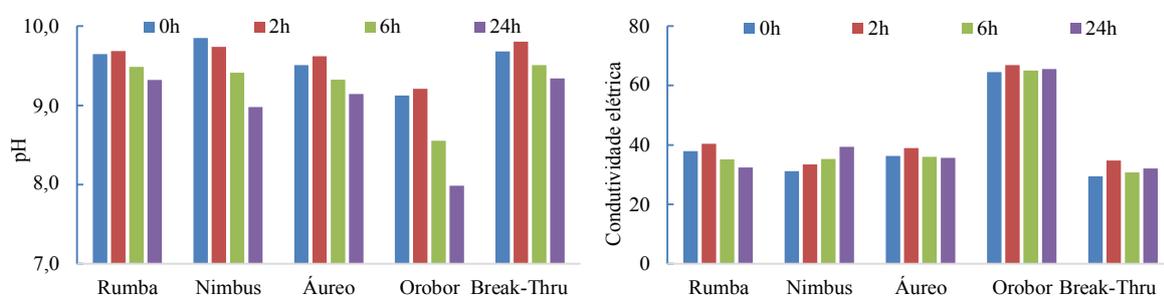


Figura 4. Caracterização da calda quanto a condutividade elétrica e pH nos 4 momentos de avaliação

Para o pH, foram observados comportamentos similares para todas as caldas fitossanitárias, com valores semelhantes para zero e duas HAP e decréscimo progressivo nas demais avaliações.

Para a condutividade elétrica, foram encontrados comportamentos no tempo semelhantes para as caldas constituídas de Rumba ou Áureo, com aumento 2 HAP e redução às 6 e 24 HAP (Tabela 3 e Figura 4). Para a calda com Nimbus, a condutividade apresentou incrementos sucessivos com o passar do tempo. Para as caldas com Orobor ou Break-Thru, a condutividade apresentou crescimento às 2 HAP em relação ao tempo zero, com redução às 6 HAP e novo aumento às 24 HAP. Quanto ao ângulo de contato sobre as superfícies (natural - folha de café; artificial - Parafilme) e tensão superficial, houve diferenças entre, ao menos, duas caldas fitossanitárias (Tabela 4). As caldas que resultaram nos maiores valores para ângulo de contato na superfície de folha de café assim também foram para a superfície parafilme e tensão superficial.

Tabela 4. Caracterização da calda sobre as variáveis ângulo de contato e tensão superficial ($N\ m^{-1}$) para os fatores volume de aplicação e constituição da calda. Letras minúsculas iguais na coluna dentro de cada parâmetro analisado não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

CONCLUSÃO

- Alterações no volume de aplicação por meio de incrementos na pressão de trabalho resultam no aumento de 22,7% de volume em gotas muito finas, com grande suscetibilidade à deriva, enquanto a seleção do adjuvante, para este parâmetro, pode influenciar em até 12,2%.
- O volume de aplicação tem pouca influência sobre os parâmetros tensão superficial e ângulo de contato, enquanto a seleção da constituição da calda pode influenciar na tensão superficial em 36,8%, no ângulo de contato sobre a folha em até 24,5% e 43% sobre o parafilme.

REFERÊNCIAS

CUNHA, J. P. A. R.; BUENO, M. R.; FERREIRA, M. C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v. 28, número especial, p. 1153-1158, 2010.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience. Journal**, v. 24, n. 4, p. 8-19, 2008.