

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (5)

May 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14520211339>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1339>



Compatibilidade físico-química de caldas fungicidas e adjuvantes

Physical and chemical compatibility of fungicides and adjuvant

Rogério Philipe Martins Ribeiro

Instituto Federal Goiano, Câmpus Morrinhos

Lilian Lúcia Costa

Instituto Federal Goiano, Câmpus Morrinhos

Corresponding author

Érica Fernandes Leão-Araújo

Instituto Federal Goiano, Campus Urataí

erica.leao@ifgoiano.edu.br

Arthur Oliveira

Instituto Federal Goiano, Campus Urataí

Resumo: Os adjuvantes podem melhorar a qualidade das aplicações, porém a interação adjuvante e agrotóxico é um processo complexo, que envolve muitos aspectos físicos, químicos e fisiológicos, e pode variar para cada condição testada. Assim, objetivou-se avaliar a compatibilidade físico-química de caldas fungicidas comumente utilizadas na cultura da soja associadas a diferentes adjuvantes e com a água. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições, sendo o primeiro fator referente aos fungicidas (Fox®, Orkestra® e Mancozeb Glory®) e o segundo fator aos adjuvantes (Assist®, Aureo®, Nimbus®, Prime® + Prime citrus® e a água). A concentração das caldas foi estipulada adotando-se volume de calda de 100 L ha⁻¹ e a dose recomendada pelos fabricantes. As características avaliadas foram: compatibilidade física (presença ou não de floculação, sedimentação, separação de fases, formação de grumos, separação de óleo, formação de cristais e creme e formação de espuma) e compatibilidade química (pH e condutividade elétrica). As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Os fungicidas possuem afinidades diferentes com os adjuvantes não sendo possível generalizar as recomendações. A compatibilidade físico-química entre os fungicidas e os adjuvantes avaliados é dependente do período de repouso sendo fundamental a agitação constante antes e durante a aplicação. Na ausência de agitação no tanque de pulverização, o adjuvante Aureo® é mais indicado por manter a homogeneidade física das caldas. A maior redução do pH, bem como o maior aumento na condutividade elétrica das caldas fungicidas foram ocasionados pelos adjuvantes: Prime® + Prime Citrus®.

Palavras-chave: Acidez. Condutividade elétrica. Hidrólise alcalina. Potencial hidrogeniônico. Pulverização.

Abstract: Adjuvants can improve the quality of applications, but the adjuvant and pesticide interaction is a complex process, which involves many physical, chemical and physiological aspects, and can vary for each condition tested. Thus, the objective was to evaluate the physical-chemical compatibility of fungicide mixtures commonly used in soybean culture associated with different adjuvants and with water. The experiment was conducted in a completely randomized design (DIC) in a 3 x 5 factorial scheme with four replications, the first factor referring to fungicides (Fox®, Orkestra® and Mancozeb Glory®) and the second factor to adjuvants (Assist®, Aureo®, Nimbus®, Prime® + Prime citrus® and water). The concentration of the mixtures was stipulated by adopting a mix volume of 100 L ha⁻¹ and the dose recommended by the manufacturers. The characteristics evaluated were: physical compatibility (presence or absence of flocculation, sedimentation, phase separation, lump formation, oil separation, crystal and cream formation and foam formation) and chemical compatibility (pH and electrical conductivity). The treatment means were compared by the Tukey test at 0.05 significance. Fungicides have different affinities with adjuvants and it is not possible to generalize the recommendations. The physical-chemical compatibility between the fungicides and the adjuvants evaluated is dependent on the resting period and constant agitation before and during application is essential. In the absence of agitation in the spray tank, the Aureo® adjuvant is more suitable for maintaining the physical homogeneity of the mixes. The greatest reduction in pH, as well as the greatest increase in the electrical conductivity of the fungicide mixtures were caused by the adjuvants: Prime® + Prime Citrus®.

Keywords: Acidity. Electric conductivity. Alkaline hydrolysis. Hydrogen potential. Pulverization.

