

## AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE MISTURAS EM TANQUE DE HERBICIDA, INSETICIDA E FUNGICIDA COM ADJUVANTES

Jéssica Tiemi Hama<sup>1\*</sup>, João Igor de Souza<sup>2</sup>, Cleber Daniel de Goes Maciel<sup>2</sup>, André Augusto Pazinato da Silva<sup>2</sup>, Enelise Osco Helvig<sup>2</sup>, Gustavo Malaquias Czarnieski<sup>2</sup>, Katyussa Grassato<sup>3</sup>, Guilherme Bispo Leal<sup>4</sup>, Andreir Campos Pereira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Faculdades Integradas de Ourinhos - FIO, Departamento de Agronomia, Rodovia BR 153, Km 338+420m, Bairro Água do Cateto, Ourinhos-SP. CEP 19909-100. E-mail: jessicahama@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO, Departamento de Agronomia, Campus de Guarapuava. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, CEP: 85.040-080, Guarapuava, PR. E-mail: souza.agronomia@gmail.com, cmaciel@unicentro.br, andre pazinato0@gmail.com, ene\_osco@hotmail.com, gmc081@hotmail.com;

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá - UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87501-190, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: katyussagrassato@hotmail.com

<sup>4</sup> Faculdade Integrado de Campo Mourão, Departamento de Agronomia, Rodovia BR-158 Km 207, CEP: 87300-970, Campo Mourão, PR. E-mail: guilherme.bleal@hotmail.com, andreir.campos@outlook.com

**RESUMO:** Com objetivo de avaliar a tensão superficial estática e pH de soluções formadas por misturas em tanque de herbicida, fungicida e inseticida associados a adjuvantes, dois experimentos foram conduzidos nos laboratórios das FIO/FEMM em delineamento experimental inteiramente casualizado. No Experimento 1 utilizou-se 48 tratamentos e 20 repetições, constituídos pela avaliação dos adjuvantes isolados: Trump 515<sup>®</sup>, Allfix<sup>®</sup>; Master Maxi<sup>®</sup>, Triunfo 515<sup>®</sup>, Allspray<sup>®</sup>, Grap<sup>®</sup> nas concentrações de 0,006, 0,012; 0,025; 0,050; 0,100, 0,200 e 0,400% de v/v, e um padrão apenas com água. No Experimento 2, foram avaliadas as misturas em tanque do herbicida glifosato Atanor 48<sup>®</sup> (1,7 L ha<sup>-1</sup>), inseticida Galgotrin<sup>®</sup> (60 mL ha<sup>-1</sup>) e fungicida Opera<sup>®</sup> (0,5 L ha<sup>-1</sup>) associados com os mesmos adjuvantes e concentrações do Experimento 1. As tensões superficiais e pHs de todas as misturas com adjuvantes em água (Experimento 1) apresentaram em média destaque para concentrações de 0,1 a 0,4% de v/v. Para as associações entre herbicida, inseticida e fungicida com os adjuvantes (Experimento 2), os níveis de redução da tensão superficial e pH das soluções foram bastante distintos, mas também caracterizaram os melhores resultados médios para concentrações entre 0,1 a 0,4% de v/v, com destaque para tensão superficial em 0,4% de v/v. Não foi possível estabelecer um único e/ou melhor adjuvante para as três modalidades de produtos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tensão superficial estática, pH, estabilidade.

## EVALUATION OF PHYSIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF TANK MIXTURES OF HERBICIDE, INSECTICIDE AND FUNGICIDAL WITH ADJUVANTS

**ABSTRACT:** With the objective of evaluating static superficial tension and pH of solutions formed by tank mixtures with herbicide, fungicide and insecticide associated to adjuvants, two experiments were conducted at laboratories belonging to FIO/FEMM in experimental scheme entirely randomized. In Experiment 1 48 treatments were used with 20 replications, constituted by the evaluation of isolated adjuvants: Trump 515<sup>TM</sup>, Allfix<sup>TM</sup>; Master Maxi<sup>TM</sup>, Triunfo 515<sup>TM</sup>, Allspray<sup>TM</sup>, Grap<sup>TM</sup> in the following concentrations 0,006, 0,012; 0,025; 0,050; 0,100, 0,200 and 0,400% of v/v, and a check only with water. In Experiment 2, were appraised the tank mixtures of glyphosate Atanor 48<sup>TM</sup> herbicide (1,7 L ha<sup>-1</sup>), Galgotrin<sup>TM</sup>

insecticide (60 mL ha<sup>-1</sup>) and Opera<sup>TM</sup> fungicide (0,5 L ha<sup>-1</sup>) associated to the same adjuvants and concentrations of Experiment 1. Superficial tensions and pHs of all mixtures with adjuvants in water (Experiment 1) showed, in average, outstanding for 0,1 and 0,4% of v/v concentrations. To the associations among herbicide, insecticide and fungicide with adjuvant (Experiment 2), the reduction levels of superficial tension and pH of solutions were quite distinct, but also characterized the best medium results for concentrations among 0,1 and 0,4% of v/v, with outstanding for superficial tension in 0,4% of v/v. It was not possible to establish a single and/or better adjuvant for the three modalities of chemical products studied.

**KEY WORDS:** Static superficial tension, pH, stability.

## INTRODUÇÃO

O controle de pragas, doenças e plantas daninhas são práticas de elevada importância para obtenção de altos rendimentos em qualquer exploração agrícola. Atualmente, nas diferentes culturas o uso de herbicidas, fungicidas e inseticidas em mistura em tanque tem sido uma alternativa adotada para controle de mais de uma situação, apesar de não registrada no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para controle de problemas. Entretanto, algumas situações de misturas em tanque tem sido frequentemente observado sintomas de fitointoxicação nas culturas, ou efeitos antagonistas, os quais são mais intensos quando utilizado adjuvantes na calda de aplicação.

