

# Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo

Marcelo Curitiba Espindula\*, Valterley Soares Rocha, Leandro Torres de Souza, Moacil Alves de Souza e José Antônio Saraiva Grossi

Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.  
\*Autor para correspondência. E-mail: curitibaespindula@yahoo.com.br

**RESUMO.** Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de três reguladores de crescimento na alongação do colmo de plantas de trigo. O experimento, conduzido em Viçosa, Estado de Minas Gerais, de maio a setembro de 2005, foi instalado com tratamentos em esquema fatorial e hierárquico com uma testemunha, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram 500; 1.000 e 1.500 g ha<sup>-1</sup> de chlormequat; 62,5; 125,0 e 187,5 g ha<sup>-1</sup> de trinexapac-etil e 40; 80 e 120 g ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, aplicados no estágio 6 ou 8 da escala Feeks e Large, e uma testemunha. O comprimento do colmo com trinexapac-etil foi menor do que com o chlormequat, que, por sua vez, foi menor do que com o paclobutrazol. A aplicação de reguladores na época 1 promoveu maior redução dos entrenós basais, enquanto a aplicação na época 2 proporcionou maior influência no pedúnculo. O aumento das doses de chlormequat e trinexapac-etil promoveu redução do comprimento do colmo e das partes que o formam. O aumento das doses de paclobutrazol promoveu respostas pouco expressivas no colmo e seus componentes.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L., chlormequat, trinexapac-etil, paclobutrazol.

**ABSTRACT.** **Effect of growth regulators on wheat stem elongation.** The objective of this work was to evaluate the effect of doses and times of application of three growth regulators on wheat stem elongation. The experiments were conducted in Viçosa, Minas Gerais State, from May to September 2005, in a factorial and hierarchical randomized block design with four repetitions and a control treatment. Treatments consisted of 500, 1000 and 1500 g ha<sup>-1</sup> of chlormequat; 62.5, 125.0 and 187.5 g ha<sup>-1</sup> of trinexapac-ethyl and 40, 80 and 120 g ha<sup>-1</sup> of paclobutrazol, applied either at the 6 or 8 stage of the Feeks and Large scale, with a control. Stem length with trinexapac-ethyl was smaller than with chlormequat, which was in its turn smaller than with paclobutrazol. Application of growth regulators at stage 1 produced shorter basal internodes, whereas the stage 2 application caused greater reduction in the peduncle. The increase in chlormequat and trinexapac-ethyl doses reduced length of stem and its parts. The increase in paclobutrazol doses had very small effects on wheat growth and its parts.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., chlormequat, trinexapac-ethyl, paclobutrazol.

## Introdução

O termo acamamento de planta refere-se à curvatura do caule em direção ao solo, causada pela massa de água acumulada nas espigas maduras, ventos, baixa resistência do colmo, entre outros fatores. Em cereais e outras culturas anuais graníferas, além de prejudicar o rendimento e a qualidade dos grãos, este fenômeno dificulta a colheita do grão de forma mecanizada (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). De modo geral, o acamamento tem sido controlado mediante restrição da aplicação de fertilizantes nitrogenados e/ou com uso de cultivares resistentes (BUZETTI et al., 2006). No entanto, o problema também pode ser

solucionado pela utilização de reguladores de crescimento.

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nos vegetais para alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no balanço hormonal das plantas. Geralmente, os reguladores são aplicados com a finalidade de aumentar a produção e a qualidade ou facilitar a colheita (LAMAS, 2001; MATEUS et al., 2004; FERRARI et al., 2008). Os reguladores atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente, ligam-se a receptores na planta e

desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos. Os reguladores de estatura das plantas são, comumente, antagonistas às giberelinas e agem modificando o metabolismo destas.