Introdução

A manutenção da produtividade e rentabilidade de cultivos em escala comercial é dependente do uso de produtos fitossanitários. No entanto, seja na pulverização terrestre ou aérea, o sucesso do tratamento fitossanitário depende não somente de produtos de ação comprovada, mas também da qualidade da aplicação (Fritz et al., 2014; Carvalho et al., 2016).

Os adjuvantes podem melhorar a qualidade das aplicações, porém a interação adjuvante e agrotóxico é um processo complexo, que envolve muitos aspectos físicos, químicos e fisiológicos, e pode variar para cada condição testada (Mendonça & Raetano, 2007).

Interações complexas podem resultar em aumento (sinergismo) ou redução (antagonismo) da eficiência no controle do alvo desejado. Este tipo de interação pode ocorrer mesmo quando a combinação de produtos se mostra compatível fisicamente. Como resultado, a combinação de produtos pode reduzir a eficiência das moléculas sobre o alvo e até mesmo intensificar a seleção de populações de organismos resistentes (Belz et al., 2008; Queiroz et al., 2008; Ikeda, 2013; Petter et al., 2013).

Algumas pesquisas que avaliaram os efeitos de adjuvantes constatou que o grupo químico, a dosagem e a formulação dos adjuvantes interferem nas propriedades físico-químicas das caldas de pulverização, sendo a tensão superficial, o pH, a condutividade elétrica e a viscosidade as propriedades mais sensíveis à adição dos adjuvantes (Maciel et al., 2010; Petter et al., 2013; Silva-Matte et al., 2014; Decaro Jr. et al., 2015; Sasaki et al., 2015; Costa et al., 2017).

Segundo Wolf et al. (2003) alguns adjuvantes podem prejudicar a pulverização ao invés de melhorar. Quando há incompatibilidade entre produtos, pode haver separação de fases, formação de flocos, precipitações e ainda incrustações no tanque, barras e bicos do pulverizador (Silva et al., 2007; Petter et al., 2012). Essas alterações podem ocasionar dentre outros efeitos, o entupimento dos bicos de pulverizações e filtros com excessivas paradas para desentupimento durante as aplicações além de perda na eficácia dos produtos fitossanitários pela redução da quantidade de ingrediente ativo que não é aplicada junto com as gotas pulverizadas (Petter et al., 2012).

A mensuração da condutividade elétrica e do pH também são importantes para avaliação da estabilidade e solubilidade das caldas fitossanitárias. A condutividade elétrica refere-se à condução de corrente elétrica na solução e o pH define o grau de alcalinidade ou acidez de uma solução, numa escala de 0 a 14. Os produtos fitossanitários podem ser degradados facilmente por hidrólise em meio alcalino, uma vez que grande parte das formulações são preparadas em água (Petter et al., 2013).

Entretanto, de acordo com Kissmann (1997), os produtos são formulados para tolerar alguma variabilidade no pH das caldas.

Estudos mais detalhados sobre a ação de adjuvantes na melhoria da qualidade das aplicações de produtos fitossanitários são indispensáveis quando se busca atingir o alvo desejado de forma mais eficiente. De Schampheleire et al. (2009) e Silva-Matte et al. (2014), relataram que características físico-químicas de caldas fitossanitárias é considerado um assunto com poucas informações e que a maioria das pesquisas são relacionadas com aplicações de adjuvantes e herbicidas. Daí a

necessidade de se avaliar o comportamento de adjuvantes em associação com outros tipos de produtos fitossanitários. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar após a adição de diferentes adjuvantes a compatibilidade físico-química de caldas com diferentes fungicidas comumente utilizados na cultura da soja.

Métodos

O experimento foi conduzido em laboratório do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Morrinhos-GO. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos foram representados pela combinação de três fungicidas: Mancozeb Glory® (Azoxistrobina + Mancozebe, fungicida de contato e sistêmico dos grupos químicos estrobilurina e alquilenobis (ditiocarbamato)), Fox® (Trifloxistrobina + Protiocanazol, fungicida mesostêmico e sistêmico dos grupos químicos das estrobilurina e triazolinthione) e Orkestra® SC (Piraclostrobina + Fluxaproxade, fungicida de ação protetora e sistêmica dos grupos químicos estrobilurina e carboxamida), combinados com quatro adjuvantes e água (Assist® - óleo mineral; Aureo® - óleo vegetal; Nimbus® - óleo mineral; Prime® + Prime citrus® - fertilizantes foliares com características de adjuvantes) nas doses descritas na tabela 1.

