

EFEITO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO NA CULTURA DE TRIGO SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E DENSIDADES DE PLANTAS¹

Effect of Growth Regulator on Wheat Crop under Different Nitrogen Rates and Plant Densities

ZAGONEL, J.², VENANCIO, W.S.³ e KUNZ, R.P.⁴

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os efeitos de um regulador de crescimento no cultivar de trigo IAPAR-53, em diferentes densidades de plantas e submetido a diferentes doses de nitrogênio, instalou-se um experimento na Fazenda-Escola da UEPG em Ponta Grossa-PR, no ano de 1999. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da aplicação de 125 g i.a. ha⁻¹ de trinexapac-ethyl e testemunha sem aplicação, em densidades de 44, 60 e 75 plantas m⁻¹, no espaçamento de 0,17 m entre fileiras e nas doses de 0, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. A aplicação de trinexapac-ethyl resultou em plantas com menor massa seca, entrenós mais curtos, maior diâmetro do caule e aumento do número de espigas m⁻¹, de grãos por espiga e produtividade. Com o aumento da dose de nitrogênio ocorreu aumento da estatura das plantas, do número de espigas m⁻¹, do peso de mil grãos e da produtividade. Com o aumento da densidade de plantas, o diâmetro do caule, a massa seca das plantas e o número de grãos por espiga diminuíram e o número de espigas m⁻¹ e o peso de mil grãos aumentaram, sem efeitos na produtividade. Não foi observado acamamento em nenhum dos tratamentos.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, produtividade, trinexapac-ethyl.

ABSTRACT - An experiment was conducted at the UEPG "Capão da Onça" School Farm in 1999, Paraná-Brazil, to evaluate the effects of a growth regulator on the wheat cultivar IAPAR-53 grown at different plant populations and nitrogen rates. The experimental design was a randomized complete block in a 2 x 3 x 4 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of applying 125 g a.i. ha⁻¹ of trinexapac-ethyl and control; plant densities of 44, 60 and 75 plants m⁻¹ in a row spacing of 0.17 m and rates of 0, 45, 90, and 135 kg ha⁻¹ of surface broadcast nitrogen. The application of trinexapac-ethyl resulted in less dry matter and short internodes, increased stem diameter, number of spikes m⁻¹, and grain yield. As nitrogen rate increased, so did plant height, number of spikes m⁻¹, grain weight, and grain yield. With the increase of plant density, stem diameter, plant dry weight and the number of grain/spike decreased; however, the number of spikes m⁻¹ and grain weight increased with no detected effect on wheat productivity. No lodging was observed in any of the treatments.

Key words: *Triticum aestivum*, yield, trinexapac-ethyl.

INTRODUÇÃO

A produtividade da cultura do trigo é definida em função do cultivar utilizado, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas

(EMBRAPA, 1997). A crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado o uso mais freqüente de insumos, dentre os quais a adubação nitrogenada mostra-se importante na definição da produtividade.

¹ Recebido para publicação em 10/4/2002 e na forma revisada em 9/12/2002.

² Eng.-Agr., Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade (DEFITO) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Praça Santos Andrade n.1, 84010-919 Ponta Grossa-PR, <jefersonzagonel@uol.com.br>; ³ Eng.-Agr., M.S., Professor Assistente, DEFITO/UEPG. ⁴ Eng.-Agr., Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Rua Marechal Floriano Peixoto, 42, s.52, 84010-340 Ponta Grossa-PR.



A dose de nitrogênio a ser utilizada baseia-se na estatura das plantas, na fertilidade do solo e no nível de produtividade desejada. Em média, são utilizados de 30 a 60 kg ha⁻¹ do elemento (Costa & Oliveira, 1998), sendo as menores doses recomendadas para os cultivares de porte alto e/ou para solos de alta fertilidade. Entretanto, alguns cultivares podem responder a até 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Freitas et al., 1995; Vieira et al., 1995). Para melhor aproveitamento do nitrogênio, recomenda-se o parcelamento da dose, aplicando parte na semeadura e parte em cobertura no final do perfilhamento (IAPAR, 1999).

Pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, o trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, compensando possíveis falhas na semeadura. Outra característica da cultura é a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura (Mundstock, 1999). Em geral, a quantidade de sementes a ser utilizada visa a obtenção de densidades de 300 a 400 plantas m⁻² (Iapar, 1999; Seganfredo, 1999), sendo as menores quantidades recomendadas para solos de alta fertilidade.

Altas densidades de plantas e elevadas doses de nitrogênio são fatores positivos para o aumento da produtividade, porém podem resultar no acamamento da cultura, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos. O uso de redutores de crescimento é uma prática difundida com sucesso na Europa, onde o trinexapac-ethyl tem-se mostrado efetivo na redução da estatura das plantas de cereais de inverno, evitando o acamamento (Amrein et al., 1989; Kerber et al., 1989). O produto atua no balanço das giberelinas, reduzindo drasticamente os níveis da GA₁, responsável pelo crescimento das plantas (Davies, 1987), ao mesmo tempo que aumenta acentuadamente seu precursor biossintético imediato - GA₂₀. A queda no nível do ácido giberélico ativo (GA₁) é a provável causa da inibição do crescimento das plantas (Weiler & Adams, 1991).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em algumas características agrônomicas e na produtividade do cultivar de trigo IAPAR-53 em diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda - Escola "Capão da Onça", da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa-PR, no ano de 1999. O solo no local é um Cambissolo háplico distrófico de textura argilosa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3 x 4, com quatro repetições. As parcelas apresentaram área total de 15,0 m² (6,0 x 2,5 m) e área útil de 9,0 m² (5,0 x 1,8 m). Os tratamentos constaram de duas doses de trinexapac-ethyl (0 e 125 g ha⁻¹), três densidades de plantas (44, 60 e 75 plantas m⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (0, 45, 90 e 135 kg ha⁻¹) em forma de uréia, aplicadas em cobertura, no perfilhamento, entre os estádios 3 e 4 da escala de Feeks & Large.

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 17/5/99 em fileiras espaçadas de 0,17 m, no sistema de plantio direto na palha, sobre restos de cultura de feijão. A emergência das plantas ocorreu no dia 28/5/99 e a adubação consistiu da aplicação de 300 kg ha⁻¹ de adubo de fórmula comercial 05-25-25, na semeadura.

O trinexapac-ethyl foi aplicado por meio de pulverizador costal, à pressão constante de 30 lb pol⁻², pressurizado por CO₂ comprimido, com pontas de jato plano "leque" XR 110-015. Aplicou-se o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. Na aplicação, as plantas de trigo apresentavam de três a quatro perfilhos (estádio VX), com o primeiro e segundo nós visíveis, e estatura entre 30 e 35 cm.

O cultivar utilizado foi o IAPAR-53, de ciclo médio, estatura média/baixa (84 cm, em média), ciclo de 53 a 90 dias até o espigamento e moderadamente suscetível ao acamamento (Iapar, 1999; Seganfredo, 1999; Molin, 2000).

No florescimento (abertura das anteras) foram determinados, a partir da colheita das plantas de 2 m de fileira por parcela, o comprimento dos entrenós, a estatura de plantas (do colo da planta até a base da espiga), a massa das plantas secas, o diâmetro do caule (no meio do primeiro entrenó) e o acamamento (visualmente), sendo esse último avaliado semanalmente até a colheita. Na colheita foram

determinados os componentes da produção e a produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de DMS (t teste) no nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da densidade de plantas, das doses de nitrogênio e da aplicação do trinexapac-ethyl no trigo aconteceram em sua maioria isoladamente, uma vez que só foram observadas interações significativas do trinexapac-ethyl com o nitrogênio para o comprimento do segundo entrenó e, com a densidade de plantas, para o comprimento do terceiro entrenó (Tabela 1).