Inibidores da síntese de giberelinas são divididos em três classes, e cada classe específica interrompe uma das três etapas da síntese de giberelina. A primeira classe de compostos, tais como amônio quartenário (cloreto de cloromequat ou CCC, cloreto de mepiquat e AMO-1618) e fosfônio (cloreto de clorfênio), bloqueia a síntese de *ent*-caureno a partir do geranilgeranil difosfato. AMO-1618 e CCC, especificamente, inibem a atividade de copalil difosfato sintase e, em menor grau, da *ent*-caureno sintase. A segunda classe consiste nos compostos heterocíclicos contendo nitrogênio, como ancimidol (uma pirimidina), tetciclasas (um norbornanodiazetina), e compostos tipo triazol (paclobutrazol e uniconazol). Estes compostos inibem a oxidação de *ent*-caureno para o ácido *ent*-caurenoico pelas P450 monooxigenases, durante a etapa 2 da biossíntese da giberelina. O terceiro grupo inclui acilciclohexanoedionas, os quais inibem dioxigenases dependentes do 2-oxoglutarato na etapa 3 da biossíntese de giberelina. Acilciclohexanoedionas, como prohexadiona-Ca e trinexapac-etil, são estruturalmente similares ao 2-oxoglutarato e são, portanto, inibidores da atividade da dioxigenase por competição pelo sítio de ligação do cosubstrato, 2-oxoglutarato (RADEMACHER, 2000).

Produtos inibidores de giberelinas são usados comercialmente para evitar o alongamento em algumas plantas. Para a cultura do trigo, o cloreto de cloromequat, conhecido com CCC (OLUMEKUN, 1996), e o trinexapac-etil (ZAGONEL; FERNANDES, 2007; ESPINDULA et al., 2009) têm apresentado bons resultados na redução da estatura das plantas. O paclobutrazol tem sido estudado, principalmente, na tentativa de reduzir estresses por seca, baixas ou altas temperaturas, radiação ultravioleta e poluição do ar, entre outros (HAJIHASHEMI et al., 2007); Guoping (1997), porém, relata efeitos significativos deste regulador na estatura das plantas de trigo.

Os caracteres estatura da planta, comprimento do pedúnculo e índice de colmo são indicados para seleção indireta visando à resistência ao acamamento em trigo (CRUZ et al., 2001). Por isso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de três reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Diogo Alves de Mello, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Estado de Minas Gerais (20°45' S, 42°51' W e altitude de 650 m), no período de maio a setembro de 2005.

A área utilizada foi cultivada com soja (verão) e trigo (inverno), durante os últimos anos. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Fase Terraço). A análise química do solo, determinada na camada de 0 a 20 cm, apresentou as seguintes características: pH= 5,60; P= 11,47 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>= 115 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 1,89 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 0,28 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>= 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>= 3,11 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação de base (V)= 44% e matéria orgânica (MO)= 1,5 dag kg<sup>-1</sup>.

O preparo do solo foi realizado por meio de uma aração e duas gradagens, e a adubação de base utilizou 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado comercial 08-28-16 (NPK). A semeadura foi realizada com auxílio de uma semeadora própria para parcelas experimentais, utilizando-se a cultivar Pioneiro, que possui porte médio e é moderadamente resistente ao acamamento. No início do perfilhamento (15 dias após a emergência) foram aplicados 40 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, utilizando-se como fonte o sulfato de amônio.

O experimento foi conduzido com os tratamentos dispostos em esquema fatorial e hierárquico com uma testemunha, no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram: 1) cloromequat (Cycocel<sup>®</sup>) (cloreto de 2-cloro etil trimetilamônia) nas doses de 500; 1.000 e 1.500 g ha<sup>-1</sup>; 2) trinexapac-etil (Moddus<sup>®</sup>) (4-ciclopropil (hidróxi) metileno-3,5-dioxociclohexano carboxilato de etila, nas doses de 62,5; 125,0 e 187,5 g ha<sup>-1</sup> e 3) paclobutrazol (Cultar<sup>®</sup>) [(2RS, 3RS) 1-(4-Clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H1,2,4-triazol-1-il) pentano-3-ol] nas doses de 40; 80 e 120 g ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol e uma testemunha, em duas épocas de aplicação. As aplicações foram feitas no estádio 6 da escala de Feeks e Large, quando as plantas se encontravam em diferenciação floral, com o primeiro nó visível, ou no estádio 8 da referida escala, quando as plantas se encontravam com o segundo nó já formado.