Os adjuvantes Prime® e Prime citrus®, segundo informações do fabricante, são registrados no ministério da agricultura e atuam como fertilizantes foliares, mas ambos têm características de adjuvantes por apresentar na sua formulação tensoativos, surfactantes e aditivos que eliminam a espuma, reduz o pH da calda e diminuem a tensão superficial da gota.

No preparo das caldas foi utilizada água-padrão com dureza total de 20 mg kg⁻¹ em equivalente de CaCO₃. As misturas entre os produtos na calda (fungicidas + adjuvantes) foram realizadas adicionando-se primeiro os adjuvantes e posteriormente os fungicidas. Cada repetição foi composta por uma proveta de 250 mL contendo o tratamento.

De acordo com as doses utilizadas, a concentração dos produtos na calda foi equivalente ao volume de aplicação de 100 L ha⁻¹. No preparo das caldas, os produtos foram medidos com pipetas graduadas em quantidades ajustadas para o volume de 250 mL da proveta.

Foram adicionados 210 mL de água-padrão previamente preparada em cada proveta graduada. Em seguida, o respectivo adjuvante na proveta e a mesma foi vertida por 10 vezes, sendo uma vez a cada 2 segundos para homogeneização. Posteriormente, completou-se o volume da proveta com água-padrão e o respectivo fungicida até a marca de 250 mL, sendo a proveta tampada e vertida por mais 10 vezes.

Em temperatura ambiente de 25 °C ± 0,5, as caldas foram avaliadas pelo método estático de compatibilidade físico-química obtendo-se tabelas descritivas quanto aos aspectos de homogeneidade/heterogeneidade. As caldas foram avaliadas visualmente quanto à presença ou não de floculação, sedimentação, separação de fases, formação de grumos, separação de óleo, formação de cristais e creme e formação de espuma nas caldas. As caldas foram avaliadas em quatro momentos: 1. Imediatamente após o preparo; 2. Após 15 min em repouso; 3. Após 30 min em repouso; 4. Após 1 h em repouso. Os resultados foram interpretados de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Critérios para interpretação dos resultados obtidos em cada avaliação

Compatível	Homogêneo em todos os prazos de avaliação
Compatível sob agitação	Homogêneo sob agitação
Incompatível/Heterogêneo	Heterogêneo em qualquer avaliação

O potencial hidrogeniônico e a condutividade elétrica foram medidos imediatamente após o preparo de cada calda e após o repouso nos demais momentos de avaliação. Para isto, foi utilizado um peagâmetro portátil (Kasvi) e condutímetro de bancada (QUIMIS, Q-795A2), respectivamente. Os equipamentos foram previamente calibrados por meio de soluções padrão.

Os dados obtidos de potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica das caldas fitossanitárias foram submetidos ao teste F da análise de variância e, quando significativo ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

Resultados e discussão

O fungicida Fox[®] foi compatível, apresentando homogeneidade, com todos os adjuvantes avaliados, em todos os tempos de avaliação. Os fungicidas Orkestra[®] e Mancozeb Glory[®] foram compatíveis com os adjuvantes somente imediatamente após o preparo das misturas. Com o repouso, observou-se algumas incompatibilidades físicas, indicando a necessidade de agitação constante das caldas fitossanitárias.

O fungicida Orkestra[®] com os adjuvantes Assist[®] e Nimbus[®], após 15, 30 e 60 minutos de repouso, ocorreu a floculação. Nesses mesmos intervalos de avaliação, o fungicida Mancozeb Glory[®] com os adjuvantes Assist[®], Nimbus[®] e Prime[®] + Prime Citrus[®] ocorreu a sedimentação.

As implicações dessas incompatibilidades na qualidade do controle fitossanitário devem ser investigadas. Segundo Petter et al. (2013), a presença de sedimentos no fundo do tanque do pulverizador pode resultar em menor eficácia no controle do alvo preconizado devido a concentração desuniforme do produto na aplicação, a qual pode ser evitada pela agitação contínua da calda. Desta forma, os envolvidos no processo de tratamento

fitossanitários devem ser orientados sobre a importância da agitação de calda.

