



Biorregulador aplicado em diferentes estádios fenológicos na cultura do trigo

Plant growth regulator applied at different growth stages of wheat crop

Marcelo Cruz Mendes^{1*}, André Gabriel², Luiz Henrique Ilkiu Vidal³, Marcos Ventura Faria⁴, Omar Possatto Júnior⁵, Osnil Alves Camargo Junior⁶

Resumo: Os biorreguladores são produtos relativamente novos no mercado e sua utilização vem gradativamente aumentando na agricultura. Porém, há poucos trabalhos científicos que denotam a eficiência de utilização desses produtos no tratamento de sementes e via aplicação foliar para a cultura do trigo no Brasil. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência agrônômica de um biorregulador comercial à base de auxina, citocinina e giberelina no tratamento de sementes e/ou aplicado via foliar em diferentes estádios fenológicos na cultivar de trigo Quartzo. As aplicações foliares foram realizadas nos estádios fenológicos de perfilhamento, florescimento e em ambos estádios perfilhamento e florescimento. O experimento foi conduzido em condições de campo, no sistema de plantio direto, onde, anteriormente, havia sido cultivado milho no verão, no município de Guarapuava, PR. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo avaliado, após o ponto de maturidade fisiológica, as seguintes características agrônômicas: número de perfilhos, número de espigas, número de grãos por espiga, peso hectolitro, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos. O biorregulador à base de auxina, citocinina e giberelina aumenta a produtividade de grãos, quando aplicado de forma conjunta, via sementes e aplicação foliar, sendo mais efetivo no florescimento.

Palavras-chave: Florescimento. Perfilhamento. Regulador vegetal. *Triticum aestivum* L.

Abstract: Bioregulators are relatively recent products on the market, and their use in agriculture has been slowly increasing. However, there are few scientific studies that show the efficiency of using these products in the treatment of seeds and in foliar application on the wheat crop in Brazil. The objective of this study therefore, was to evaluate the agronomic efficiency of a commercial auxin, cytokinin and gibberellin-based bioregulator, in the treatment of seeds and/or in foliar application at different growth stages in the Quartzo cultivar of wheat. Foliar application was carried out at the phenological stages of tillering and flowering, and at both tillering and flowering. The experiment was conducted under field conditions in a system of direct planting in the municipality of Guarapuava, PR, where maize had previously been cultivated during the summer. A randomised-block design was used, with five replications, with the following agronomic characteristics being evaluated after the point of physiological maturity: number of tillers, number of ears, number of grains per ear, hectolitre weight, 1000-grain weight and grain productivity. The auxin, cytokinin and gibberellin-based bioregulator increases grain productivity when applied jointly to the seeds and to the leaves, being more effective at the flowering stage.

Key words: Flowering. Tillering. Plant growth regulator. *Triticum aestivum* L.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 10/04/2015 e aprovado em 11/01/2016

¹Professor Adjunto, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil, mcmendes@unicentro.br

²Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil, andre.gb85@hotmail.com

³Professor Adjunto, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil, lvidal@unicentro.br

⁴Professor Associado, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil, mfarria@unicentro.br

⁵Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil, omar.pj@hotmail.com

⁶Professor Adjunto, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, PR, Brasil, ocamargo@unicentro.br

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta de ciclo anual, considerada, entre os cultivos de inverno, aquele que apresenta maior importância econômica, pois demonstra, em diferentes áreas de cultivo, grande capacidade produtiva de grãos (MARINI *et al.*, 2011).

Na região Sul do Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, o trigo é uma das principais escolhas de cultivo no inverno. O grande consumo interno desse cereal pressiona sua cadeia produtiva para tornar a cultura competitiva em relação aos demais países produtores, sendo, portanto, um grande desafio para o estado do Paraná, bem como para outros estados produtores do Brasil. O estado do Paraná apresenta condições muito favoráveis para a produção de trigo de excelente qualidade, comparável aos melhores trigos importados (FUNDAÇÃO MERIDIONAL, 2014).

Contudo, há necessidade de constante reformulação e geração de novas tecnologias, passíveis de serem adotadas, visando o incremento de produtividade e qualidade do trigo. Entre essas novas tecnologias, destaca-se o emprego de biorreguladores, que são produtos capazes de melhorar o desempenho das cultivares a campo, minimizando os efeitos negativos das variações edafoclimáticas.

