

Eficiência de diferentes adjuvantes associados a produtos fitossanitários aplicados na cultura do trigo.

Renan Candido^{1*}; Evandro Luiz Nogarolli Cassemiro¹; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}renancandidocnd_@hotmail.com

Resumo: Importante *commodities* agrícola o trigo (*Triticum aestivum* L.), se destaca como uma importante fonte energética na alimentação humana, sendo também uma cultura de ciclo anual e de inverno, e cultivada em diversos países. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de adjuvantes à calda de produtos fitossanitários quanto às propriedades físicas, e o espectro de gotas produzido na pulverização. O experimento foi conduzido na cultura do trigo em área particular na cidade de Corbélia – Paraná, com semeadura na segunda quinzena de maio de 2020. A cultivar de trigo utilizada foi a Bio Toruk. O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 3X3 sendo o fator 1 os três adjuvantes (Organosiliconado; Delimoneno e Ácido propiônico) e fator 2 os três terços das plantas (Inferior, Médio e Superior) com sete repetições, totalizando 63 parcelas. A aplicação foi realizada manualmente por meio de equipamento costal elétrico, o volume de aplicação realizado foi de 150 L ha⁻¹. Foi utilizada uma ponteira de pulverização de baixa vazão e cone vazio (*Magno jet*). Foram avaliadas as seguintes características: Área de coberta (A. C. %); Potencial risco de deriva (P. R. D. %); e Quantidade de gotas (Q. G. nº) em papéis hidrossensíveis. Observou-se nos resultados significância para todos os parâmetros avaliados. A aplicação do organosiliconado apresentou maiores médias para a quantidade de gotas e área de cobertura no terço inferior, médio e superior, tendo melhor desempenho em comparação dos demais tratamentos. Para o potencial de deriva as maiores médias aconteceram no tratamento ácido propiônico para o terço inferior médio e superior sendo observado no tratamento delimoneno. Conclui-se que o tratamento que recebeu a aplicação de organosiliconado apresentou os melhores resultados, tornando a aplicação produtos fitossanitários mais eficiente.

Palavra-chave: *Triticum aestivum*; Agroquímicos; Adjuvantes.

Efficiency of different adjuvants associated with phytosanitary products applied to wheat.

Abstract: Important agricultural commodities, wheat (*Triticum aestivum* L.), stands out as an important energy source in human food, being also a crop of annual and winter cycle, and cultivated in several countries. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of adding adjuvants to the spray of phytosanitary products in terms of physical properties, and the spectrum of drops produced in the spraying. The experiment was carried out on wheat in a particular area in the city of Corbélia - Paraná, with sowing in the second half of May 2020. The wheat cultivar used was Bio Toruk. The experimental design was carried out in randomized blocks (DBC) in a 3X3 factorial scheme, with factor 1 being the three adjuvants (Organosilicon; Delimonene and Propionic acid) and factor 2 being the three thirds of the plants (Lower, Middle and Superior) with seven repetitions, totaling 63 plots. The application was performed manually by means of electrical costal equipment, the application volume was 150 L ha⁻¹. A low-flow spray tip and empty cone (*Magno jet*) was used. The following characteristics were evaluated: Covered area (A. C.%); Potential risk of drift (P. R. D.%); and Number of drops (Q. G. nº) on water-sensitive papers. The results showed significance for all evaluated parameters. The application of organosilicon presented higher averages for the number of drops and coverage area in the lower, middle and upper thirds, with better performance in comparison to the other treatments. For the drift potential, the highest averages occurred in the propionic acid treatment for the lower middle and upper third, being observed in the delimonene treatment. It is concluded that the treatment that received the application of organosilicon presented the best results, making the application of phytosanitary products more efficient.

Key words: *Triticum aestivum*; Agrochemicals; Adjuvants.

Introdução

Desempenhando grande importância no cenário mundial, a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) se destaca como sendo a principal fonte energética na alimentação da população de diversos países, e em se tratando da produção de grãos fica atrás apenas da cultura do milho (ZYLBERSZTAJN *et al.*, 2004).