As caldas de fungicidas com o adjuvante Aureo[®] apresentaram-se homogêneas nos intervalos das avaliações. Assim, na ausência de agitação, esse adjuvante seria o mais indicado em relação aos demais, os quais apresentaram aspectos de heterogeneidade quando as caldas estavam em repouso, sendo necessário a agitação das misturas para se ter compatibilidade.

O potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica das caldas fitossanitárias também são parâmetros indicativos de compatibilidade ou incompatibilidade entre produtos. Nas Tabelas 1 e 2 têm-se o pH e a condutividade elétrica, respectivamente, das caldas de fungicidas associados aos adjuvantes e a água. Em todos os tempos de avaliação houve interação significativa entre os fungicidas e os adjuvantes, demonstrando a dependência entre eles. Portanto, de acordo com Cunha et al. (2017) não se deve generalizar o efeito do uso de adjuvantes nas caldas fitossanitárias sem considerar o produto utilizado.

Os fungicidas Fox[®] e Mancozeb Glory[®] quando adicionados os adjuvantes Assist[®], Aureo[®] e Nimbus[®] tiveram os pHs das soluções próximos à neutralidade em todos os tempos de avaliação, inclusive quando em solução contendo somente a água com os respectivos fungicidas (Tabela 1). Isso demonstra que independente da adição desses adjuvantes o pH das misturas mantiveram valores próximo de 7,0.

Quando o pH da mistura está próximo a neutralidade apresentam maiores quantidades de cátions que podem se ligar aos ativos dispersos, levando assim a ocorrência de precipitados e acelerar a degradação do produto diminuindo a quantidade de ingrediente ativo disponível que por sua vez diminuem a eficácia biológica do produto (Cunha & Alves, 2009; Petter et al., 2013).

Por outro lado, os mesmos fungicidas associados aos adjuvantes Prime® + Prime Citrus® tiveram redução dos pHs das soluções, sendo maior quando associados ao fungicida Fox®, abaixo de 3,0 e, menos acentuada com o fungicida Mancozeb Glory®, com valores próximos a 5,0 (Tabela 2).

De acordo com Murphy (2004), os produtos fitossanitários têm diferentes pHs de funcionamento. De modo geral, os produtos fitossanitários apresentam maior eficiência quando as caldas são um pouco ácidas, com pH entre 6 e 6,5. Mas quando ocorre a acidificação demasiada é indesejável porque a ação fungitóxica do produto pode ser alterada devido a precipitação dos produtos.

Em solução aquosa, contendo apenas o fungicida Orkestra®, os pHs observados foram acima de 7,0, indicando que a própria composição do produto forma uma calda alcalina (Tabela 2). A adição do adjuvante Assist® manteve o pH das soluções próximos à neutralidade e o adjuvante Nimbus® aumentou ainda mais o pH da calda, deixando-a mais alcalina em relação à solução contendo somente água e o fungicida Orkestra® (Tabela 2). Enquanto a adição dos adjuvantes Prime® + Prime Citrus® diminui o pH para valores abaixo de 3,0 acidificando a calda (Tabela 2).

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos e doses utilizadas no ensaio. Morrinhos-GO, 2019/2020.