Os hormônios vegetais são substâncias orgânicas importantes, produzidas pelo metabolismo das plantas. Entretanto, existem distintos grupos de substâncias sintéticas denominadas de biorreguladores ou reguladores vegetais, que, em pequenas concentrações, inibem ou modificam processos metabólicos e fisiológicos de diferentes espécies de plantas, com efeitos similares aos dos hormônios naturais.

Essas substâncias são ativas não somente em nível celular e molecular, mas têm também a função de coordenar o organismo como um todo, tal como o papel desencadeado pelos hormônios vegetais sobre a fotossíntese.

Os biorreguladores podem ser aplicados diretamente nas plantas, interferindo em processos vitais e estruturais, como: germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO; VIEIRA, 2001). Os produtos à base de biorreguladores são utilizados tanto no tratamento de sementes quanto em pulverizações foliares ou em frutos, porém pesquisas com cereais de inverno são escassas, ainda que alguns resultados agrônômicos positivos foram obtidos para a cultura do trigo, por Berti *et al.*, (2007) e Piccinin *et al.*, (2013), e para outras culturas de verão, tais como: soja (ÁVILA *et al.*, 2008; ALBRECHT *et al.*, 2011), assim como para milho (FERREIRA *et al.*, 2007), entre outras.

Os biorreguladores são substâncias capazes de promover maior crescimento de plântulas e plantas, o que justifica a necessidade de pesquisas para definir formas e épocas de aplicação desse produto, bem como a sua influência em estádios fenológicos mais avançados, com o intuito de

obter um método para elevar a produção nacional (SOUZA; SILVA, 2013). Porém, há poucos trabalhos científicos que denotam a eficiência de utilização desses produtos no tratamento de sementes e via aplicação foliar para a cultura do trigo no Brasil.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de biorreguladores nas características agrônômicas do trigo, cultivar Quartzo, quando aplicado via sementes e/ou foliar, em diferentes estádios fenológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia, na Universidade Estadual do Centro-Oeste (Campus CEDETEG), em Guarapuava-PR, localizada a 25°21'S; 51°30'O e altitude de 1.100 m. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições e seis tratamentos (Tabela 1). A parcela foi constituída por seis fileiras de 5,0 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,17 m, com área total de 5,1 m² e área útil constituída pelas duas fileiras centrais.

A cultivar de trigo empregada foi a Quartzo, proveniente da empresa OR Melhoramento de Sementes Ltda./Biotrigo Genética Ltda. O experimento foi instalado sob sistema plantio direto em palhada de milho, em sucessão ao plantio direto de aveia preta. A abertura dos sulcos foi realizada com semeadora de plantio direto, da marca Semina®, deixando após o desbaste uma população de 350 plantas m⁻². Para adubação de semeadura, utilizou-se 350 kg ha⁻¹ do formulado 08-20-15 e 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura, realizada quando as plantas se encontravam no estágio de perfilhamento.

O biorregulador utilizado foi um produto comercial Stimulate®, constituído de ácido indolbutírico 0,005%, cinetina 0,009% e ácido giberélico 0,005%. As sementes foram tratadas com o biorregulador, no mesmo dia da instalação do experimento e nas aplicações foliares, utilizou-se equipamento de pulverização costal pressurizado à base de CO₂, com bico tipo cônico-vazio (0,3), constituindo um volume de aplicação de 150 L ha⁻¹ e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹.

Os demais tratos culturais e fitossanitários utilizados ao longo do ciclo seguiram a recomendação para o cultivo do trigo na região centro-sul do Paraná (FUNDAÇÃO MERIDIONAL, 2014).

Após atingirem o ponto de maturidade fisiológica e próximo ao ponto de colheita, foram avaliadas as seguintes características: Número de perfilhos (NP) - valor médio do número de perfilhos, em uma amostra de dez plantas coletadas na área útil da parcela; Número de espigas (NE) - valor médio do número de espigas, em uma amostra de dez plantas coletadas na área útil da parcela; Número de Grãos por Espiga (GE) - valor médio do número de grãos, em uma amostra de cinco plantas coletadas na área útil

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos, doses, estágio fenológico e forma de aplicação do biorregulador em trigo. Guarapuava, PR

Table 1 - Description of treatment, doses, growth stage and form of application of the bioregulator in wheat. Guarapuava, PR