Os adjuvantes são substâncias adicionadas à formulação dos agrotóxicos ou à calda de pulverização para aumentar a eficiência do produto ou modificar determinadas propriedades da solução, visando facilitar a aplicação ou minimizar possíveis problemas. A absorção de produto pode ser aumentada pela adição de um ou mais adjuvantes, sendo em alguns casos possível reduzir a dose do agrotóxico em mais de 50%, comparativamente aquela utilizada sem adjuvante (Vargas e Roman, 2006). Segundo Dan et al. (2010), existem no mercado adjuvantes denominados multifuncionais, por constituírem formulações com misturas de aditivos, como óleo mineral ou vegetal, surfatantes não-iônicos, agentes sequestrantes de cátions, antiespumantes, acidificantes, sais minerais entre outras substâncias.

Dentre os efeitos dos adjuvantes, destaca-se a redução da tensão superficial das gotas pulverizadas, causando o seu achatamento, o que aumenta a sua superfície de contato com o alvo biológico e melhora a cobertura deste. A tensão superficial refere-se às forças que existem na interface de líquidos não miscíveis, impedindo que eles se misturem (Azevedo, 2001). Segundo Bianco (1985), nas formulações dos adjuvantes é importante a presença de compostos que redutores da tensão superficial, uma vez que facilita o contato entre os

diversos componentes de um produto formulado, promovendo sua diluição em água e aumentando a estabilidade da solução obtida.

No Brasil, o número de informações sobre o comportamento de interação entre adjuvantes e herbicidas, fungicidas e inseticidas é bastante restrito. Entretanto, a compreensão do comportamento de algumas características físico-químicas das soluções formadas com os defensivos agrícolas e adjuvantes é importante. Essas informações reforçam a necessidade de otimizar o desempenho da água na aplicação de agrotóxicos, e visam maximizar a eficiência e minimizar os riscos envolvidos no processo de aplicação e ao ambiente (Queiroz et al., 2008).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar as características físico-químicas tensão superficial estática e pH de soluções formadas por misturas em tanque de herbicida, fungicida e inseticida com adjuvantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi constituído de duas etapas desenvolvidas nos laboratórios das Faculdades Integradas de Ourinhos (FIO/FEMM), Ourinhos/SP. Nos Experimentos 1 e 2 foram analisadas as características físico-químicas tensão superficial estática e o pH de caldas de pulverização de agrotóxicos, que normalmente são utilizadas em misturas em tanque com adjuvantes. Como referência adotou-se para o preparo das soluções a padronização do volume de calda de  $150 \text{ L ha}^{-1}$ , com todas as diferentes concentrações dos adjuvantes estudados.

O Experimento 1 foi realizado utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 48 tratamentos e 20 repetições, constituídos por soluções preparadas apenas com água e os adjuvantes: Trump 515<sup>®</sup>, Allfix<sup>®</sup>; Master Forth tb<sup>®</sup>, Triunfo 515<sup>®</sup>, Allspray<sup>®</sup> e Grap<sup>®</sup>, nas concentrações de 0,006, 0,012; 0,025; 0,050; 0,100, 0,200 e 0,400% de v/v (volume/volume), e um padrão representado apenas pela água, oriunda de poço artesiano.

No Experimento 2, utilizou-se 144 tratamentos com 20 repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado, representando pelas caldas de pulverização formadas pelo contraste entre as misturas em tanque de três defensivos agrícolas (herbicida glyphosate Atanor 48<sup>®</sup>, com  $1700 \text{ mL ha}^{-1}$ ; inseticida cipermetrina Galgotrin<sup>®</sup>, com  $60 \text{ mL ha}^{-1}$  e fungicida epoxiconazol+piraclostrobina Opera<sup>®</sup>, com  $500 \text{ mL ha}^{-1}$ ) com os mesmos seis adjuvantes e concentrações utilizadas no Experimento 1.

Em ambos os experimentos, as variáveis analisadas foram a tensão superficial estática e o pH de caldas de pulverização. As tensões superficiais das soluções foram avaliadas segundo metodologia descrita por Mendonça et al. (2007) e Maciel et al. (2014), onde o peso das gotas formadas na extremidade de uma bureta foi determinado em balança de precisão

com quatro casas decimais em gramas, em tempo de aproximadamente 30 segundos. Cada gota pesada correspondeu a uma repetição, totalizando as 20 repetições. Para evitar perdas por evaporação utilizou-se uma camada de óleo vegetal em Becker de 25 mL posicionado sobre o prato da balança para captura das gotas formadas. O pH das soluções foi avaliado com 1,0; 3,0 e 24 horas após agitação das soluções, com auxílio de pHmetro de bancada digital.

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar<sup>®</sup> versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tensões superficiais estáticas das soluções constituídas apenas com adjuvantes em água (Experimento 1) caracterizaram redução significativa para praticamente todos adjuvantes e doses estudados, apesar de evidenciar as maiores intensidades de redução nas concentrações de 0,2 e 0,4% v/v (Tabela 1). Nessa etapa os adjuvantes que se destacaram por promoverem os menores níveis de tensão superficial na maior concentração estudadas (0,4%) foram Grap<sup>®</sup>, Master Forth tb<sup>®</sup>, Trump 515<sup>®</sup> e Allspray<sup>®</sup>, com 31,8, 32,8, 36,8 e 37,2 mN m<sup>-1</sup>, respectivamente. Entretanto, Mendonça et al. (1999) mencionaram que a tensão superficial de soluções confeccionadas exclusivamente com adjuvantes tem pouca utilidade na definição do seu potencial de uso prático, uma vez que podem ser associadas a herbicidas, por exemplo.