Tratamentos	Doses
Fox® + Assist®	0,40 L ha ⁻¹ + 0,50% v.v. (mL/100 L)
Fox® + Aureo®	0,40 L ha ⁻¹ + 0,50% v.v. (mL/100 L)
Fox® + Nimbus®	0,40 L ha ⁻¹ + 0,15% v.v. (mL/100 L)
Fox® + Prime® + Prime Citrus®	0,40 L ha ⁻¹ + 0,05% v.v. (mL/100 L)
Fox® + Água	0,40 L ha ⁻¹
Orkestra® + Assist®	0,35 L ha ⁻¹ + 0,50% v.v. (mL/100 L)
Orkestra® + Aureo®	0,35 L ha ⁻¹ + 0,50% v.v. (mL/100 L)
Orkestra® + Nimbus®	0,35 L ha ⁻¹ + 0,15% v.v. (mL/100 L)
Orkestra® + Prime® + Prime Citrus®	0,35 L ha ⁻¹ + 0,05% v.v. (mL/100 L)
Orkestra® + Água	0,35 L ha ⁻¹
Mancozeb Glory® + Aureo®	2,00 kg ha ⁻¹ + 0,50% v.v. (mL/100 L)
Mancozeb Glory® + Assist®	2,00 kg ha ⁻¹ + 0,50% v.v. (mL/100 L)
Mancozeb Glory® + Nimbus®	2,00 kg ha ⁻¹ + 0,15% v.v. (mL/100 L)
Mancozeb Glory® + Prime® + Prime Citrus®	2,00 kg ha ⁻¹ + 0,05% v.v. (mL/100 L)
Mancozeb Glory® + Água	2,00 kg ha ⁻¹

Tabela 2. Desdobramento da interação entre fungicidas e adjuvantes no potencial hidrogeniônico (pH) imediatamente (tempo 0), quinze minutos (tempo 15), trinta minutos (tempo 30) e sessenta minutos (tempo 60) após o preparo das caldas fitossanitárias.

Potencial Hidrogeniônico no tempo 0					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	7,29 b A	6,63 a C	7,01 a B	2,72 b D	7,22 a AB
Orkestra	7,10 ab D	8,16 c C	9,29 c A	2,63 b E	8,93 b B
Mancozeb Glory	7,01 a B	6,91 b B	7,28 b A	5,10 a C	7,10 a AB
Potencial Hidrogeniônico no tempo 15					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	6,91 a B	7,09 b AB	7,14 a A	2,57 c C	7,23 a A
Orkestra	7,31 b D	8,00 c C	9,29 b A	2,77 b E	9,00 b B
Mancozeb Glory	7,06 a B	6,69 a C	7,27 a A	5,07 a D	7,17 a AB
Potencial Hidrogeniônico no tempo 30					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	6,90 a C	7,03 b BC	7,26 a A	2,71 c D	7,19 b AB
Orkestra	7,12 b D	8,03 c C	9,43 b A	2,85 b E	9,17 c B
Mancozeb Glory	7,05 b B	6,76 a C	7,23 a A	5,06 a D	6,89 a BC
Potencial Hidrogeniônico no tempo 60					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	6,73 a B	6,97 a B	7,47 b A	2,73 b C	7,24 b A
Orkestra	7,23 b C	8,16 b B	9,46 c A	2,62 b D	9,20 c A
Mancozeb Glory	7,05 b A	6,76 a B	7,19 a A	4,74 a C	6,93 a AB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Da mesma forma que a acidez excessiva, a alcalinidade também é prejudicial. O pH alcalino causa instabilidade na mistura e como consequência há um controle deficiente da praga ou doença (Murphy, 2004). Outro agravante é que a maioria dos produtos fitossanitários se decompõe rapidamente em pH alcalino (Kissmann, 1997). A correção de pH que normalmente se busca é o de abaixamento do pH porque a maioria dos produtos não são afetados pela acidez como o são pela alcalinidade.

A redução do pH proporcionado pela adição do Prime® + Prime Citrus® às caldas fungicidas provavelmente se deve ao fato de serem fertilizantes foliares com propriedades de adjuvantes. E a natureza alcalina, ácida ou básica dos fertilizantes foliares têm influência direta no pH da mistura, que por sua vez, é o principal causador de problemas de incompatibilidades físicas e químicas das misturas.

Em todos os tempos de avaliação das caldas fitossanitárias, os fungicidas Fox® e Orkestra® em solução aquosa ou quando adicionados os adjuvantes Assist® ou Prime® + Prime Citrus® tiveram condutividade elétrica semelhantes e significativamente menor do que o Mancozeb Glory® (Tabela 3). Associados aos adjuvantes Aureo® e Nimbus® os menores valores de condutividade elétrica foram observados com o fungicida Fox®, enquanto os maiores valores com o Mancozeb Glory® (Tabela 3).

