

MICRONUTRIENTES E AMINOÁCIDOS HIDROLISADOS PARA O TRIGO, APLICADOS VIA TRATAMENTO DE SEMENTES E FOLIAR

FERNANDO WILSON SIMÃO¹ e ADRIEL FERREIRA DA FONSECA²

¹Graduando em Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, UEPG, Ponta Grossa-PR, fernando.wsimao@gmail.com;

²Engenheiro Agrônomo (CREA-PR 47.842/D), Dr. Agronomia (Área: Solos e Nutrição de Plantas), Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, Professor Associado do DESOLO/UEPG, Ponta Grossa-PR, adriel@uepg.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
4 a 6 de outubro de 2022

RESUMO: Neste trabalho foram avaliados fertilizantes contendo boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) quelatados com aminoácidos hidrolisados, quanto à sua efetividade em melhorar o desempenho do trigo. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho distrófico, em Ponta Grossa (PR), empregando delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas. Nas parcelas foram estudadas quatro estratégias de fertilização via tratamento de sementes; e nas subparcelas, ausência ou presença de adubação foliar. Foram avaliados atributos de estabelecimento, desenvolvimento, nutrição mineral, componentes de rendimento e de colheita do trigo. O adubo contendo micronutrientes e aminoácidos hidrolisados, via foliar, aumentou os teores (foliares) de enxofre (S), Cu, Mn e Zn e a massa de mil grãos. A combinação de adubos contendo micronutrientes e aminoácidos hidrolisados, via tratamento de sementes e foliar, aumentou o rendimento do trigo.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*, micronutrientes quelatados, bioestimulante, estresse hídrico.

MICRONUTRIENTS AND HYDROLYZED AMINO ACIDS FOR WHEAT, APPLIED VIA SEED TREATMENT AND FOLIAR

ABSTRACT: Fertilizers containing boron (B), copper (Cu), manganese (Mn), molybdenum (Mo) and zinc (Zn) chelated with hydrolyzed amino acids were evaluated for their effectiveness in improving wheat performance. The experiment was carried out in a Typic Haplustox, in Ponta Grossa (PR), employing a randomized block design with split-plots. Four fertilization strategies via seed treatment were studied in the plots. In the split-plots, absence, or presence of foliar fertilizer were studied. Establishment, development, mineral nutrition, yield and harvest components of wheat were evaluated. The fertilizer containing micronutrients and hydrolyzed amino acids, via foliar, increased the (foliar) contents of sulfur (S), Cu, Mn and Zn and the mass of a thousand grains. The combination of fertilizers containing micronutrients and hydrolyzed amino acids, via seed treatment and foliar, increased wheat yield.

KEYWORDS: *Triticum aestivum*, chelated micronutrients, bioestimulants, hydric stress.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma das principais culturas do país, sobretudo, na região Sul e essencial para o desenvolvimento humano. Na safra de 2021/22, a produção brasileira desse cereal foi de 7,7 milhões de toneladas (USDA, 2022), o que não atendeu a demanda do país.

Problemas nutricionais e estresse hídrico têm sido limitantes às culturas, inclusive, ao trigo. Podem resultar em perda de rendimento, devido à diminuição da atividade fotossintética decorrente do inadequado controle de abertura e fechamento estomático (Taiz et al., 2017).

Fontes alternativas de nutrientes, como coprodutos da indústria animal, podem ter diversos aminoácidos hidrolisados, que, além de serem quelatos importantes, possuem propriedades

bioestimulantes (Colla et al., 2020). Esses coprodutos têm aplicação na indústria de fertilizantes especiais e podem resultar em produtos inovadores, que necessitam ser mais bem estudados no trigo.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a efetividade do fornecimento de nutrientes via tratamento de sementes e foliar, a base de aminoácidos hidrolisados e quelatos de boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (coordenadas: 25°10'37,8"S e 50°06'51,216"O, e altitude média de 820 m), município de Ponta Grossa (PR). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfb subtropical úmido mesotérmico, com verões brandos e inverno com geadas frequentes, apresentando temperatura média anual de 17,6° C. A precipitação média anual varia de 1400 a 1600 mm, bem distribuída (IDR, 2019).

A área experimental era manejada no sistema plantio direto. Procedia-se o cultivo de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ou milho (*Zea mays* L.), no verão, e de cobertura de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), no inverno.