Importante *commodities* agrícola o trigo é uma cultura de ciclo anual e de inverno (CUNHA *et al.*, 2011). Segundo Brum e Müller (2008), infelizmente a autossuficiência brasileira na produção de trigo está ameaçada, pois não há incentivo por parte da política agrícola para criar vantagens competitivas e comparativas aos produtores brasileiros, principalmente quando se comparado aos produtores argentinos. Assim como a comercialização do trigo também enfrenta dificuldades, principalmente no que se refere a questão de preços do produto, como na qualidade exigida pelos moinhos.

Dados da CONAB (2020), ressaltam que na safra 2019 a produção brasileira foi de 2.526 Kg ha⁻¹, na safra 2020 a previsão de produção é de 2.620 Kg ha⁻¹. No entanto, a produção nacional não é o bastante para suprir a demanda interna, o Brasil em fevereiro de 2020 importou 526,1 mil toneladas de trigo, sendo 87,58 % de origem argentina, 6,91 % de trigo norte-americano, 4,73 % de trigo proveniente do Paraguai e 0,78 % da França.

Em razão do caráter complexo que tem a produção de grãos de trigo, que é influenciada diretamente pela interação de diferentes componentes ligadas a vários fatores como de origem genética e ambiental, ou seja, é resultado da interação que ocorre entre um conjunto de fatores que podem destacar o potencial genético da cultivar, como o manejo fitossanitário, o nível tecnológico que é adotado durante o cultivo, bem como as condições ambientais da área que tem relação direta com a restrição ou expansão do potencial de produção (TRINDADE *et al.*, 2006).

Neste sentido, a Embrapa (2016) ressalta que a adaptação da cultura do trigo para as condições de clima e de solo para uma região está relacionada a soma dos fatores genéticos e culturais e o aprimoramento das tecnologias para realizar o controle de pragas, no manejo de solo e rotação de culturas e que tem como objetivo a produção agrícola e a minimização dos riscos de perdas gerados pelos fatores climáticos. O estudo enfatiza ainda que a diminuição da área de produção de trigo no Brasil ocorre em função dos altos custos de produção.

Devido a posição geográfica do Estado do Paraná, e por influência dessa posição há uma vasta diversidade de ambientes para a produção agrícola. Sendo que essa faixa de transição que há entre as zonas tropical e temperada contempla o estado com a aptidão para várias culturas,

no entanto, há também acentuada variabilidade temporal dos elementos climáticos (geada, chuva, fotoperíodo, etc.), o que influencia no manejo fitossanitário da cultura (IAPAR, 2020).

Assim, é fundamental que se destaque a importância de controle das doenças para que os níveis produtivos da cultura de trigo sejam alcançados no Brasil, pois o controle das doenças pode aumentar os lucros do produtor. A incidência e a severidade de doenças são diferentes a cada safra, e variam de acordo com a cultivar usada, com a forma de rotacionar as culturas, as condições climáticas e as fontes de inóculo dos patógenos. Assim é fundamental que seja realizado um manejo integrado de doenças e pragas, e uma dessas estratégias de controle é o tratamento químico (EMBRAPA, 2011).

De forma a melhorar a atividade dos produtos fitossanitários, ou ainda de facilitar a aplicação destes uma das maneiras buscadas pelos produtores é adicionar adjuvantes à calda de pulverização (AGUIAR-JÚNIOR *et al.*, 2011).

De acordo com Veronese (2015), na agricultura o interesse crescente na utilização de adjuvantes aumentou por meio dos sistemas de aplicação por pulverização, onde os aspectos que levaram ao interesse em se utilizar adjuvantes junto aos produtos fitossanitários se destacam a melhora na eficiência e desempenho dos agroquímicos, possibilita uma melhor cobertura e absorção de agroquímicos, influência nos aspectos técnicos ou econômicos de produção, os adjuvantes auxiliam na minimização de prejuízo ao meio ambiente e saúde humana, permitem também uma maior eficiência operacional com menor vazão de água, e por fim possibilita ganho operacional de uso de maquinário.