Os fungicidas Fox®, Orkestra® e Mancozeb Glory® tiveram os maiores valores de condutividade

elétrica quando associados aos adjuvantes Prime® + Prime Citrus® (Tabela 3). Entretanto, ressalta-se que a condutividade elétrica do fungicida Mancozeb Glory® apesar de significativamente maior quando associados a esses adjuvantes, também tiveram valores altos de condutividade elétrica quando combinados aos adjuvantes Assist®, Aureo® e Nimbus® e, inclusive na ausência deles (Tabela 3), indicando que o próprio fungicida Mancozeb Glory® é responsável pela maior condutividade das soluções.

Já os fungicidas Fox® e Orkestra® tiveram a condutividade elétrica alterada pela adição do Prime® + Prime Citrus® que foi significativamente maior em relação a esses fungicidas em solução aquosa ou associados com os demais adjuvantes (Tabela 3).

De acordo com Carlson & Burnside (1984) e Rheinheimer & Souza (2000), a condutividade elétrica quando elevada, indica a presença de grandes quantidades de íons, os quais podem diminuir a eficácia biológica dos produtos. Por outro lado, Maski & Durairaj (2010) relataram que a condutividade elétrica é uma característica importante na pulverização eletrostática. Os autores encontraram maior carga elétrica em gotas resultantes da pulverização de caldas com maior condutividade elétrica, indicando que os adjuvantes Prime® + Prime Citrus® poderiam ser bons aliados na pulverização eletrostática.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre fungicidas e adjuvantes na condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) imediatamente (tempo 0), quinze minutos (tempo 15), trinta minutos (tempo 30) e sessenta minutos (tempo 60) após o preparo das caldas fitossanitárias.

Condutividade Elétrica no tempo 0					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	45,93 b B	59,03 c B	45,47 c B	1207,33 b A	47,93 b B
Orkestra	59,10 b B	110,27 b B	93,63 b B	1201,00 b A	86,73 b B
Mancozeb Glory	1471,33 a B	1495,33 a B	1148,00 a C	1942,33 a A	1846,33 a A
Condutividade Elétrica no tempo 15					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	39,87 b B	57,20 c B	45,90 c B	1209,67 b A	47,97 b B
Orkestra	57,67 b B	110,63 b B	98,77 b B	1160,33 c A	87,73 b B
Mancozeb Glory	1396,00 a D	1593,33 a C	1213,67 a E	1946,00 a A	1734,00 a B
Condutividade Elétrica no tempo 30					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	39,97 b B	59,07 c B	45,73 c B	1207,00 b A	48,20 b B
Orkestra	57,07 b B	110,57 b B	97,83 b B	1192,33 b A	88,67 b B
Mancozeb Glory	1386,33 a D	1628,33 a C	1229,33 a E	1957,33 a A	1896,66 a B
Condutividade Elétrica no tempo 60					
Fungicidas	Adjuvantes				
	Assist	Aureo	Nimbus	Prime + P. Citrus	Água
Fox	39,90 b B	56,87 c B	46,40 c B	1202,00 b A	49,37 b B
Orkestra	56,73 b B	112,47 b B	97,53 b B	1200,00 b A	88,73 b B
Mancozeb Glory	1396,67 a C	1699,67 a B	1248,33 a D	2002,00 a A	1804,66 a B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conclusões

Os fungicidas possuem afinidades diferentes com os adjuvantes não sendo possível generalizar as recomendações. Os adjuvantes podem alterar as propriedades físico-químicas das caldas e o seu uso correto pode aumentar o desempenho dos produtos aplicados. A compatibilidade físico-química entre os fungicidas e os adjuvantes avaliados é dependente do período de repouso sendo fundamental a agitação constante antes e durante a aplicação. Na ausência de agitação no tanque de pulverização, o adjuvante Aureo® é mais indicado por manter a homogeneidade física das caldas. A maior redução do pH, bem como o maior aumento na condutividade elétrica das caldas fungicidas foram ocasionados pelos adjuvantes Prime®+ Prime Citrus®. O Mancozeb Glory® aumenta a condutividade elétrica das soluções, sendo mais expressiva com os adjuvantes Prime® + Prime Citrus®.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, GO e às empresas Sabedoria Agrícola (SABRI) e Agripon pelo apoio financeiro concedido para condução e execução desta pesquisa.