Com exceção do Allspray<sup>®</sup>, os pHs médios das soluções aquosas foram reduzidos com maior intensidade entre as doses de 0,1 a 0,4% de v/v para todos os demais adjuvantes estudados, caracterizando valores que variaram entre pH 4,0 a 2,0, respectivamente (Figura 1). Para o Allspray<sup>®</sup> não foi evidenciada redução superior a 1,5 em todos os tratamentos em relação ao padrão água (0,0%). Não foi caracterizado variações dos valores de pH em todos os tratamentos após 1, 3 e 24 horas do preparo e agitação das soluções, caracterizando serem estáveis quando somente em associação com a água, corroborando com os resultados de Inoue et al. (2008). Portanto, se considerarmos que a maioria desses produtos são utilizados nas doses de 0,02 a 0,05% de v/v, pode-se inferir que com exceção do Allspray<sup>®</sup>, a redução do pH de água de poço artesiano de pH 7,5, seria somente em torno de 1,0 a 2,0 pHs (Figura 1).

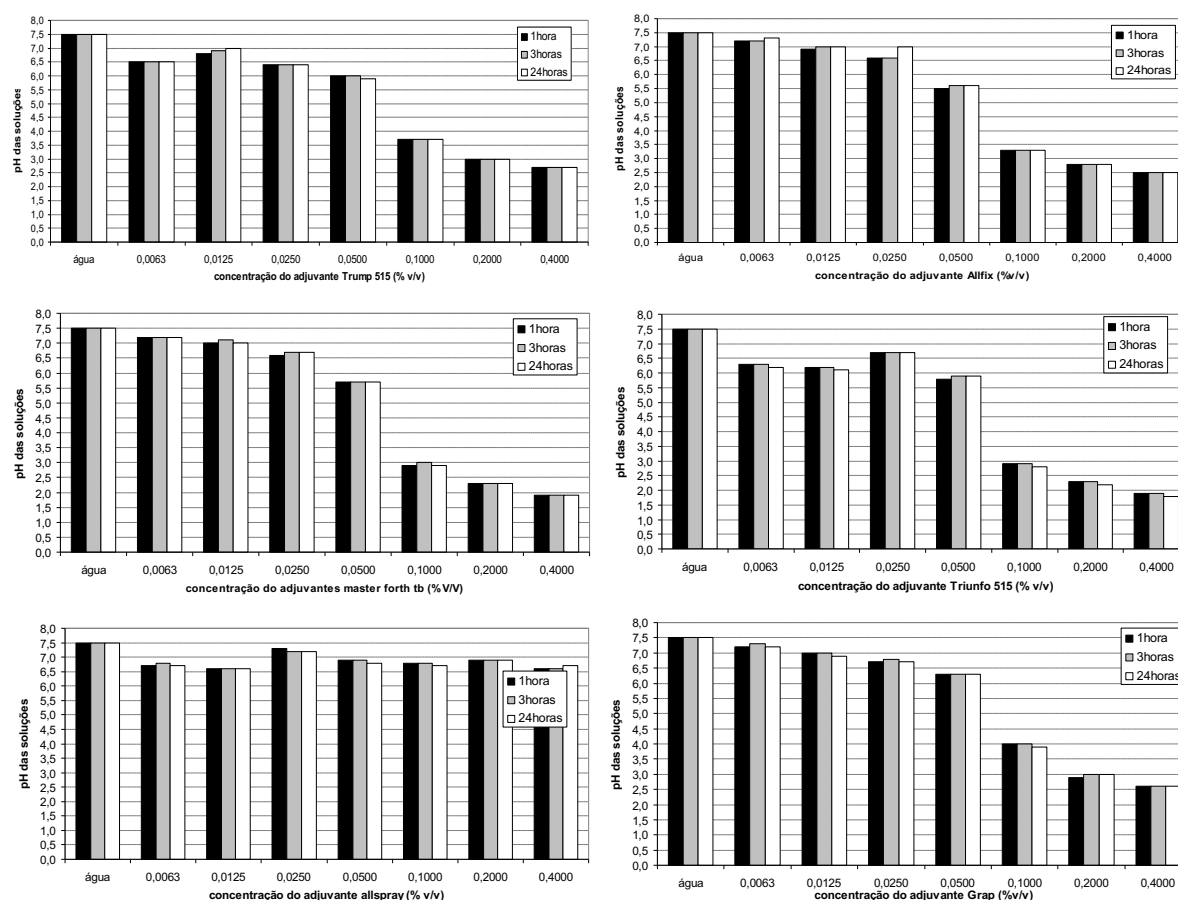
Nesse experimento o pH da água de poço artesiano utilizado nas soluções foi de 7,5, corroborando com os resultados obtidos por Rheinheimer & Souza (2000), que constatarem em águas utilizadas na aplicação de herbicidas no Rio Grande do Sul, a faixa de pH entre 6,1 a 7,5, em 65% das amostras avaliadas. Moraes et al. (2012) ressaltaram que nem sempre pequenas melhorias do desempenho e/ou da qualidade da aplicação dos herbicidas podem

resultar em ganhos à cultura, o que caracteriza ainda mais a necessidade da ampliação do desenvolvimento de pesquisas e divulgação de informações sobre a ação dos adjuvantes.

**Tabela 1.** Tensão superficial estática de soluções constituídas pela adição de doses de adjuvantes em água, simulando misturas em tanque.