Desta forma, o trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da adição de adjuvantes à calda de produtos fitossanitários quanto às propriedades físicas, e o espectro de gotas produzido na pulverização.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2020 em área particular, localizada no município de Corbélia, Estado do Paraná, com altitude média de 645 metros, latitude 24°52'53.28''S e longitude 53°16'17.73''O. A temperatura média do município é de 22 °C, com picos de -01 °C a 43 °C. A umidade relativa do ar tem índice médio de 68 % e a precipitação média anual é de 121 mm (IAPAR, 2020).

O experimento foi conduzido na cultura do trigo, cuja semeadura aconteceu na segunda quinzena de maio de 2020. A cultivar de trigo utilizada foi a TBio Toruk, que tem como

característica o porte baixo e um ciclo de desenvolvimento médio, bem como perfilhamento e espigamento uniformes.

O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 3X3 sendo o fator 1 os três adjuvantes (Organosiliconado; Delimoneno e Ácido propiônico) e fator 2 os três terços da plantas (Inferior, Médio e Superior) com sete repetições, totalizando 63 parcelas de 2,0 m x 3,5 m, com área experimental de 252 m².

Foi realizada a aplicação manualmente por meio de equipamento costal elétrica, o volume de aplicação realizado foi de 150 L ha⁻¹. Será utilizada uma ponteira de pulverização de baixa vazão e cone vazio (*Magno jet*).

Assim, foi considerada como área útil para coleta de dados as três linhas centrais de cada parcela, coletou-se o conteúdo através de papel hidrossensível. O distanciamento entre os bicos foi de 0,50 m utilizando um bico na barra, levando uma faixa de 2 x 4 m cada parcela com pressão bar de 2,5 e angulação de 60°.

As pulverizações da calda foram realizadas com o corante marcador Azul Brillhante (FD&C Blue n.1), sendo realizadas pela barra operando no sentido das linhas de plantio da cultura. Sendo realizada a proteção das parcelas que receberam a pulverização com o auxílio de painéis de lona plástica, com a finalidade de evitar possível deriva para as parcelas vizinhas.

Para a realização das pulverizações as condições ambientais no momento da pulverização foram mensuradas e avaliadas quanto a aplicação ou não em virtude das mesmas.

Foram avaliadas as seguintes características: Área de coberta (A. C. %); Potencial risco de deriva (P. R. D. %); e Quantidade de gotas (Q. G. n°) em papéis hidrossensíveis.

A avaliação do espalhamento de gotas da pulverização foi feita através da coleta de três folhas por planta de dez plantas das linhas centrais de cada parcela. Após a realização da pulverização e secagem do corante, as folhas foram retiradas das plantas, e foram colocadas em sacos de plástico e levadas para o laboratório, para que fosse realizada a extração do marcador. A leitura do papel hidrossolúvel foi realizada com o auxílio do Drosplan.

Os dados finais de cada tratamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas no teste de Tukey com 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância e médias obtidas para as porcentagens de área de cobertura, potencial risco de deriva e quantidade de gotas depositadas no inferior, no médio e

na parte superior da planta em função dos diferentes princípios ativos estão descritos na Tabela 1.

Na avaliação da porcentagem do Coeficiente de Variação para os parâmetros de valores de área coberta (A. C. %), potencial risco de deriva (P. R. D. %) e quantidade de gotas (Q. G. nº) em papéis hidrossensíveis, referentes aplicação de três princípios ativos em função de três alturas nas plantas, observa-se que ocorreu uma amplitude entre 4,66 e 17,41%. De acordo com Pimentel Gomes (2009), em experimentos a campo classifica-se valores de 0 a 10% como baixo e de 10 a 20% sendo considerado médio, ou seja, estes valores são considerados de alta e média precisão.

Tabela 1 – Valores do Coeficiente de Variação (CV %), Diferença Mínima Significativa (DMS) e valor de F das variáveis Quantidade de gotas (nº), Potencial risco de deriva (%) e Área de cobertura (%), referentes aplicação de três adjuvantes em função de três alturas nas plantas. Cascavel / Paraná, 2020.

