



XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

Instituto Agronômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

TEMPERATURA E ADJUVANTES NA EVAPORAÇÃO E ESPALHAMENTO DE FUNGICIDA EM FOLHAS DE TOMATEIRO

Lais Maria Bonadio Precipito¹; João Victor Oliveira¹; Gustavo Dario²; Marco Antonio Gandolfo³; Rone Batista de Oliveira³

¹ Graduando (a) em Agronomia, Universidade Estadual do Norte do Paraná, UENP - CLM, Bandeirantes/PR, Brasil, (43) 99604 6031, e-mail: laisbonadio@gmail.com. ² Engenheiro Agrônomo, mestrando, Universidade Estadual do Norte do Paraná, UENP, Bandeirantes/PR, Brasil ³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Orientador, UENP- CLM, Bandeirantes/PR, Brasil

RESUMO: A temperatura do ar após a deposição dos agroquímicos na superfície foliar pode determinar os processos físicos de evaporação e molhamento. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da temperatura do ar e do uso de adjuvantes em caldas de fungicida, no molhamento e tempo de evaporação de gotas após a sua deposição em folhas de tomateiro. Gotas de 500 µm de diâmetro contendo o fungicida (Cabrio Top[®], 2 kg ha⁻¹) sem e com três adjuvantes: óleo mineral (Nimbus[®], 0,5% v v⁻¹), óleo vegetal (Agr'óleo[®], 0,5% v v⁻¹) e surfatante (Silwet[®], 0,04% v v⁻¹) foram depositadas em folhas de tomate em três condições de temperatura (24, 30 e 36°C) e umidade relativa do ar constante de 60%. Imagens sequenciais foram usadas para quantificar a área de molhamento e o tempo de evaporação. Para essas avaliações foram utilizados um gerador de gotas, um estereoscópio com câmera para captura de imagens e uma câmara climática de controle de temperatura e umidade relativa do ar. A elevação da temperatura ambiente (24°C para 36°C) causa redução do tempo de evaporação de gotas contendo fungicidas e adjuvantes em folhas de tomateiro com redução acentuada na ausência de adjuvantes. Aumento da área molhamento do fungicida com surfatante, redução com óleo vegetal e inalteração com o óleo mineral.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia de aplicação; análise por imagens; condições climáticas; fungicida.

INTRODUÇÃO

O tomate é uma cultura acometida por um grande número de doenças fúngicas que dependendo da severidade e incidência podem causar redução da produtividade e da qualidade do produto final, sendo o controle químico o principal método utilizado, pois é a medida mais rápida e eficiente quando a doença já está instalada (AGUIAR JR, 2009). A necessidade de uso mais eficiente e sustentável de agroquímicos exige uma melhor compreensão do processo de formação, impacto, espalhamento e retenção de gotas para atingir a cobertura adequada das folhas nas posições críticas dentro do dossel das culturas e dessa forma melhorar o controle dos agentes de danos (GLASS et al.,2010). O tamanho das gotas, características da superfície do alvo, umidade relativa e temperatura do ar e composição



XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

Instituto Agronômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

química das misturas de pulverização (água, pesticidas, aditivos) devem ser incluídos como fatores importantes que afetam a eficácia e eficiência das pulverizações (ZHU et al., 2007). O cultivo protegido, principal forma de plantio do tomate, é um sistema que apresenta grande oscilação de temperatura ao longo do dia, atingindo níveis superiores a 35°C nos momentos mais quentes. A alta temperatura é relatada em muitas pesquisas como um fator negativo à aplicação de produtos fitossanitários, pois pode aumentar as perdas durante o processo, sendo o uso de adjuvantes uma alternativa para reduzi-las. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da temperatura do ar e do uso de adjuvantes em caldas de fungicida, no molhamento e tempo de evaporação de gotas após a sua deposição em folhas de tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento usado foi um fatorial 4x3, com cinco repetições, quatro caldas: fungicida (Cabrio Top[®], 2 kg ha⁻¹) sem e com adição de três adjuvantes: óleo mineral (Nimbus[®], 0,5% v v⁻¹), óleo vegetal (Agr'óleo[®], 0,5% v v⁻¹) e surfatante (Silwet[®], 0,04% v v⁻¹) e três condições de temperatura: 24, 30 e 36°C ($\pm 1,5$ °C) com umidade relativa do ar constante em 60% ($\pm 5\%$). As concentrações nas caldas foram dosadas a uma taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹. Gotas de 500 μ m (± 30 μ m) de diâmetro foram depositadas sobre superfície adaxial de folhas de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) e em seguida iniciado a captura de imagens (vista superior) em intervalos de 3 s até a evaporação da gota por uma a uma câmera digital acoplada a um estereoscópio (zoom de 0,7x e ampliações na faixa de 10x), originando imagens do tipo Bitmap, com resolução de 1260 x 960, (Figura 1). Para a calibração do tamanho das gotas, foram depositadas 20 gotas sobre fios de teia de aranha fixados em um suporte, o que permite que esta permaneça em formato esférico para mensuração de seu diâmetro (Figura 1).

A área de molhamento da gota foi mensurada, em mm², delimitando as bordas das gotas, referente ao máximo espalhamento de cada repetição, usando a função polígono do software IsCapture 2.2.1. O programa foi calibrado com uma imagem de uma régua de 0,01 μ m. O tempo de evaporação foi calculado pela contabilização do número de fotos multiplicado pelo intervalo entre captura das imagens, conforme metodologia desenvolvida por Zhu et al. (2008). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk (P<0,05) e a homogeneidade de variância pelo teste de Levene. A análise de variância foi



XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

Instituto Agronômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

realizada pelo teste F e as médias dos tratamentos comparados pelo “Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias” a 95% (IC_{95%}).

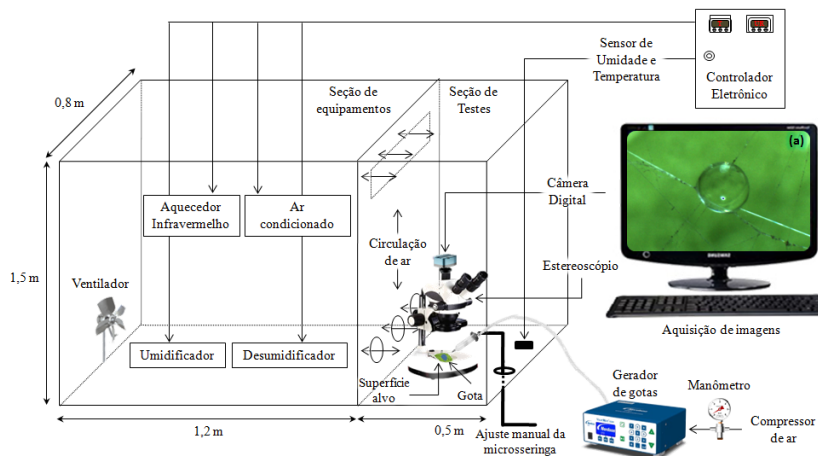


Figura 1. Sistema experimental com controle de temperatura, umidade relativa do ar, tamanho de gotas para análises por imagens de gotas sobre superfícies naturais e artificiais (OLIVEIRA et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre a temperatura e o uso de adjuvantes, o que indica que o espalhamento e evaporação de gotas depositadas sobre superfície adaxial de folha de tomateiro é influenciada tanto pelo uso de adjuvantes, quanto pela temperatura no momento da deposição e evaporação da gota (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância do efeito dos fatores na área de molhamento e tempo de evaporação de gotas de 500 µm depositadas em superfície adaxial de folhas de tomateiro em diferentes temperaturas e caldas.