Dose (% de v/v)	Tensão Superficial Estática (mN m <sup>-1</sup> )					
	Trump 515 <sup>®</sup>	Allfix <sup>®</sup>	Master Forth tb <sup>®</sup>	Triunfo 515 <sup>®</sup>	Allspray <sup>®</sup>	Grap <sup>®</sup>
Água	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a
0,006 %	71,5 b	70,8 b	70,3 b	65,2 b	72,1 a	72,0 a
0,012 %	70,9 b	70,7 b	70,4 b	63,9 c	71,3 b	69,6 b
0,025 %	70,7 b	70,1 bc	66,4 c	63,0 d	68,0 c	58,8 c
0,050 %	61,4 c	69,6 c	54,7 d	62,5 d	61,9 d	48,9 d
0,100 %	50,5 d	60,6 d	46,8 e	63,1 d	56,9 e	37,3 e
0,200 %	43,9 e	52,9 e	36,9 f	55,6 e	42,4 f	33,5 f
0,400 %	36,8 f	44,1 f	32,8 g	47,6 f	37,2 g	31,8 g
Fcal	4522,6*	2039,0*	5524,4*	2507,9*	5307,5*	5554,0*
CV(%)	1,58	1,62	1,70	1,06	1,41	1,98
DMS (5%)	0,9199	1,0073	0,9351	0,6371	0,8275	1,0228

- Médias seguidas na linha pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤ 0,05).



**Figura 1.** Potencial hidrogeniônico (pH) de soluções constituídas pela adição de doses de adjuvantes em água, simulando misturas em tanque, mensurado em 1, 3 e 24 horas após a formação das soluções.

No experimento 2, todas as associações dos adjuvantes com o herbicida Atanor<sup>®</sup> causaram redução significativa da tensão superficial estática das soluções, com destaque para o Triunfo 515<sup>®</sup>, por ter gerado os menores níveis de tensão quando utilizado as menores concentrações estudadas (Tabela 2). Outros destaques em relação à redução da tensão superficial foram obtidos para os adjuvantes Trump 515<sup>®</sup>, Master Forth tb<sup>®</sup> e Allfix<sup>®</sup>, os quais apresentaram os melhores níveis médios para as concentrações de 0,1 a 0,4% de v/v.

A dose é um aspecto importante no uso do adjuvante, sendo a definição dependente de vários fatores, como a formulação do herbicida, a sua fitotoxicidade à cultura, a classe química do herbicida e adjuvante, os compostos previamente adicionados aos herbicidas na fábrica, as plantas daninhas, o custo, entre outros (Theisen e Rudell, 2004).

**Tabela 2.** Tensão superficial estática de soluções constituídas pela adição de adjuvantes associados em mistura com o herbicida Atanor<sup>®</sup>.

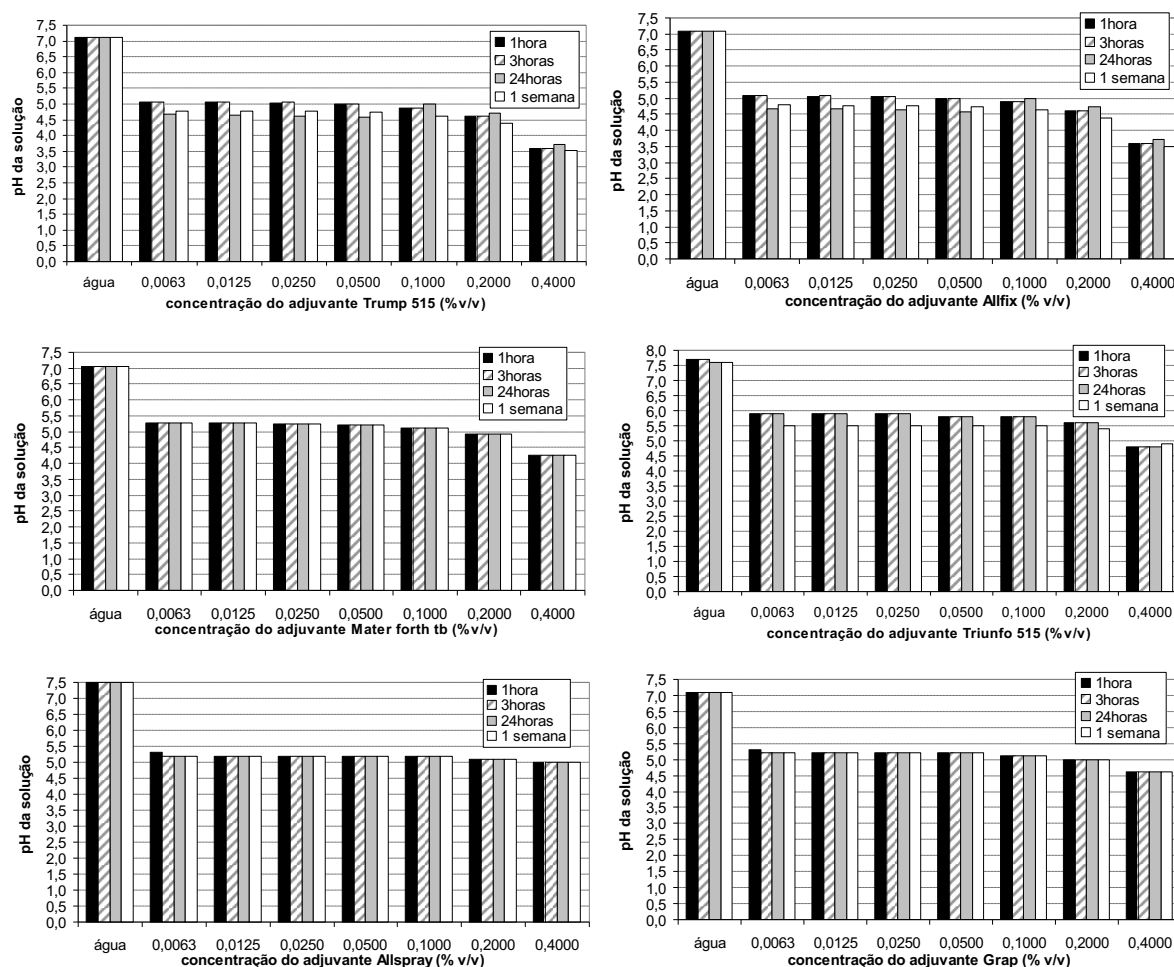
Dose (% de v/v)	Tensão Superficial Estática (mN m <sup>-1</sup> )					
	Trump 515 <sup>®</sup>	Allfix <sup>®</sup>	Máster forth tb <sup>®</sup>	Triunfo 515 <sup>®</sup>	Allspray <sup>®</sup>	Grap <sup>®</sup>
Água	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a
0,006 %	50,3 b	50,3 b	48,4 b	39,2 b	59,7 b	66,1 b
0,012 %	50,2 b	49,1 d	47,6 c	39,2 b	59,5 c	57,7 c
0,025 %	50,2 b	49,4 c	47,0 d	39,8 b	58,9 d	57,4 d
0,050 %	45,8 c	48,8 e	44,8 e	39,9 b	59,0 d	56,7 e
0,100 %	39,9 e	47,7 f	43,1 f	37,6 c	58,0 e	55,6 f
0,200 %	40,4 d	45,8 g	39,4 g	39,8 b	57,3 f	53,8 g
0,400 %	34,1 f	40,2 h	34,8 h	36,0 d	54,8 g	46,7 h
Fcal	26972,5*	27499,7*	26870,9*	2540,9*	11564,1*	25935,6*
CV(%)	0,66	0,51	0,65	2,49	0,37	0,37
DMS (5%)	0,3077	0,2497	0,2984	1,0411	0,2167	0,2123