As aplicações dos reguladores foram realizadas aos 24 ou 34 dias após a emergência das plântulas, para época 1 e 2, respectivamente. Utilizou-se pulverizador costal, pressionado por CO<sub>2</sub> comprimido em pressão constante de 2,039 kgf cm<sup>-2</sup>, equipado com duas pontas de jato leque XR 110.015 espaçadas em 0,5 m, aplicando volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>.

Cada parcela foi constituída por cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,184 m entre si. A área útil da parcela, 2,208 m<sup>2</sup>, foi constituída pelas três linhas centrais, sendo eliminado 0,5 m em ambas as extremidades da parcela.

No momento da colheita foram ceifadas, rente ao solo, 100 plantas em sequência na fileira central da parcela útil; nestas determinaram-se as características: comprimento do colmo (medindo-se do coleto até a base da espiga); comprimento do pedúnculo (comprimento entre o último nó e a base da espiga); índice de colmo (razão entre o comprimento do pedúnculo e o comprimento do colmo).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, sendo detectadas diferenças, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para as comparações entre médias. Para as comparações entre doses, aplicaram-se análises de regressão, sendo os modelos matemáticos escolhidos segundo equações com melhores ajustes, confirmados pelos maiores valores dos coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ), pela significância dos coeficientes de regressão ( $\beta_i$ ) e do teste F da regressão, ambos até a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

O comprimento do colmo foi semelhante entre as épocas de aplicação para todas as doses dos reguladores cloromequat e paclobutrazol. Por outro lado, as doses de 125,0 e 187,5 g ha<sup>-1</sup> de trinexapac-etil promoveram menor comprimento do colmo quando aplicadas na época 2 (Tabela 1). Os resultados com trinexapac-etil estão relacionados, principalmente, com a elongação do pedúnculo, pois, na segunda época, o regulador teve maior ação no crescimento deste entrenó. Zagonel e Fernandes (2007), aplicando trinexapac-etil entre o 1º e o 2º nó ou entre o 2º e o 3º nó perceptível nas cultivares de trigo OR-1, CD-104 e CEP-24, encontraram menor altura das plantas que receberam a aplicação mais tardia.

**Tabela 1.** Comprimento do colmo (cm) de plantas de trigo, cultivar Pioneiro, submetidas a doses e épocas de aplicação (Época 1 ou 2 = estádios 6 ou 8 da escala Feeks e Large) de três reguladores de crescimento.

	paclobutrazol			cloromequat			trinexapac-etil		
	40 <sup>1</sup>	80	120	500	1000	1500	62,5	125,0	187,5
Época 1 <sup>2</sup>	76,02a	74,86a	73,69a	71,25a	69,68a	69,99a	71,31a	67,47a	58,68a
Época 2	78,03a	75,57a	76,66a	72,07a	70,33a	71,54a	70,55a	60,27b	55,26b
Época 1 <sup>3</sup>	74,86 Aa			70,30 Ba			65,82 Ca		
Época 2	76,75 Aa			71,31 Ba			62,03 Cb		