Tratamentos*	Forma de aplicação	Doses**	Estádio Fenológico
Testemunha	-	-	-
BTS	Semente (S)	4 ml kg ⁻¹	Semeadura
BP	Foliar (F)	0,250 L ha ⁻¹	Perfilhamento
BTS+BP	S + F	4 ml kg ⁻¹ + 0,250 L ha ⁻¹	Semeadura + perfilhamento
BTS+BF	S + F	4 ml kg ⁻¹ + 0,250 L ha ⁻¹	Semeadura + florescimento
BTS+BP+BF	S + F + F	4 ml kg ⁻¹ + 0,250 L ha ⁻¹ + 0,250 L ha ⁻¹	Semeadura + perfilhamento + florescimento

*BTS – biorregulador via tratamento de semente. BP - biorregulador via pulverização no perfilhamento. BF - biorregulador via pulverização no florescimento**conforme recomendação comercial.

* *BTS - plant growth regulator applied to seeds. BP - plant growth regulator via spray at tillering. BF - plant growth regulator via spraying at flowering. **commercial recommendation.*

da parcela; Peso hectolitro (PH) - determinado no tempo zero de maturação do trigo, expresso em kg hL⁻¹; Peso de 1000 Grãos (P1000) - valor médio da pesagem de três amostras de 1000 grãos, retiradas na área útil da parcela; Produtividade de grãos (PROD) – Trilhagem das espigas colhidas das plantas da área útil da parcela (duas fileiras centrais), transformada para kg ha⁻¹ e corrigida para umidade padrão de 13%. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a influência significativa dos tratamentos para as características peso de 1000 grãos e produtividade. As demais características analisadas, NP, NE, GE e PH, não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos, sendo as suas médias apresentadas na Tabela 2.

A ausência de significância para NP também foi observada por Fioreze e Rodrigues (2012). No entanto, os autores verificaram que o uso de biorreguladores influenciou no aumento do número de perfilhos férteis, sobretudo para

Tabela 2 – Resultados médios para número de perfilhos (NP); número de espigas (NE); grãos por espiga (GE); peso hectolitro (PH); peso de 1000 grãos (P1000); Produtividade de grãos (PROD) de trigo, cultivar Quartzo, submetida a diferentes tratamentos com biorregulador. UNICENTRO, Guarapuava, PR

Table 2 - Mean results for number of tillers (NP); number of ears (NE); grains per ear (GE); hectolitre weight (PH); 1000-grain weight (P1000); Grain productivity (PROD) in the Quartzo cultivar of wheat, subjected to different treatments of bioregulator. UNICENTRO, Guarapuava, PR

Tratamentos	NP	NE	GE	PH	P1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)		
Testemunha	8,22	6,92	35,1	72,25	33,97	b	3.724	b
BTS	7,78	7,18	40,1	72,49	35,64	ab	4.301	ab
BP	8,16	7,30	39,1	70,85	36,03	ab	4.325	ab
BTS+BP	7,02	6,16	38,8	72,38	36,53	ab	4.463	ab
BTS+BF	7,84	6,90	36,4	73,15	37,22	a	4.599	a
BTS+BP+BF	7,48	6,38	38,7	72,66	37,35	a	4.620	a
MÉDIA	7,75	6,80	38,02	72,30	-	-	-	-
DMS	2,24	2,29	5,62	3,59	2,85	-	774,67	-
C.V. %	14,49	16,94	7,44	2,50	3,97	-	8,98	-

*BTS – biorregulador via tratamento de semente. BP - biorregulador via pulverização no perfilhamento. BF - biorregulador via pulverização no florescimento. Médias seguidas das mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* *BTS - plant growth regulator applied to seeds. BP - plant growth regulator via spray at tillering. BF - plant growth regulator via spraying at flowering. Means followed the same letters, in the column, do not differ by Tukey test at 5 % probability.*

os perfis emitidos próximos à aplicação, sugerindo que o biorregulador possui um efeito residual efêmero. O padrão de perfilhamento pode, também, ser afetado pela deficiência de água no desenvolvimento da cultura (VALÉRIO *et al.*, 2009), fato que não ocorreu no experimento realizado.