- Médias seguidas na linha pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Em relação ao pH de todas as concentrações dos adjuvantes resultaram em valores médios entre 5,0 a 5,5, com exceção dos tratamentos com 0,4% de v/v, onde os valores ficaram em torno de 3,5 a 4,5 (Figura 2). Dan et al. (2009) mencionaram melhor eficácia no controle *Brachiaria brizantha* com pH da calda de pulverização de glyphosate entre 3,5 a 5,5, assim como os menores níveis de mortalidade foram obtidos em pH 1,3 e 9,0. Nesse sentido, os resultados de pH das associações de glyphosate Atanor<sup>®</sup> com os adjuvantes, além de evidenciarem boa estabilidade das soluções até uma semana após seu preparo, também mantiveram condição ideal do pH para a eficácia satisfatória no controle de plantas daninhas.

É importante ressaltar que o glyphosate é um ácido fraco (Rodrigues e Almeida, 2011), apresentando eficiência elevada no controle de plantas daninhas com a redução do pH da água a valores próximos a 4,0 (Wanamarta e Penner, 1989). Maciel et al. (2010) e Cunha et

al. (2017) constataram redução do pH das soluções ocorreu apenas com a associação do glyphosate isolado em água, resultando em valores em torno de 4,6 e 4,4, respectivamente.



**Figura 2.** Potencial hidrogeniônico (pH) de soluções constituídas pela adição de adjuvantes em misturas em tanque com o herbicida glyphosate Atanor<sup>®</sup>, mensurado em 1, 3, 24 horas e 1 semana após a formação das soluções.

Todas as associações dos adjuvantes com o inseticida Galgotrin<sup>®</sup> também promoveram redução significativa da tensão superficial estática das soluções (Tabela 3). O maior destaque foi intensidade de efeito para as concentrações entre 0,05% e 0,4% de v/v dos adjuvantes, na seguinte ordem decrescente de importância: Master Forth tb<sup>®</sup>; Grap<sup>®</sup>; Allspray<sup>®</sup>; Trump 515<sup>®</sup>; Allfix<sup>®</sup> e Triunfo 515<sup>®</sup>. Já para o pH, a maioria dos adjuvantes resultaram em redução dos valores médios entre 3,5 a 2,5, respectivamente, para as concentrações de 0,1 a 0,4% de v/v (Figura 3). Para Triunfo 515<sup>®</sup>, esses menos níveis de reduções do pH iniciaram com 0,05% de v/v, ao contrário do Allfix<sup>®</sup>, onde apenas houve redução para 5,5 com 0,4% de v/v.

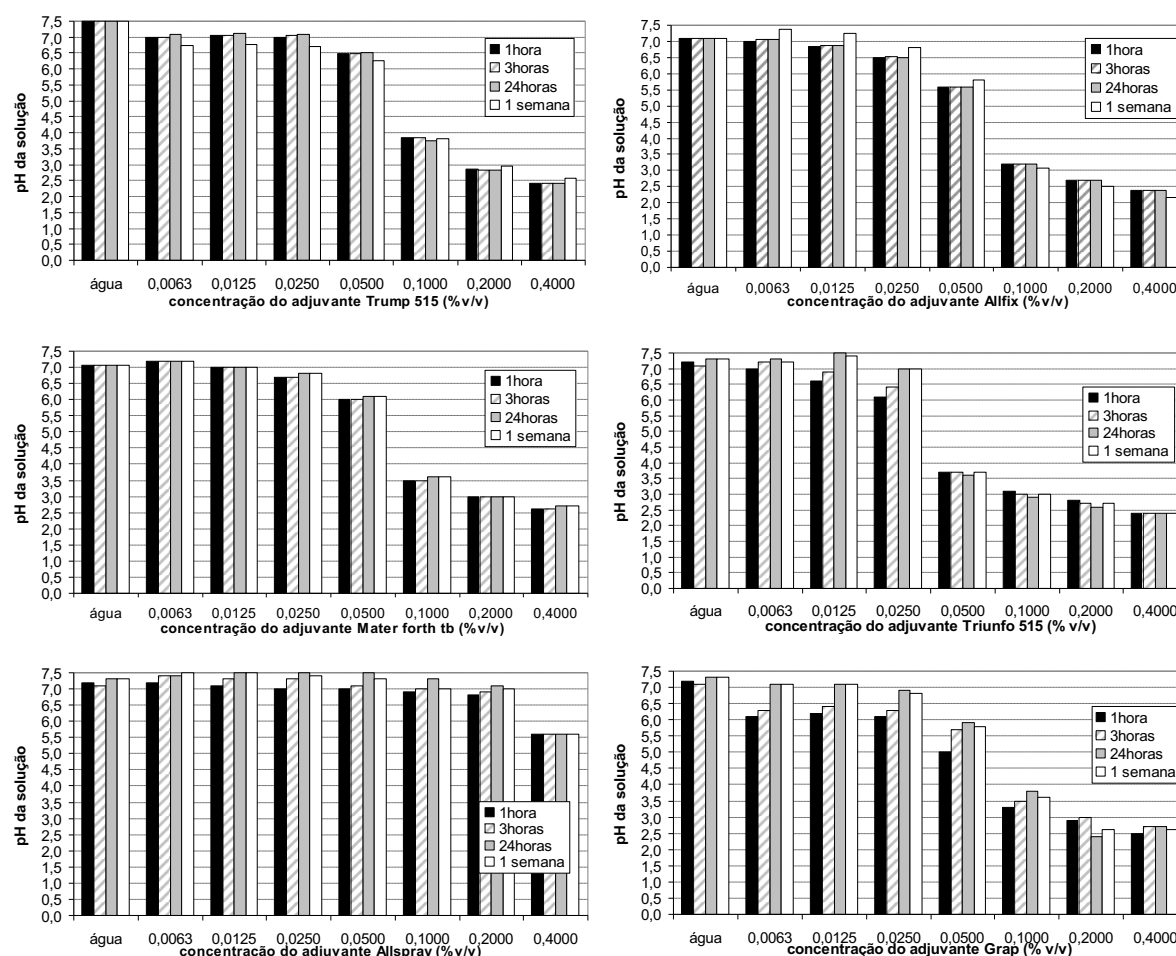
Os resultados também indicaram estabilidade de todas as associações entre Galgotrin<sup>®</sup> e os adjuvantes estudados. Petter et al. (2013), também verificaram que o uso de redutores de