O trinexapac-ethyl promoveu a redução do comprimento dos quatro entrenós (Tabela 1), mesmo para o primeiro, que ainda apresentava crescimento na aplicação do trinexapac-ethyl, feita logo após o aparecimento do segundo nó. Isso resultou em plantas de menor estatura, com menor massa seca e maior diâmetro do caule (Tabela 2). O resultado dessas alterações foi o aparecimento de plantas mais compactas, com melhor direcionamento dos fotoassimilados para a produção de grãos, uma vez que o número de espigas por metro e o de grãos por espiga (Tabela 3) aumentaram e determinaram maior produtividade (Tabela 4). O peso de

mil grãos (Tabela 4) diminuiu com a aplicação de trinexapac-ethyl, mais pelo efeito clima e planta para o enchimento do maior número de grãos produzidos do que pela aplicação do produto.

Os efeitos da redução de estatura para evitar o acamamento não puderam ser observados, uma vez que não ocorreram ventos fortes durante o ciclo da cultura, fator que, somado à estatura média/baixa do cultivar IAPAR-53, implicou a não-ocorrência do acamamento, mesmo nas parcelas tratadas com as maiores doses de nitrogênio e nas mais altas populações de plantas. Mesmo assim, foi nitida a vantagem do trinexapac-ethyl na redução da estatura das plantas e no aumento do diâmetro do caule (Tabela 2), fatores positivos para reduzir os efeitos do acamamento (Amrein et al., 1989). O produto proporcionou maior produtividade, atribuída ao aumento nos componentes da produção, especialmente do número de grãos, que tem correlação negativa com a estatura das plantas (Ge & Zhang, 1990; Cavassim & Borém, 1998).

A densidade de plantas afetou o comprimento do terceiro entrenó (Tabela 1), reduzindo-o com o aumento da densidade quando da aplicação do trinexapac-ethyl e aumentando-o quando da não-aplicação do produto, sem, no entanto, afetar a estatura das plantas (Tabela 2). O aumento da densidade resultou

Tabela 1 - Comprimento dos entrenós (cm) do trigo em função da densidade de plantas e das doses de nitrogênio e de trinexapac-ethyl. Fazenda-Escola, UEPG. Ponta Grossa-PR, 1999

Densidade (plantas m ⁻¹)	1º entrenó		2º entrenó		3º entrenó		Pedúnculo	
	Média		Média		Com	Sem	Média	
44	8,7 a		11,5 a		10,3 ab	12,8 b	23,3 a	
60	8,5 a		11,4 a		10,6 a	13,9 a	21,9 a	
75	8,8 a		11,3 a		9,5 b	13,9 a	22,2 a	
Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Média		Com	Sem	Média		Média	
0	8,1 b		8,7 b	12,9 a	10,7 c		21,5 b	
45	8,7 a		9,1 b	13,3 a	11,8 b		22,4 ab	
90	8,8 a		10,1 a	13,1 a	11,9 b		22,2 ab	
135	9,1 a		10,7 a	13,4 a	12,9 a		23,6 a	
Média	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Trinexapac-ethyl	7,7 B	9,6 A	9,6 B	13,2 A	10,1 B	13,5 A	20,2 B	24,7 A
Coeficiente de Variação	7,9%		8,9%		10,7%		12,9%	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de DMS (t teste) em nível de 5% de probabilidade.



Tabela 2 - Estatura de plantas (cm), massa das plantas secas (g por planta) e diâmetro do caule (mm) do trigo em função da densidade de plantas e das doses de nitrogênio e de trinexapac-ethyl. Fazenda-Escola, UEPG, Ponta Grossa-PR. 1999

Densidade (plantas m ⁻¹)	Estatura		Massa seca		Diâmetro do caule	
	Média		Média		Média	
44	55,4 a		1,68 a		3,58 a	
60	56,6 a		1,57 a		3,35 b	
75	56,6 a		1,40 b		3,25 b	
Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Média		Média		Média	
0	54,2 b		1,50 a		3,41 a	
45	53,6 b		1,57 a		3,40 a	
90	56,6 ab		1,59 a		3,37 a	
135	60,4 a		1,54 a		3,40 a	
Média	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Trinexapac-ethyl	50,2 B	62,2 A	1,49 B	1,60 A	3,45 A	3,34 B
Coeficiente de Variação	13,3%		14,6%		6,1%	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de DMS (t teste) em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Número de perfilhos por planta, número de espigas por metro e número de grãos por espiga do trigo em função da densidade de plantas e das doses de nitrogênio e de trinexapac-ethyl. Fazenda-Escola, UEPG, Ponta Grossa-PR. 1999