Características Avaliadas	CV (%)	DMS	Valor de F
Quantidade de Gotas (nº)	4,66	205,16	0,0219*
Potencial Risco de Deriva (%)	17,41	0,19	0,0017*
Área de Cobertura (%)	8,54	2,87	0,0000*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A avaliação do parâmetro quantidade de gotas (Tabela 2) ao se avaliar os diferentes tratamentos, observa-se que as maiores médias foram observadas para o tratamento com Organosiliconado nos três diferentes terços das plantas, sendo possível observar que as médias da quantidade de gotas seguem uma tendência de maior deposição para este tratamento. As menores médias foram observadas no terço inferior e médio utilizando o Ácido Propiônico e no terço superior utilizando-se o Delimoneno.

Os resultados deste trabalho divergem dos resultados obtidos por Gulart *et al.* (2013) que avaliando a influência do número de gotas na penetração dos fungicidas e na sua eficiência de controle em diferentes momentos de aplicação, observaram que a deposição de gotas não mostrou interação entre os fatores avaliados. Por outro lado, Paixão (2016), em trabalho com o objetivo de avaliar a cobertura do alvo proporcionada pelo atomizador, constatou que os maiores valores de porcentagem de área coberta aconteceram nas partes em que houve os maiores valores de depósitos, correspondendo assim às profundidades externas e medianas nos três terços avaliados e, desta maneira possibilitou a constatação de uma relação diretamente proporcional entre as duas variáveis avaliadas.

A avaliação do Potencial Risco de Deriva demonstra que no terço inferior a maior porcentagem é demonstrada pelo ácido propiônico, enquanto para o terço médio e superior foi obtido pelo tratamento com Delimoneno.

Os resultados deste estudo são similares aos obtidos no trabalho realizado por Madureira *et al.* (2015), com o objetivo de avaliar a pulverização com diferentes adjuvantes de uso agrícola na estimativa do risco potencial de deriva por meio dos depósitos e espectro das gotas, observaram que todos os adjuvantes aplicados tiveram uma diminuição no valor médio da deriva quando comparados ao tratamento testemunha utilizando água. Os resultados obtidos neste estudo corroboram também com os resultados obtidos por Oliveira (2011) que observou menores níveis de deriva quando se adicionou polímeros em soluções aquosas em comparação a outros adjuvantes.

De acordo com os resultados observados por Forchezatto (2017), avaliando a penetração de calda de pulverização em plantas de trigo em função da ponta de pulverização, observou em seus resultados que as maiores concentrações de calda foram observadas na espiga, por outro lado a calda depositada na folha bandeira e na segunda folha não obtiveram diferença. A autora salienta que este fato pode estar relacionado com a espiga que se sobressai no dossel da cultura, em que o alvo com menor impedimento físico para a deposição de gotas no momento da aplicação é a espiga. Por outro lado, observa-se um efeito que é conhecido como Efeito “guarda-chuva” tanto na folha bandeira quanto segunda folha, sendo este gerado pelas próprias espigas, e que normalmente dificulta a deposição de calda nessas estruturas.

Tabela 2 – Quantidade de gotas (Q. G. n°), Potencial risco de deriva (P. R. D. %) e Área coberta (A. C. %) em papéis hidrossensíveis, referentes aplicação de três adjuvantes em função de três alturas nas plantas. Cascavel / Paraná, 2020.

Características Avaliadas	Adjuvantes	Terço da Planta		
		Inferior	Médio	Superior
Quantidade de Gotas (n°)	Ácido Propiônico	1210,86 Cc	1595,71 Cb	3819,29 Ba
	Delimoneno	2037,14 Bb	2617,57 Ba	1954,43 Cb
	Organosiliconado	6451,29 Aa	4613,29 Ab	6472,57 Aa
Potencial Risco de Deriva (%)	Ácido Propiônico	2,68 Cb	0,31 Aa	0,34 Aa
	Delimoneno	0,77 Aa	0,68 Ba	0,97 Bb
	Organosiliconado	0,99 Bc	0,46 Ab	0,25 Aa
Área de Coberta (%)	Ácido Propiônico	4,90 Cc	16,64 Bb	29,47 Ba
	Delimoneno	15,16 Bab	17,74 Ba	14,52 Cb
	Organosiliconado	33,21 Ac	38,64 Ab	64,18 Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5 % de significância pelo Teste de Tukey.