pH pode proporcionar maior estabilidade química na calda de misturas de inseticidas com fungicidas ou redução da incompatibilidade física.

**Tabela 3.** Tensão superficial estáticas de soluções constituídas pela adição de adjuvantes em mistura em tanque com o inseticida Galgotrin®.

Dose (% de v/v)	Tensão Superficial Estática (mN m <sup>-1</sup> )					
	Trump 515®	Allfix®	Master Forth tb®	Triunfo 515®	Allspray®	Grap®
Água	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a
0,006 %	69,9 b	67,0 b	64,4 b	72,4 ab	72,6 b	71,2 b
0,012 %	67,4 c	66,7 b	64,3 b	72,3 bc	72,5 c	68,7 c
0,025 %	65,3 d	67,1 b	48,2 c	72,0 c	66,1 d	62,4 d
0,050 %	53,0 e	63,6 c	42,9 d	69,8 d	64,1 e	51,1 e
0,100 %	51,2 f	56,8 d	39,6 e	66,9 e	54,2 f	39,5 f
0,200 %	45,7 g	51,9 e	32,9 f	57,4 f	45,8 g	34,6 g
0,400 %	36,8 h	40,0 f	29,8 g	46,4 g	34,1 h	31,5 h
Fcal	12280,9*	8009,7*	23559,7*	18111,7*	15448,4*	20102,0*
CV(%)	0,90	0,87	0,94	0,48	0,78	1,00
DMS (5%)	0,5078	0,5162	0,4529	0,3087	0,4049	0,5231

- Médias seguidas na linha pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).



**Figura 3.** Potencial hidrogeniônico (pH) de soluções constituídas pela adição de adjuvantes em misturas em tanque com o inseticida Galgotrin®, mensurado em 1, 3, 24 horas e 1 semana após a formação das soluções.



As associações dos adjuvantes com o fungicida Opera<sup>®</sup> que promoveram as maiores reduções significativas da tensão superficial estática das soluções, em ordem de importância foram: Master Forth tb<sup>®</sup>; Trump 515<sup>®</sup>, Grap<sup>®</sup>; Allspray<sup>®</sup> e Allfix<sup>®</sup> (Tabela 4). Para esses adjuvantes, os tratamentos que mais se destacaram foram principalmente nas concentrações de 0,2 e 0,4% de v/v. Quando comparado aos demais adjuvantes, apenas o Triunfo 515<sup>®</sup> não reduziu a tensão em torno de 35 a 40 mN m<sup>-1</sup>, para as concentrações de 0,2 e 0,4% de v/v.