Densidade (plantas m ⁻¹)	Perfilho/planta		Espigas/m		Grãos/espiga	
	Média		Média		Média	
44	2,90 a		57,9 c		13,4 a	
60	2,45 b		63,4 b		13,1 b	
75	2,12 c		71,3 a		12,8 c	
Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Média		Média		Média	
0	---		59,4 c		12,8 b	
45	---		62,8 bc		13,2 a	
90	---		66,5 ab		13,3 a	
135	---		68,0 a		13,2 a	
Média	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Trinexapac-ethyl	2,49 A	2,49 A	66,8 A	61,5 B	13,3 A	12,9 B
Coeficiente de Variação	3,0%		11,2%		3,5%	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de DMS (t teste) em nível de 5% de probabilidade.

em plantas de menor massa seca e diâmetro do caule (Tabela 2), deixando-as mais suscetíveis ao acamamento, bem como também em menor número de perfilhos por planta (Tabela 3). Isso ocorreu porque o número de plantas emergidas é que define o número de perfilhos a serem emitidos para compensar a falta ou o excesso das plantas (Mundstock, 1999). Assim, o aumento do número de plantas observado no experimento resultou na emergência de menor número de perfilhos. Os

efeitos das diferentes densidades de plantas foram mais nítidos nos componentes da produção, em que o número de espigas por metro aumentou com o aumento da densidade (Tabela 3). No entanto, as plantas não mostraram potencial para o enchimento dos grãos; assim, o número de grãos por espiga (Tabela 3) e o peso de mil grãos (Tabela 4) diminuíram com o aumento da densidade, adequando o número e o peso dos grãos às condições do ambiente, fato que resultou em produtividade

Tabela 4 - Peso de mil grãos (g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) do trigo em função da densidade de plantas e das doses de nitrogênio e de trinexapac-ethyl. Fazenda-Escola, UEPG, Ponta Grossa-PR. 1999

Densidade (plantas m ⁻¹)	Peso de mil grãos		Produtividade	
	Média		Média	
40	42,8 a		3.166 a	
60	42,1 b		3.111 a	
75	41,6 b		3.041 a	
Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Média		Média	
0	42,8 a		2.613 d	
45	42,4 ab		3.070 c	
90	41,8 bc		3.251 b	
135	41,7 c		3.490 a	
Média	Com	Sem	Com	Sem
Trinexapac-ethyl	40,6 B	43,7 A	3.255 A	2.957 B
Coefficiente de Variação	3,0%		7,3%	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de DMS (t teste) em nível de 5% de probabilidade.

similar para as densidades estudadas. Considerando que essas densidades correspondem a 259, 353 e 441 plantas por metro quadrado e que, segundo Mundstock (1983), entre 180 e 570 plantas por metro quadrado a produtividade varia muito pouco em face do perfilhamento da cultura, a similaridade dos resultados no presente trabalho pode ser considerada normal para as densidades utilizadas, corroborando os resultados obtidos por Silva & Gomes (1990), que não observaram diferenças na produtividade para densidades variáveis entre 200 e 400 plantas m⁻¹.

A aplicação do nitrogênio, à exceção do segundo entrenó, promoveu aumento do comprimento dos entrenós (Tabela 1). Para o segundo entrenó, aquele que emergiu após o trinexapac-ethyl já estar atuando na planta, os efeitos foram mais nítidos, ocorrendo redução substancial do comprimento para as doses de 0 e 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Nas maiores doses, o comprimento dos entrenós foi maior, porém ainda menor do que aquele observado quando da não-aplicação do produto.