Para peso de 1000 grãos, os tratamentos BTS+BF e BTS+BP+BF diferiram estatisticamente do tratamento testemunha, com aumento significativo de 10% (Tabela 2). O mesmo ocorreu para produtividade de grãos, em que para os tratamentos BTS+BF e BTS+BP+BF foram superiores a testemunha, elevando a produtividade em 24%. Esse percentual em produtividade de grãos foi superior ao obtido por Alleoni *et al.*, (2000) em feijoeiro, cujos rendimentos percentuais foram de 1,7%, quando o biorregulador foi aplicado via foliar, e de 5,4% em aplicações nas sementes e via foliar.

Os tratamentos com biorreguladores nas sementes (BTS), em geral, foram superiores à testemunha (Tabela 2) em razão de que plântulas bem desenvolvidas, potencialmente, levam a um melhor crescimento e desenvolvimento inicial da cultura, propiciando melhores características agrônomicas e produtividade de grãos. Resultados favoráveis ao maior vigor de plântulas, pelo uso de biorregulador, foram obtidos por Ferreira *et al.* (2007), Ávila *et al.* (2008) e Albrecht *et al.* (2011), resultando em aumento na produtividade de grão.

Em contraste com os resultados obtidos nessa pesquisa, Cato (2006), aplicando biorregulador comercial no tratamento de sementes, não obteve aumento na produtividade de grãos de trigo, cultivar Coodetec 104, mas observou efeito no aumento do NP e NE. Esses resultados

demonstram a especificidade dos biorreguladores em cada cultura, o que justifica o presente estudo.

O efeito do uso de biorreguladores no incremento da produtividade, em alguns casos, influencia positivamente outras características do desenvolvimento vegetal (ÁVILA *et al.*, 2008; KLAHOLD *et al.*, 2006). Porém, a relação entre o balanço hormonal e sua influência sobre outras variáveis, como NP, deve ser melhor estudada (FIOREZE; RODRIGUES, 2012).

Albrecht *et al.* (2011), estudando o Stimulate®, mesmo biorregulador comercial empregado nesse estudo, na cultura da soja, verificaram que associando o tratamento de sementes e aplicação foliar, tanto no estágio vegetativo quanto reprodutivo, resultou em aumento de produtividade de grãos e número de vagens por planta.

O uso alternativo de biorreguladores, além de promover maior produtividade para as culturas economicamente importantes, tem sido estudado na mitigação e, ainda, na reversão de efeitos adversos causados por estresses abióticos (CATO, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2015), podendo auxiliar na tolerância das plantas à fatores ambientais adversos (AFZAL, 2005; AKMAN, 2009).

CONCLUSÃO

O biorregulador à base de auxina, citocinina e giberelina aumenta a produtividade de grãos, quando aplicado de forma conjunta, via sementes e aplicação foliar, sendo mais efetivo no florescimento.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

AFZAL, I.; BASRA, S. M. A.; IQBAL, A. The effects of seed soaking with plant growth regulators on seedling vigor of wheat under salinity stress. **Journal of Stress Physiology and Biochemistry**, v.1, n.1, p.6-14, 2005.

AKMAN, Z. Effects of GA3 and Kinetin pre-sowing treatments on seedlings emergence and seedlings growth in wheat under saline conditions. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, n. 2, p. 362-367, 2009.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e desempenho das plantas de soja. **BioScience Journal**, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate® no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2000.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 567-691, 2008.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.

- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores de vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132 p.
- CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.
- FIGUEIREDO, S. L.; RODRIGUES, J. D. Perfilamento do trigo em função da aplicação de regulador vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p.750-755, 2012. Suplemento.
- KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; ROBINSON, L. C.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.
- MARINI, N.; TUNES, L. M.; SILVA, J. I.; MORAES, D. M.; CANTOS, F. A. A. Efeito do fungicida Carboxim Tiram na qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 17-22, 2011.
- OLIVEIRA, F. A.; GUEDES, R. A. A.; GOMES, L. P.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 204-210, 2015.
- PICCININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; SCAPIM, C. A.; RICCI, T. T.; BAZO, G. L. Efficiency of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on agronomic characteristics and yield of wheat. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 393-397, 2013.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 7., 2013, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticales**: safra 2014. Londrina: Fundação Meridional, 2013. 235 p.
- SOUZA, E. F. C.; SILVA, M. A. Ecofisiologia tritícola. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 171-187. 2013.
- VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; MAIA, L. C.; GONZÁLEZ. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 1207-1218, 2009.