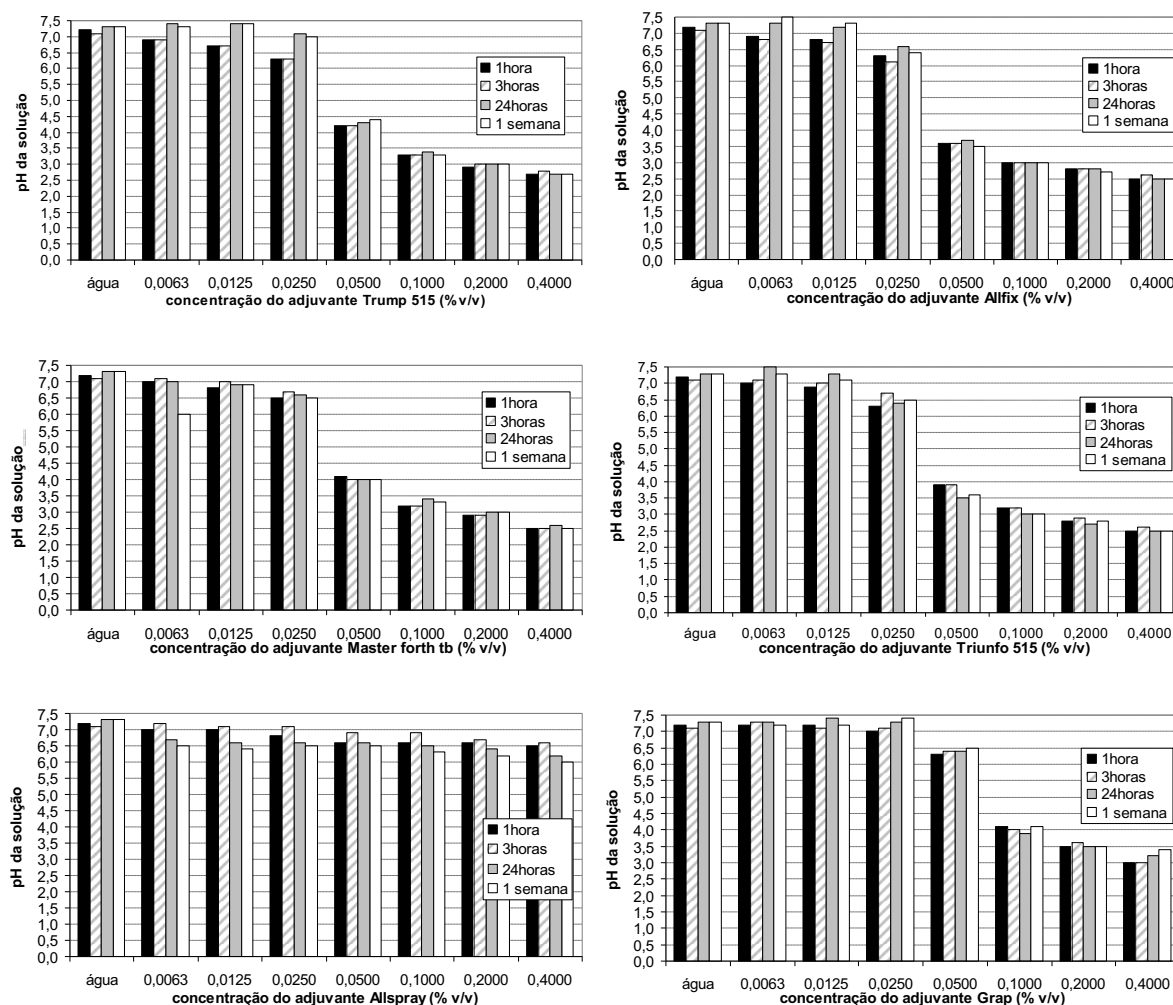
Semelhante ao observado para Galgotrin<sup>®</sup>, a maioria das associações do fungicida Opera<sup>®</sup> com os adjuvantes nas concentrações entre 0,05% e 0,4% de v/v apresentaram valores médios de pH entre 4,0 e 2,5 (Figura 4), exceto para o Gap<sup>®</sup>, devido a redução ocorreu entre 0,1% e 0,4% de v/v. Outra exceção também foi constatada para a associação de Opera<sup>®</sup> com Allspray<sup>®</sup>, onde as alterações de pH foram baixíssimas mesmo para 0,4% de v/v. Essa poderia ser a melhor opção, sendo que em geral os fungicidas são mais eficientes com caldas pouco ácidas, com pH em torno de 6,0 (Almeida et al., 2005; Zambolim e Jesus Jr, 2008).

Os resultados da ação dos adjuvantes apresentaram respostas distintas para a tensão superficial estática e pHs do herbicida, inseticida e fungicida, corroborando com Fagliari et al. (2004), que mencionam a ação dos agrotóxicos como sendo, em geral, dependente de constituintes da calda de pulverização, onde embora não componham o ingrediente ativo, melhoram sua eficácia. Nesse sentido, o efeito dos adjuvantes nas aplicações de agrotóxicos é um processo complexo, que envolve aspectos físicos, químicos e fisiológicos, assim como por existir afinidades diferentes entre agrotóxicos e adjuvantes (Chow, 1993).

**Tabela 4.** Tensão superficial estáticas de soluções constituídas pela adição de adjuvantes em mistura em tanque com o fungicida Opera<sup>®</sup>.

Dose (% de v/v)	Mistura em tanque do fungicida Opera <sup>®</sup> + Adjuvantes					
	Trump 515 <sup>®</sup>	Allfix <sup>®</sup>	Master forth tb <sup>®</sup>	Triunfo 515 <sup>®</sup>	Allspray <sup>®</sup>	Grap <sup>®</sup>
água	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a	72,6 a
0,006 %	52,5 c	57,6 b	59,2 b	58,9 b	59,8 b	59,3 b
0,012 %	53,3 d	57,4 b	58,2 c	58,1 c	59,3 c	57,1 c
0,025 %	52,8 b	57,5 b	54,9 d	57,8 d	56,4 d	54,8 d
0,050 %	45,3 e	54,4 c	49,1 e	57,0 e	53,6 e	52,9 e
0,100 %	40,7 f	53,2 d	41,0 f	55,4 f	49,3 f	45,5 f
0,200 %	36,0 g	44,2 e	35,5 g	51,9 g	40,9 g	37,8 g
0,400 %	33,6 h	37,4 f	33,2 h	46,3 h	35,9 h	35,3 h
Fcal	25492,7*	8287,9*	39250,2*	17888,7*	15448,4*	65668,3*
CV(%)	0,72	0,94	0,60	0,44	0,78	0,41
DMS (5%)	0,3403	0,4974	0,2950	0,2442	0,4049	0,2066

- Médias seguidas na linha pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).



**Figura 4.** Potencial hidrogeniônico (pH) de soluções constituídas pela adição de adjuvantes em misturas em tanque com o fungicida Opera<sup>®</sup>, mensurado em 1, 3, 24 horas e 1 semana após a formação das soluções.