O solo é um Latossolo Vermelho distrófico argiloso (137, 289 e 574 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente). Por ocasião da instalação do experimento (junho/2020), o solo foi analisado quimicamente (Pavan et al., 1992) e apresentou os seguintes atributos químicos (na camada de 0-0,2 m): pH (CaCl₂) de 5,4; saturação por bases de 54%; capacidade de troca de cátions (CTC) e potássio (K) trocável de 11,84 e 0,62 cmol_c dm⁻³, respectivamente; fósforo (P) (Mehlich-1) e enxofre (S) (acetato de amônio em ácido acético) disponíveis de 2,6 e 20,9 mg dm⁻³, respectivamente; carbono orgânico (Walkley-Black) de 39,4 g dm⁻³.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas. Nas parcelas (4,08 x 20 m) foram estudados quatro insumos para o tratamento de sementes (Tabela 1). Nas subparcelas (4,08 x 10 m), foram estudadas ausência e presença de adubos foliares a base de aminoácidos hidrolisados (glicina, prolina, ácido aspártico e arginina, predominantemente) e quelatos, comercializados como VierFol[®] (70, 20, 10 e 20 g L⁻¹ de Zn, Mn, Cu e B) – na dose de 0,4 L ha⁻¹, e BlattPro[®] (35 e 40 g L⁻¹ de Cu e B) – na dose de 0,4 L ha⁻¹.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos de sementes (TS) com adubos inovadores, nas parcelas de trigo.

Tratamentos	Descrição
TS0	Sem receber tratamento de sementes.
TSA	TS com Wurzel Beste [®] – composto por aminoácidos hidrolisados, e quelatos de zinco (40 g L ⁻¹), molibdênio (100 g L ⁻¹) e cobalto (16 g L ⁻¹). Dose: 2 mL kg ⁻¹ de sementes.
TSB	TS com Wurzel Mais [®] – composto por aminoácidos hidrolisados, e nano-óxidos de molibdênio (44 g L ⁻¹) e zinco (121 g L ⁻¹). Dose: 2 mL kg ⁻¹ de sementes.
TSC	TS com Stimulate [®] – composto por cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-butírico. Dose: 2,5 mL kg ⁻¹ de sementes.

A semeadura de trigo (cultivar TBIO Audaz[®] – ciclo precoce, altura média/baixa e do tipo melhorador) foi realizada mecanicamente, no dia 19 de junho de 2020. Foi empregado espaçamento entrelinhas de 0,17 m e profundidade de semeadura de 0,03 m. A adubação de base foi realizada no sulco, aproximadamente 0,05 m abaixo e ao lado das sementes, empregando 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial NPK 14-40-00. A emergência das plântulas ocorreu aos 12 dias após a semeadura.

A primeira e a segunda adubação de cobertura foram realizadas aos 28 e 47 dias após a emergência (DAE), respectivamente. Cada adubação de cobertura consistiu na aplicação (manual, na superfície do solo e em área total) de 39 e 60 kg⁻¹ de N (na forma de ureia – 450 g kg⁻¹ de N) e K₂O (na forma de cloreto de potássio – 600 g kg⁻¹ de K₂O), respectivamente. As doses de fertilizantes foram pautadas no resultado de análise de solo e recomendação regional (SBCS-NEPAR, 2017).

A densidade inicial (DI) foi avaliada aos 13 DAE, por meio da contagem de plantas nas seis linhas centrais de cada subparcela, considerando 1,0 m. O número médio de perfilhos (NMP) foi realizado mediante contagem de 10 plantas aleatórias, em 1,0 m² amostrado, aos 62 DAE (emborrachamento).

Por ocasião do florescimento do trigo, aos 72 DAE, foram coletadas 50 folhas bandeira por subparcela, para avaliação do estado nutricional, conforme SBCS-NEPAR (2017). Depois de coletadas, as amostras foram lavadas e secadas a 60° C, em estufa com circulação forçada de ar, até a massa constante. Na sequência, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey (equipado com peneira de malha de 0,85 mm) e armazenadas em recipiente plástico até a realização das análises. Foram empregados os métodos propostos por Malavolta et al. (1997) para determinação das concentrações foliares de nitrogênio (N), P, K, S, Cu, Mn e Zn.

A colheita do trigo foi realizada, aos 114 DAE. Foram colhidas e trilhadas as plantas presentes em 10,88 m² centrais de cada subparcela. Os valores de rendimento de grãos foram ajustados para 130 g kg⁻¹ de umidade. Também foi determinada a massa de mil grãos (MMG), conforme Brasil (2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Quando F foi significativo ($P < 0,05$), empregou-se o Teste t de Student (intervalo de confiança de 95%). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software SISVAR (Ferreira, 2018), versão 5.6 (Build 90).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A DI foi mais elevada no TS0 e TSC, que foram superiores à TSA e TSB (Tabela 2). Portanto, os adubos contendo quelatos e óxidos micronizados de micronutrientes, via TS, não foram efetivos em melhorar o estabelecimento da cultura do trigo. Altas concentrações de micronutrientes nas sementes podem provocar danos e, conseqüentemente, prejudicar a germinação de sementes (Roberts, 1948).