Efeitos	Área de molhamento (mm ²)			Tempo de evaporação (s)		
	SQ	QM	F	SQ	QM	F
CA	1579,60	526,53	530,67*	666931,65	222310,55	1867,76*
Temperatura	15,88	7,94	8,00*	40323,90	20161,95	169,39*
CA*Temperatura	67,68	11,28	11,37*	44876,10	7479,35	62,84*
Resíduo	47,63	0,99		13,20	119,02	1867,76
CV		24,68%			4,70%	

*Significativo a 5% de probabilidade. CA: Calda de pulverização



XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

Instituto Agronômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

A adição de Silwet à calda de fungicida aumentou em nove vezes o espalhamento da gota sobre a folha na temperatura de 24°C e em dezoito vezes na temperatura de 36°C, entretanto reduziu o tempo de evaporação em 27,2% e 32,3% na menor e maior temperatura, respectivamente (Figura 2A). O óleo mineral reduziu o espalhamento da gota nas temperaturas mais amenas (24 e 30°C), e o óleo vegetal, não alterou seu espalhamento sobre a folha (Figura 2B). A eficiência das aplicações de produtos fitossanitários é frequentemente relacionada com o espalhamento e a evaporação das gotas aplicadas, e pode ser reduzida se o ingrediente ativo não se espalhar de forma uniforme sobre o alvo (XU et al., 2010). Fungicidas em geral necessitam de uma boa cobertura do alvo para obtenção de controle fitossanitário satisfatório, sendo assim, tecnologias que melhorem a cobertura do alvo podem ser benéfica no controle. O aumento da temperatura de 24 para 30°C não alterou o espalhamento da gota sobre o alvo, entretanto, quando a temperatura subiu de 30 para 36°C ocorreu uma redução do espalhamento nas caldas de fungicida sozinho e com adição de óleo vegetal e um aumento do espalhamento na calda de fungicida e surfatante. Portanto temperaturas muito altas (acima de 30°C) podem reduzir ou aumentar a área de cobertura das gotas na folha dependendo da calda, evidenciando a importância das condições de temperatura no momento da aplicação do produto, principalmente em cultivo protegido, onde essa variável sofre grande oscilação ao longo do dia. O fungicida na ausência de adjuvantes foi o que apresentou maior redução do tempo de evaporação com o aumento da temperatura, de 24 para 36°C, aproximadamente 44%. O uso de adjuvantes manteve as gotas de fungicida mais estáveis à oscilação de temperatura, pois embora tenha ocorrido redução, elas foram menores, aproximadamente 5% nas caldas de óleo vegetal, 21% para o óleo mineral e 33,7% para o surfatante. A adição de óleo vegetal à calda de fungicida aumentou o tempo de duração da gota em estado líquido sobre a folha, enquanto o óleo mineral e o surfactante reduziram esse tempo. Na maior temperatura, gotas de fungicida e surfatante permanecem líquidas sobre a folha por de 62 s, enquanto as de óleo vegetal duraram cerca de seis vezes mais, 360 s.

CONCLUSÕES

A elevação da temperatura ambiente (24°C para 36°C) causa:

Redução do tempo de evaporação de gotas contendo fungicidas e adjuvantes em folhas de tomateiro com redução acentuada na ausência de adjuvantes;



XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

Instituto Agrônômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

Aumento da área molhamento do fungicida com surfatante, redução com óleo vegetal e inalteração com o óleo mineral.