A estatura de plantas, de modo geral, aumentou com o aumento da dose de nitrogênio a partir de 45 kg ha⁻¹ (Tabela 2). A redução da altura de plantas aparece como uma das vantagens mais importantes do trinexapac-ethyl, e sua interação com a dose de nitrogênio

permite o uso de doses maiores de nitrogênio, mantendo as plantas com altura inferior àquela observada na ausência do produto. Como a adição de doses de nitrogênio a partir de 40 kg ha⁻¹ já implica o acamamento (Silva & Goto, 1991) e em geral são utilizadas doses de até 120 kg ha⁻¹ com bons resultados (Freitas et al., 1994), para os cultivares de porte médio e alto e/ou em locais sujeitos à ocorrência de ventos, como no caso do presente trabalho, o trinexapac-ethyl pode constituir uma opção para o aumento da produtividade, por possibilitar o uso de maiores doses de nitrogênio sem a ocorrência de acamamento.

O diâmetro do caule e a massa seca das plantas (Tabela 2) não foram afetados pela adição ou não de nitrogênio. A produtividade de grãos (Tabela 4) aumentou com o aumento da dose de nitrogênio, que se deu em função do aumento do número de espigas por metro, visto que o número de grãos por espiga foi pouco afetado e o peso de mil grãos mostrou leve diminuição com a aplicação do nutriente. Freitas et al. (1995) verificaram aumento crescente de produtividade com o aumento da dose de nitrogênio de 0 até 120 kg ha⁻¹ para a média de oito cultivares, confirmando o potencial do trigo em responder a altas doses de nitrogênio.

Os resultados mostram que o uso do trinexapac-ethyl e o aumento da dose de nitrogênio são efetivos no aumento da produtividade e que o aumento da estatura das plantas proporcionado pelo nitrogênio é minimizado pela utilização do redutor, sendo o uso combinado desses fatores uma estratégia para evitar o acamamento e para obtenção de altas produtividades.

LITERATURA CITADA

- AMREIN, J.; RUFENER, M.; QUADRANTI, M. The use of CGA 163'935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1989, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.
- CAVASSIM, J. E.; BORÉM, A. Correlações em seis populações de trigo (*Triticum aestivum* L.). **R. Ceres**, v. 45, n. 262, p. 555-566, 1998.
- COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Campo Mourão: COAMO/CODETEC, 1998. 89 p.



DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Netherlands: Kluwer Academic, 1987. p. 1-23.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Cultivares de trigo do Paraná**. Londrina, 1997. 148 p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 18).

FREITAS, J. G. et al. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 281-290, 1994.

FREITAS, J. G. et al. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **R. Bras. Ci. Solo**, v.19, p. 229-234, 1995.

GE, Y. X.; ZHANG, S. Z. Studies on the ideotype of wheat. II. Studies on the relationship among characters of different stature series of wheat. **Acta Agric. Univers. Pekinensis**, v. 16, p. 343-351, 1990.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PESQUISA DO PARANÁ - IAPAR. **Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná - 1999**. Londrina, 1999. 148 p. (IAPAR. Circular, 106).

KERBER, E.; LEYPOLD, G.; SEILER, A. CGA 163'935 a new plant growth regulator for small grain cereals, rape and turf. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1989, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 83-8.

MOLIN, R. Genótipos de trigo e triticales. **Inf. Fundação ABC**, v. 2, n. 10, p. 7-9, 2000.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste, triticales**. Porto Alegre: SBCS-NBS, 1983. 265 p.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Edição do Autor, 1999. 228 p.

SEGANFREDO, R. Seleção de variedade de trigo para o ano agrícola de 1999. **Inf. Fundação ABC**, v. 1, n. 2, p. 16-17, 1999.

SILVA, D. B.; GOMES, A. C. Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos cerrados. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 25, n. 3, p. 305-315, 1990.

SILVA, D. B.; GOTO, W. S. Resposta do trigo de sequeiro ao nitrogênio, após soja precoce, na região do Alto Paranaíba, MG. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 26, n. 9, p. 1401-1405, 1991.

VIEIRA, R. D. et al. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, v. 23, n. 2, p. 257-264, 1995.

WEILER, E. W.; ADAMS, R. Studies on the action of the new growth retardant CGA 163'935. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE – WEEDS, 1991, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1991. p. 1133-1138.