

## BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA COM ZINCO EM TRIGO

### AGRONOMIC BIOFORTIFICATION OF WHEAT WITH ZINC

João Augusto Lopes Pascoalino<sup>1</sup>, Milton Ferreira Moraes<sup>2</sup>, Carlos Leandro Rodrigues dos Santos<sup>2</sup>, André Rodrigues dos Reis<sup>3</sup>, Pedro Luiz Scheeren<sup>4</sup>, Francisco de Assis Franco<sup>5</sup>, Adriel Evangelista<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudante Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR CEP: 80035-050, Brasil, e-mail: joampascoalino@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor, Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, Barra do Garças, MT CEP 78600-000, Brasil, e-mail: moraesmf@yahoo.com.br, calersantos@gmail.com

<sup>2</sup>Professor, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rua Domingos Costa Lopes, 780, Tupã, SP CEP 17602-496, Brasil, e-mail: andrereis@tupa.unesp.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR-285, Km 294, Passo Fundo-RS, CEP: 99001-970, Brasil, e-mail: pedro.scheeren@embrapa.br

<sup>5</sup>Pesquisador, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), BR 467, Km 98, CEP 85813-450, Cascavel-PR, Brasil, e-mail: franco@coodetec.com.br, adriel@coodetec.com.br

**RESUMO** - O trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agronômicos em cultivares de trigo. Para isso, conduziu experimento em dois ambientes: Palotina-PR e Cascavel-PR, obedecendo delineamento em blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de trigo: CD 150 e BRS Guamirim. A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos, sendo as aplicações Zn-F e Zn-S+F mais eficiente neste aumento. O cultivar BRS Guamirim apresentou maior concentrações de Zn e Fe nos grãos, enquanto CD 150 obteve maior rendimento. A concentração de Zn nos grãos apresentou relação positiva com concentração de Fe e negativa com a produtividade.

**Palavras-chave:** micronutrientes, biofortificação, qualidade de alimentos, fertilizantes.

**ABSTRACT** - The study aimed to evaluate forms of Zn application and its relation with the nutritional quality of grains and agronomic aspects in wheat cultivars. The experiment was carried out in two environments: Palotina-PR and Cascavel-PR, following a randomized complete block in a factorial 4 x 2, with four replications. The treatments were obtained by combinations of Zn application forms: (i) without Zn application (control); (ii) Soil Zn application (Zn-S); (iii) Foliar Zn application (Zn-F) and (iv) Soil plus foliar application (Zn-S+F) and two wheat genotypes: CD 150 and BRS Guamirim. The application of Zn increased Zn concentration in grains, with applications of Zn-F and Zn-F+S increases more efficiently. BRS Guamirim showed higher concentrations of Zn and Fe in the grain, while CD 150 had the highest yield. The concentration of Zn in the grains showed a positive relationship with concentration of Fe and negative with productivity.

**Key-words:** micronutrients, biofortification, food quality, fertilizers.

### INTRODUÇÃO

O trigo está entre os principais cereais produzidos no mundo. Com base em suas propriedades nutricionais apresenta grande potencial para biofortificação, que visa obter cultivares com maiores teores de minerais e vitaminas, através de ferramentas como: melhoramento convencional e práticas agronômicas, principalmente adubação mineral.

Nesse contexto, Cakmak et al. (2010) avaliando formas de aplicação de Zn em trigo observaram que, em solo deficiente do elemento, a aplicação foliar e aplicação foliar conciliada à aplicação no solo com Zn, proporcionaram aumentos na concentração do nutriente nos grãos de 11 e 16 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente, quando comparado a testemunha.

De acordo com HarvestPlus (2009), a concentração alvo de Zn nos grãos de trigo almejada é de 41 mg kg<sup>-1</sup>. Dessa forma, justifica-se a necessidade de novos estudos no tema para

proporcionar subsídios científicos e tecnológicos suficientes para obter os níveis nutricionais exigidos no alimento. Para isso, o trabalho objetivou correlacionar aspectos inerentes da biofortificação com os componentes agrônômicos das cultivares de trigo em razão das estratégias de adubação com Zn, em dois ambientes de cultivo.

## MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), com o cultivo do trigo a campo em sistema de plantio direto, no ano de 2012 em dois ambientes: Palotina e Cascavel, Paraná, Brasil. Para ambos os ambientes de produção, o solo foi caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura muito argilosa e com elevados teores de Zn no solo: 4,8 mg dm<sup>-3</sup> em Palotina e 5,2 mg dm<sup>-3</sup> em Cascavel.

O delineamento experimental foi blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de trigo: CD 150, selecionado por ser o cultivar comercial mais plantado no estado do Paraná, e BRS Guamirim, por apresentar potencial para biofortificação.

A aplicação de Zn no solo foi realizada no plantio, com 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado N(8)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(30)-K<sub>2</sub>O(20), que continha 4% de Zn (equivalente a 10 kg ha<sup>-1</sup> de Zn) na forma de óxido. Para aplicação de Zn foliar foi utilizada uma solução com 2% de sulfato de zinco penta hidratado (ZnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), em taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (equivalente a 910 g ha<sup>-1</sup> de Zn) aplicado no início do enchimento dos grãos.