Referências

BELZ, R.G.; CEDERGREEN, N.; SORENSEN, H. Hormesis in mixture – Can it be predicted? *Science of the total environment*, 404: 77-87, 2008.

CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. *Weed Science*, 32: 841-884, 1984.

CARVALHO, F.K.; ANTUNIASSI, U.R.; CHECHETTO, R.G.; MOTA, A.A.B.; KRUGER, G.R. Blade angle effect on droplet size spectrum of rotary atomizers used in Brazil. *Engenharia Agrícola*, 36: 1118-1125, 2016.

COSTA, L.L.; DA SILVA, H.J.P.S.; ALMEIDA, D.P.; FERREIRA, M.C.; PONTES, N.C. Droplet spectra and surface tension of spray solutions by biological insecticide and adjuvants. *Engenharia Agrícola*, 37: 292-301, 2017.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S. Características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. *Interciência*, 34: 655-659, 2009.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G. S.; MARQUES, R.S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. *Revista Ciência Agronômica*, 48: 261-270, 2017.

DECARO JR, S.T.; FERREIRA, M.C.; LASMAR, O. Physical characteristics of oily spraying liquids and droplets formed on coffee leaves and glass surfaces. *Engenharia Agrícola*, 35: 588-600, 2015.

DE SCHAMPHELEIRE, M.; NUYTENS, D.; BAETENS, K.; CORNELIS, W.; GABRIEL, D.; SPANOGHE, P. Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. *Precision Agriculture*, 10: 409-420, 2009.

FRITZ, B.K.; HOFFMANN, W.C.; KRUGER, G.R.; HENRY, R.S.; HEWITT, A.; CZACZYK, Z., Comparison of drop size data from ground and aerial application nozzles at three testing laboratories. *Atomization Sprays*, 24: 181-192, 2014.

IKEDA F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. *Informe Agropecuário*, v.4, n.276, 2013.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas... Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

MACIEL, C.D.G.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO A.M.; POLETINE, J.P.; BASTOS, S.L.W.; DIAS, N. M.S. Tensão superficial estática de misturas em tanque de Glyphosate + Chlorimuron-Ethyl isoladas ou associadas a adjuvantes. *Planta Daninha*, 28: 673-685, 2010.

MASKI, D.; DURAIRAJ, D. Effects of electrode voltage, liquid flow rate, and liquid properties on spray chargeability of an air-assisted electrostatic-induction spray charging system. *Journal of Electrostatics*, 68: 152-158, 2010.

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

MURPHY, G. Water pH and its effect on pesticides. *Ontário: Ministry of Agriculture and Food*, 2004. Disponível em: <<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/hort/news/grower/2004/08gn04a1.htm>>.

PETTER, A.F.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F.A.; NETO, F.A.; PACHECO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. *Planta daninha*, 30: 449-457, 2012.

PETTER, A.F.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F.A.; NETO, F.A.; PACHECO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. *Comunicata Scientiae*, 4: 129-138, 2013.

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

RHEINHEIMER, D.S.; SOUZA, R.O. Condutividade elétrica e acidificação de águas usadas na aplicação de herbicidas no Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 30: 97-104, 2000

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; SANTIAGO, H.; MADUREIRA, R.P.; MACIEL, C.F.S.; FERNANDES, H.C. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. *Ciência Rural*, 45: 274-279, 2015.

SILVA, J.F.; SILVA, J.F.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas.

In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Ed.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SILVA-MATTE, S.C.; COSTA, N.V.; PAULY, T.; COLTRO-RONCATO, S.; OLIVEIRA, A.C.; CASTAGNARA, D.D. Variabilidade da quebra da tensão superficial da gota pelo adjuvante (Aureo®) em função de locais de captação de água. *Revista Agrarian*, 7: 264-270, 2014.

WOLF, R.E.; GARDISSER, D.R.; MINIHAN, C.L. Field comparisons for drift reducing/deposition aid tank mixes. St. Joseph: ASAE, 2003. 17p. (ASAE PAPER N° AA03-002).