Em uma análise geral dos resultados, as tensões superficiais e pHs de todas as misturas com adjuvantes em água (Experimento 1) apresentaram em média destaque para concentrações de 0,1 e 0,4% de v/v. Para as associações entre herbicida, inseticida e fungicida com os adjuvantes (Experimento 2), os níveis de redução da tensão superficial e pH das soluções foram bastante distintos, mas também caracterizaram, de forma geral, os melhores resultados médios para concentrações entre 0,1 e 0,4% de v/v, com destaque para tensão superficial em 0,4% de v/v. Apesar de ter ocorrido semelhança entre as respostas principalmente para tensão superficial das soluções com adjuvantes nos experimentos isolados em água e em associação com os agrotóxicos estudados, não foi possível estabelecer um único e/ou melhor adjuvante que contemplem as três modalidades de produtos estudados.

Desta forma, os resultados também indicaram que as misturas em tanque dos adjuvantes Trump 515<sup>®</sup>, Allfix<sup>®</sup>, Master forth tb<sup>®</sup>, Triunfo 515<sup>®</sup>, Allspray<sup>®</sup> e Grap<sup>®</sup>

associados as formulações do herbicida glifosato Atanor 48<sup>®</sup> (1,7 L pc ha<sup>-1</sup>), inseticida Galgotrin<sup>®</sup> (60 mL ha<sup>-1</sup>) e fungicida Opera<sup>®</sup> (0,5 L ha<sup>-1</sup>), em relação principalmente a tensão superficial estática das soluções, as respostas mais expressivas foram observadas para as concentrações normalmente não indicadas nas bulas dos referidos produtos, as quais variam entre 0,02% a 0,05% de v/v (Azevedo, 2011).

## CONCLUSÃO

- As tensões superficiais estáticas e pHs de todas as misturas dos adjuvantes em água se destacaram com as maiores reduções, em média, para concentrações de 0,1 a 0,4% de v/v.
- As associações dos adjuvantes Trump 515<sup>®</sup>, Allfix<sup>®</sup>, Master Forth tb<sup>®</sup>, Triunfo 515<sup>®</sup>, Allspray<sup>®</sup> e Grap<sup>®</sup> com herbicida Atanor 48<sup>®</sup> (1,7 L pc ha<sup>-1</sup>), inseticida Galgotrin<sup>®</sup> (60 mL ha<sup>-1</sup>) e fungicida Opera<sup>®</sup> (0,5 L ha<sup>-1</sup>) apresentaram distinção nos níveis de redução da tensão superficial e pH das soluções, mas caracterizaram os resultados mais expressivos para concentrações entre 0,1 a 0,4% de v/v, com destaque para tensão superficial em 0,4% de v/v.
- Não foi possível estabelecer um único e/ou melhor adjuvante para as três modalidades de produtos estudados, .

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da Soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p. 569-588.
- AZEVEDO, L.A.S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. Campinas, SP: Emopi Gráfica, 2001. 230 p.
- AZEVEDO, L.A.S. Principais formulações de adjuvantes registradas no Brasil. In: **Adjuvantes agrícolas para proteção de plantas**. Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 2011. p.111-140.
- BIANCO, C.A. Tensão superficial e estado físico. In: ENCONTRO NACIONAL DE FORMULAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 1., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico de São Paulo, 1985. p.161-172.
- CHOW, P. N. P. Adjuvants in spray formulation in relation to foliar application of herbicides. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. (Eds.) **Application technology for crop protection**. Wallingford: CAB, 1993. p. 291-304.

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**, v. 48, n. 2, p.261-270, 2017.

DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; DAN, L.G.M.; FINOTTE, T.R.; FELDKIRCHER, C.A. Adjuvantes multifuncionais associados ao herbicida glyphosate no controle de *Digitaria insularis*. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 2, p.30-38, 2010.

FAGLIARI, J.R.; SHIRATA, F.J.; MENDES, M. Efeito da adição de Answer Top FB a fungicidas utilizados para o controle químico de doenças foliares na cultura do trigo. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3. 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004. p. 128-131.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.

INOUE, M.H.; KOMATSU, R.A.; TANAHASHI, R.F.; POSSAMAI, A.C.S.; DALLACORT, R.; PIZA, M.A. Redutores de pH e complexantes de metais em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.7, n.1, p.26-35, 2008.

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 com adjuvantes. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.673-685, 2010.

MACIEL, C.D.G.; OLIVEIRA NETO, A.M.; SILVA, A.A.P.; KARPINSKI, R.A.K.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; HELVIG, E.O. Efficiency and quality of glyphosate + carfentrazone application in controlling *Commelina diffusa* depending on the spray nozzles and Triunfo Flex<sup>TM</sup> adjuvant. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.2, p.156-162, 2014.

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

MENDONÇA, C.G.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MENDONÇA, C.G. Efeito de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca. **Planta Daninha**, v.17, n.3, p.355-365, 1999.

MORAES, D.W.; MACIEL, C.D.G.; BALAN, M.G.; JUSTINIANO, W. Qualidade da aplicação de herbicidas na dessecação e na pós-emergência na cultura do trigo com uso de adjuvantes. **Revista Agrarian**, v.5, n.16, p.123-130, 2012.

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F.A.; ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L.P. Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 129-138, 2013.

QUEIROZ, A.A.; MARTINS, J.A.S.; CUNHA, J.P.A.S. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 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**, v. 30, n. 1, p. 97-104, 2000.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011, 697p.

THEISEN, G.; RUEDELL, J. **Tecnologia de Aplicação de Herbicidas**: Teoria e Prática. 1.ed. Cruz Alta: Aldeia Norte, 2004. 90p.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Conceitos e aplicações dos adjuvantes**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 56).Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do56.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do56.htm)

WANAMARTA, G.; PENNER, D. Foliar absorption of herbicides. **Weed Science**, v.4, n.3, p.215-231, 1989.

ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W.C. O essencial dos fungicidas empregados no controle de doenças - parte básica. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M.C.; SILVA, A.A. da; FERREIRA, L.; FERREIRA, F.A. (Eds.). **Produtos fitossanitários**: fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas. Viçosa: UFV/DFP, 2008. p.77-148.