Foi observada interação para o NMP (Tabela 2). Como a adubação foliar ainda não tinha sido realizada, pode ter sido conseqüências da diferença da DI sobre o NMP.

As concentrações foliares de N, P e K não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 2). Provavelmente, as adubações minerais realizadas, em conformidade com SBCS-NEPAR (2017) e devidamente realizadas, foram o suficiente para nutrir adequadamente às plantas. Todos os nutrientes estudados estavam dentro da faixa considerada ideal para a cultura do trigo, conforme SBCS-NEPAR (2017).

No entanto, as concentrações foliares de S, Cu, Mn e Zn foram alteradas pelos tratamentos. Foi observada interação entre TS e adubação foliar para Mn (Tabela 2). Maiores concentrações de Mn foram observadas no TS0 e TSB, na ausência de adubação foliar. Por outro lado, as concentrações de Mn não foram alteradas na presença de adubação foliar (Tabela 2). Isso demonstra a capacidade do VierFol[®] e BlattPro[®] quanto ao fornecimento efetivo de Mn para o trigo.

As concentrações foliares de S e Zn não foram alteradas pelo TS (Tabela 2). Porém, maior concentração de Cu foi observada no TSB (Tabela 2). Com relação à adubação foliar, esta prática ocasionou aumento das concentrações foliares de S, Cu e Zn (Tabela 2), concordando com as observações de Harris et al. (2008).

Os fertilizantes foliares a base de aminoácidos hidrolizados e quelatos – VierFol[®] e BlattPro[®] – foram efetivos no fornecimento de Cu e Zn, além de favorecer o metabolismo do S. Alterações na nutrição de N devido ao uso de aminoácidos hidrolisados tem sido relatado na literatura (Ertani et al., 2009). Entretanto, tem sido poucos os relatos da alteração da nutrição de S devido a esses insumos. Khan et al. (2019) observou que a nutrição de S foi melhorada devido à aplicação de aplicação de metionina-L.

A MMG foi alterada somente pela presença de adubação foliar (Tabela 2). A melhoria da nutrição da maioria dos nutrientes estudados, devido à adubação foliar, favoreceu o aumento da MMG.

Com relação ao rendimento de grãos, ocorreu interação entre os tratamentos (Tabela 2). Maiores rendimento de grãos de trigo foram observados no TSC, seguido de TSB e TSA, e finalmente, pelo TS0, na ausência de adubação foliar. Maior rendimento de grãos no TSC, quando ausente a adubação foliar, concorda com as observações de Vieira et al. (2005).

Por outro lado, o TS0 teve produção similar ao TSA, TSB e TSC (Tabela 2) na presença do adubo foliar. Esses resultados indicam que a adubação foliar com VierFol[®] e BlattPro[®] foi mais efetiva que o TS no tocante à nutrição e rendimento de grãos de trigo.

A interação positiva entre TS e adubação foliar, sobretudo, com insumos a base de aminoácidos hidrolisados, tem sido mais frequente em situação de estresse hídrico (Colla et al., 2020). Todavia, no presente estudo, não foi observado estresse hídrico no trigo, limitando o potencial de resposta da combinação dos insumos testados.

Tabela 2. Atributos do trigo submetido à tratamento de sementes e adubação foliar com aminoácidos e micronutrientes quelatados.

Atributo	Tratamento de sementes				Média
	TS0	TSA	TSB	TSC	
DI (unidades m⁻²)					
SF	320,5	283,6	248,4	315,7	292,1
CF	325,9	273,9	253,2	306,8	289,9
Média	323,2 a	278,7 b	250,8 c	311,2 a	
NMP (unidades)					
SF	3,3 Aa	3,0 Ab	3,2 Aa	3,1 Aa	3,1
CF	3,0 Ab	3,3 Aa	3,2 Aa	3,3 Aa	3,2
Média	3,1	3,1	3,2	3,2	
Nitrogênio (g kg⁻¹)					
SF	34,4	39,3	41,0	39,9	38,7
CF	39,2	38,6	35,2	37,0	37,5
Média	36,8	39,0	38,1	38,4	
Fósforo (g kg⁻¹)					
SF	2,7	2,9	2,8	2,8	2,8
CF	2,9	2,9	3,1	2,8	2,9
Média	2,8	2,9	2,9	2,8	
Potássio (g kg⁻¹)					
SF	19,4	19,9	20,3	19,8	19,8
CF	20,8	19,0	19,4	19,1	19,6
Média	20,1	19,5	19,8	19,5	
Enxofre (g kg⁻¹)					
SF	2,96	3,12	2,99	3,29	3,1 B
CF	3,37	3,26	3,37	3,40	3,2 A
Média	3,2	3,2	3,2	3,3	
Cobre (g kg⁻¹)					
SF	9,04	9,5	12,2	10,2	10,2 B
CF	13,3	13,5	15,3	12,9	13,8 A
Média	11,2 b	11,5 b	13,7 a	11,5 b	
Manganês (g kg⁻¹)					
SF	78,8 Aa	59,0 Bb	72,3 Aa	58,2 Bb	67,1
CF	79,9 Aa	78,3 Aa	68,6 Aa	75,6 Aa	77,6
Média	79,3	68,6	70,5	66,9	
Zinco (g kg⁻¹)					
SF	25,7	26,7	34,1	28,6	28,8 B
CF	37,7	45,7	40,9	37,3	40,4 A
Média	31,7	36,2	37,5	32,9	
MMG (g)					
SF	30,0	32,0	30,5	31,2	30,9 B
CF	31,7	31,9	32,3	31,6	31,9 A
Média	30,8	31,9	31,4	31,4	
Rendimento (kg ha⁻¹)					
SF	2943 Bb	3841 ABa	3322 ABa	4318 Aa	3606
CF	3892 Aa	4135 Aa	3831 Aa	3525 Ab	3846
Média	3418	3988	3577	3921	