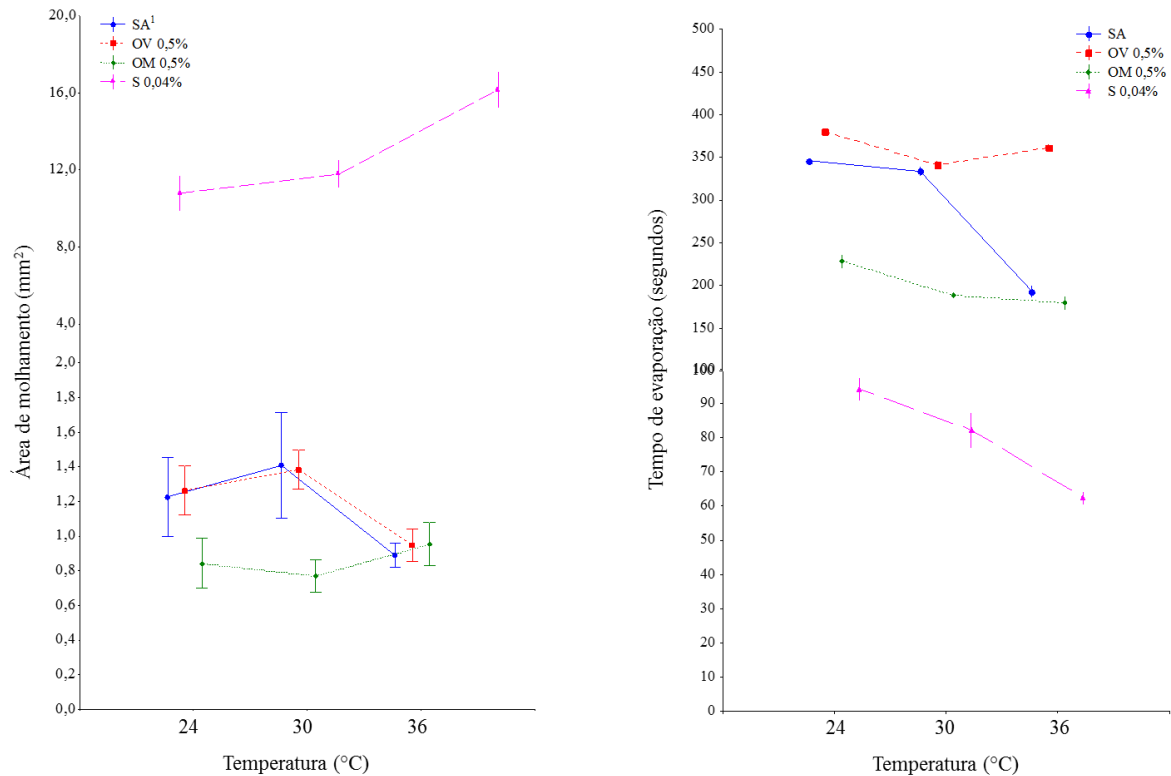


Figura 2. Área de molhamento (A e B) e tempo de evaporação (C) de gotas de provenientes de caldas de fungicida isolado e com adjuvantes em diferentes temperaturas e umidade relativa do ar de 60%, depositadas sobre folha de tomateiro. Os pontos representam a média e as barras o IC95%. ¹ SA: sem adjuvante; OV: óleo vegetal; OM: óleo mineral, S: surfatante.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor reconhece a concessão de uma bolsa de iniciação científica do CNPq; Ao Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas – NITEC, Universidade Estadual do Norte do Paraná- UENP.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JÚNIOR, H. O. Adjuvantes e assistência de ar junto à barra de pulverização no controle da deriva e da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP.



XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA
Instituto Agronômico - Campinas, SP
7 a 9 de Fevereiro de 2017

GLASS, R. C.; WALTERS, K. F.; GASKELL, P. H.; LEE, Y. C.; THOMPSON, H. M.; EMERSON, D. R.; GU, X. J. Recent advances in computational fluid dynamics relevant to the modelling of pesticide flow on leaf surfaces. *Pest management science*, v. 66, n. 1, p. 2-9, 2010.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, E. H. Adjuvant effects on evaporation time and wetted area of droplets on waxy leaves. *Transactions of the ASABE*, v. 53. n.1, p. 13-20, 2010.

ZHU, H.; YU, Y.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; KRAUSE, C. R. Evaporation and wetted area of single droplets on waxy and hairy leaf surfaces. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, v. 73, n. 4, p. 711-718, 2007.

ZHU, H.; YU, Y.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; Krause, C. R. Influence of spray additives on droplet evaporation and residual patterns on wax and wax-free surfaces. *Transactions of the ASABE*, paper 083752, ASABE, St Joseph, MI, 2008.

OLIVEIRA, R.B.; GANDOLFO, M.A.; GIMENES, G.R.; OTANI, T.M.; DARIO,G.; MORAES, E.D. Sistema experimental para quantificar a evaporação e molhamento de gotas sob condições climáticas controladas in: VI SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 2013.Londrina. Anais do VI SINTAG. Botucatu: FEPAF, 2013.