Para a avaliação dos valores de porcentagem de área coberta, observa-se que as médias obtidas foram significativas tanto para os terços inferior, médio e superior da planta em todos os tratamentos testados. De acordo com Moraes *et al.* (2012), relaciona-se a baixa uniformidade do espectro da gota de maneira numérica com os valores maiores de amplitude relativa (AR), desta maneira, quanto maior o valor de amplitude relativa menor é a uniformidade dos tamanhos das gotas que são produzidas, o que pode se caracterizar como um espectro de gotas homogêneo àquele com valor de AR mais próximo de zero.

Neste sentido Matthews (2000) ressaltou que o tamanho adequado das gotas desempenha grande importância para a deposição do ingrediente ativo sobre o alvo correto, e por consequência há uma diminuição de perdas ou deriva do princípio ativo. Desta maneira, Matthews (2000) observa ainda que o tamanho de gotas entre 50 e 100 μm são consideradas gotas muito finas, e tem a capacidade de serem transportadas para o interior da massa foliar da cultura através da turbulência do ar e assim são depositadas nas folhas.

Conclusão

A aplicação de organosiliconado apresentou os melhores resultados, tornando a aplicação produtos fitossanitários mais eficiente.

Referências Bibliográficas

AGUIAR JÚNIOR, H.O; RAETANO, C. G; PRADO, E. P; POGETTO, M. H. F. A; CHRISTOVAM, R. S; GIMENES-JR, M. Adjuvantes e assistência de ar em pulverizador de barras sobre a deposição da calda e controle de *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & Sydow). **Summa Phytopathologica**, v.37, n.3, p.103-109, 2011.

BRUM, A. L; MÜLLER, P. K. A realidade da cadeia do trigo no Brasil: o elo produtores/cooperativas. **RER**, v. 46, n. 01, p. 145-169, 2008

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório Agrícola: Acompanhamento da safra brasileira de grãos. V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 6 - Sexto levantamento.** Março 2020.

CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F.; VARGAS, L. Bases para produção competitiva e sustentável de trigo no Brasil. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. Cap. 1, p. 19-26.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bases Teóricas para Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Cultivo de Trigo no Brasil.** Jan. 2016. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142221/1/ID43649-2016DO156.pdf>> Acesso em 01 abr. 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Ed. Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.353 p.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Informações Técnicas para trigo e triticale** - Safra 2012. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 225p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2014.

FORCHEZATTO, T. **Pontas de aplicação e penetração de calda em plantas de trigo na fase de grão leitoso**. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Santa Catarina. Curtibanos, 2017. 28f.

GULART, C. A; DEBORTOLI, M; MADALOSSO, M; BALARDINI, R; SANTOS, P. S; CORTEL, G. D; LENZ, G; MARQUES, L. N. Espectro de gotas de pulverização e controle de doenças em duas cultivares de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1747-1753, out, 2013.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Atlas climático do estado do Paraná** [recurso eletrônico] / Pablo Ricardo Nitsche... [et al.]. – Londrina (PR): Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. 210 p.

MADUREIRA, R. P; RAETANO, C. G; CAVALIERI, J. D; Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.19, n.2, p.180–185, 2015.

MATTHEWS, G. A. **Application of pesticides to crops**. London: Imperial College Press, 2000. 325 p.

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 Agrária**, v.5, n. 16, p.123-130, 2012.

OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. Tese de Doutorado. Botucatu: FCA/UNESP, 2011. 134p.

PAIXÃO, G. P. **Caracterização de pulverizadores para aplicação de defensivos agrícolas na cultura do café**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- MG. 2016. 44f.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451 p.

TRINDADE, M.G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A.B.; ABELARDO, D.C.; MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.24-29, 2006.

VERONESE, R. **Oportunidades, demanda regulatória e de pesquisa e uso de adjuvantes siliconados na agricultura**. Tese de Mestrado. Esalq. Piracicaba. 2015. 125f.

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M.F.; ROSSI, R.M.; FERRAZ, R.M.M.; CASTRO, L.T.; MARINO, M.K.; MIZUMOTO, F.M.; CONEJERO, M.A.; FERREIRA, T.F.; ORATI, R.A. **Estratégias Para o Trigo no Brasil**. Atlas, SP, Brasil. 2004.