Ao final do ciclo da cultura, realizaram-se as avaliações de produtividade e qualidade nutricional dos grãos, com quantificação de Zn e Fe por ICP-OES. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e quando significativos foram comparados por teste de media (Tukey a 5% de probabilidade). Para determinar o grau de associação entre as variáveis efetuou-se análise de correlação linear de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de aplicação de Zn aumentaram a concentração do nutriente nos grãos de trigo de ambos os cultivares e ambientes de produção (Tabela 01). Nota-se que as aplicações Zn-F e Zn-S+F proporcionaram as maiores concentrações de Zn nos grãos, sendo mais eficientes que a aplicação isolada de Zn no solo (Zn-S). Observa-se alta eficiência da aplicação via foliar para aumentar a concentração do nutriente nos grãos. Esses resultados corroboram os de Zou et al. (2012), que obtiveram menor eficiência da aplicação de Zn no solo, em relação as aplicações foliar e de ambas conciliadas.

A aplicação de Zn não influenciou a concentração de Fe nos grãos de trigo de ambos os cultivares e ambientes (Tabela 01). Diferente do observado para a produtividade, a qual as aplicações Zn-S e Zn-S+F proporcionaram aumento nesta variável para o cultivar CD 150 em Palotina (Tabela 02). Apesar dos demais tratamentos não apresentarem diferença significativa na produtividade, evidencia-se que com aplicação de Zn obteve-se os maiores rendimentos.

Comparando os cultivares, observa-se que o BRS Guamirim apresentou maior concentração de Zn e Fe nos grãos, enquanto CD 150 maior produtividade, fato ocorrido para ambos os ambientes (Tabela 01). Esse comportamento permite inferir que cultivares com características de biofortificação, como o BRS Guamirim tendem a ser mais nutritivas, porém, menos produtivas. Fato esse, que precisa ser melhor estudado, uma vez que a biofortificação procura selecionar cultivares que associam alto rendimento com maior qualidade nutricional dos produtos.

Correlacionando as variáveis, observa-se correlação positiva para concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa para concentração de Zn e produtividade e concentração de Fe e produtividade (Tabela 02). Concordando com os resultados de Gomez-Becerra et al. (2010).

**Tabela 01** - Valores médios da concentração de Zn e Fe nos grãos e produtividade de cultivares de trigo, em função de formas de aplicação de Zn.

Cultivar	Formas aplicação Zn			
	Controle	Zn-S	Zn-F	Zn-S+F
<b>Palotina</b>				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	34,3 a B	39,7 a B	36,3 a B	39,7 a B
BRS Guamirim	47,3 b A	47,7 b A	49,6 ab A	54,7 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	47,2 a B	52,2 a B	51,4 a B	52,4 a B
BRS Guamirim	62,2 a A	65,4 a A	64,0 a A	65,1 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
CD 150	1854 b A	2222 a A	1898 b A	2155 a A
BRS Guamirim	1612 a B	1823 a B	1615 a B	1798 a B
<b>Cascavel</b>				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	26,1 b A	27,7 ab A	28,8 a B	30,7 a B
BRS Guamirim	29,4 b A	29,9 b A	33,7 a A	36,8 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
CD 150	52,2 a B	52,8 a B	52,1 a B	53,2 a B
BRS Guamirim	58,2 a A	58,5 a A	58,9 a A	58,9 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
CD 150	3015 a A	2943 a A	3074 a A	3051 a A
BRS Guamirim	2882 a A	2836 a A	2883 a B	2838 a B

Valores médios seguidos pela mesma letra, minúsculas entre formas de aplicação e maiúsculas entre cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 02** - Correlação entre as variáveis respostas de trigo, em dois ambientes.

Variável	Produtividade	Teor Zn	Teor Fe
Palotina			
Produtividade	1,00		
Teor de Zn	-0,36**	1,00	
Teor de Fe	-0,28 <sup>ns</sup>	0,53***	1,00
Cascavel			
Produtividade	1,00		
Teor de Zn	-0,18 <sup>ns</sup>	1,00	
Teor de Fe	-0,45**	0,34*	1,00

\*\* , \* , <sup>ns</sup>, significativo ao nível de 5% e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos. As aplicações Zn-F e Zn-S+F foram mais eficientes no aumento das concentrações de Zn nos grãos. O cultivar BRS Guamirim apresentou maior concentrações de Zn e Fe nos grãos, enquanto CD 150 obteve maior rendimento. A concentração de Zn nos grãos apresentou relação positiva com concentração de Fe e negativa com a produtividade.

## REFERÊNCIAS

- CAKMAK, I.; PFEIFFER, W.H.; MCCLAFFERTY, B. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.87, n.1, p.10-20, 2010.
- GOMEZ-BECERRA, H.F.; ERDEM, H.; YAZICI, A.; TUTUS, Y.; TORUN, B.; OZTURK, L.; CAKMAK, I. Grain concentrations of protein and mineral nutrients in a large collection of spelt wheat grown under different environments. *Journal of Cereal Science*, London, v.52, n.3, p.342-349, 2010.
- HARVESTPLUS. Breeding crops for better nutrition. Washington: CGIAR, 2009. 4p.
- ZOU, C.Q.; ZHANG, Y.Q.; RASHID, A.; RAM, H.; SAVASLI, E.; ARISOY, R.Z.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; SIMUNJI, S.; WANG, Z.H.; SOHU, V.; HASSAN, M.; KAYA, Y.; ONDER, O.; LUNGU, O.; YAQUB MUJAHID, M.; JOSHI, A.K.; ZELENSKIY, Y.; ZHANG, F.S.; CAKMAK, I. Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.361, n.1-2, p.119-130, 2012.