TS0: sem receber tratamento de sementes (TS). TSA: TS com Wurzel Beste[®]. TSC: TS com Wurzel Mais[®]. TSC: TS com Stimulate[®]. SF: sem adubação foliar. CF: com adubação foliar com VierFol[®] e BlattPro[®]. DI: densidade inicial. NMP: número médio de perfilhos. MMG: Massa de mil grãos. CVA: coeficiente de variação das parcelas. CVB = coeficiente de variação das subparcelas. Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas indicam que não houver diferença das médias pelo teste t de Student ($\alpha = 0,05$).

CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com micronutrientes e aminoácidos hidrolisados foi menos efetivo em alterar a nutrição e os atributos de rendimento do trigo, se comparada com a adubação foliar.

A adubação foliar com VierFol® e BlattPro® – a base de aminoácidos hidrolisados e micronutrientes quelatados aumentou as concentrações foliares de enxofre, cobre, manganês e zinco. Esses insumos, também aumentaram a massa de mil grãos e, na ausência de tratamento de sementes com micronutrientes, ocasionou aumento no rendimento de grãos de trigo.

A ausência de estresse hídrico durante o ciclo do trigo pode ter limitado, em partes, o potencial de resposta da combinação dos tratamentos estudados.

AGRADECIMENTOS

Às instituições FAUEPG, CNPq e STI Agro pelas bolsas de pesquisa e apoio financeiro para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- Colla, G.; Rouphael, Y.; Cardarelli, M.; Lucini, L.; Ertani, A. Biostimulant action of protein hydrolysates on crops. In: Rouphael, Y.; Du Jardin, P.; Brown, P.; De Pascale, S.; Colla, G. Biostimulants for sustainable crop production. Cambridge, Burleigh Dadds Science Publishing Limited, 2020. pp.125-148.
- Ertani, A.; Cavani, L.; Pizzeghello, D.; Brandellero, E.; Altissimo, A.; Ciavatta, C.; Nardi, S. Biostimulant activity of two protein hydrolyzates in the growth and nitrogen metabolism of maize seedlings. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.172, n.2, p.237-244, 2009.
- Ferreira, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Lavras – MG: Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.
- Harris, D.; Rashid, A.; Miraj, G.; Arif, M.; Yunas, M. ‘On-farm’ seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. *Plant and soil*, v.306, n.1, p.3-10, 2008.
- Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR). Atlas climático do estado do Paraná. IDR, 2019. Disponível em <https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em: 24/05/2022.
- Khan, S.; Yu, H.; Li, Q.; Gao, Y.; Sallam, B. N.; Wang, H.; Liu, P.; Jiang, W. Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*, v.9, n.5, p.266, 2019.
- Roberts, W.O. Prevention of mineral deficiency by soaking seed in nutrient solution. *The Journal of Agricultural Science*, v. 38, n. 4, p. 458-468, 1948.
- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Núcleo Estadual do Paraná (NEPAR). Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482p.
- Pavan, M. A.; Bloch, M. F.; Zempulski, H. C.; Miyazawa, M.; Zocoler, D. C. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1992. 38p. (Circular, 76).
- USDA – Foreign Agricultural Service. Grain: World Markets and Trade. Disponível em <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/zs25x844t/4t64ht03b/kd17f006c/grain.pdf>. Acesso em 24/05/2022.
- Vieira, E. L. et al. Stimulate no sistema de produção da soja. Reunião de pesquisa de soja na região central do Brasil, 2005.
- Taiz, Lincoln et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Artmed Editora, 2017. 858p.