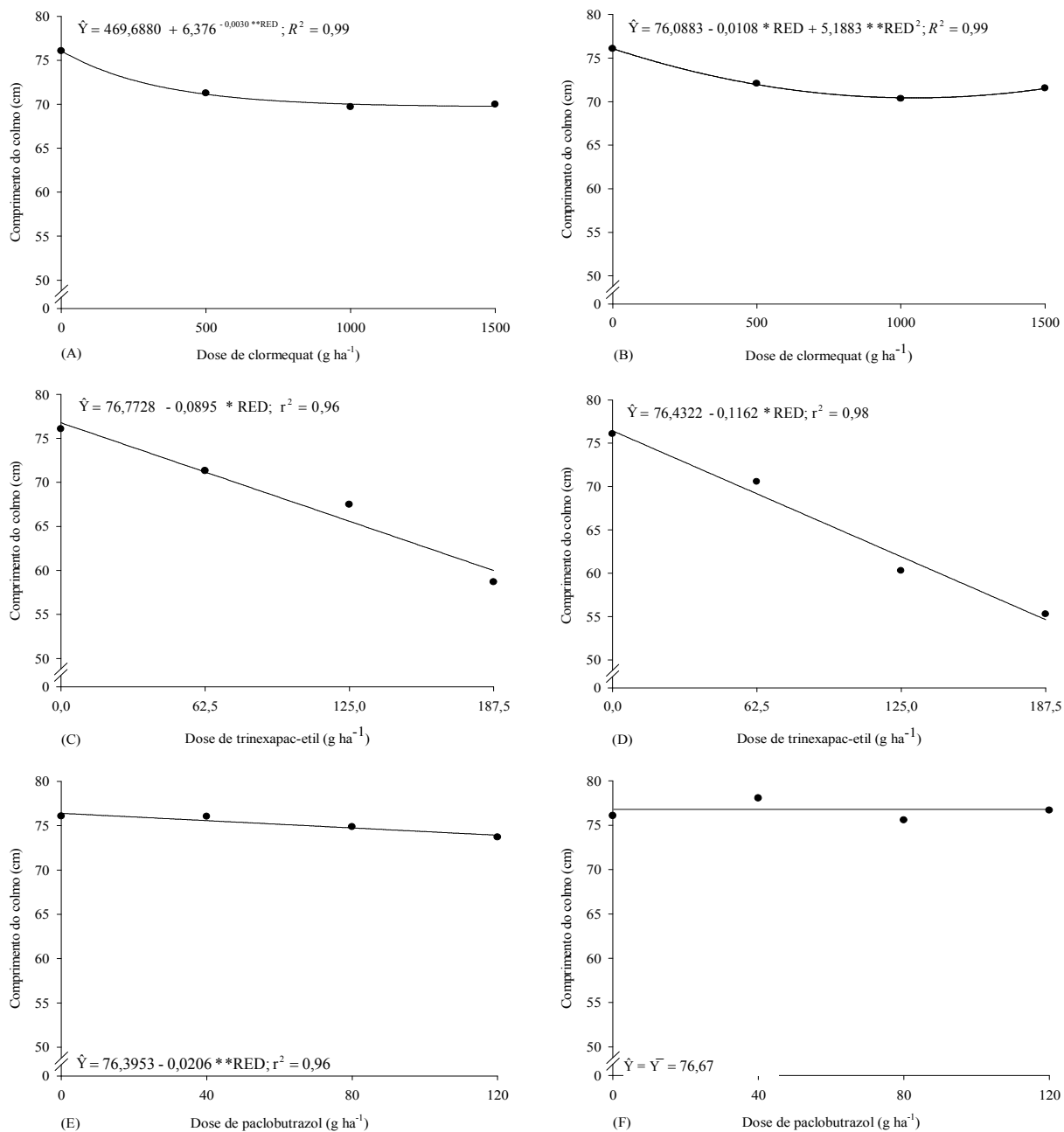
<sup>1</sup>Doses em g ha<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>Desdobramento da interação (época x dose)/regulador; <sup>3</sup>Desdobramento da interação época x regulador. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nas duas épocas de aplicação, o trinexapac-etil promoveu menor comprimento do colmo, sendo

seguido pelo cloromequat e este pelo paclobutrazol (Tabela 1). As diferenças entre o cloromequat e o trinexapac-etil sugerem maior efetividade do segundo em reduzir a estatura de plantas de trigo. É possível que existam rotas alternativas àquelas bloqueadas pelos reguladores e, ou efeitos ainda desconhecidos sobre outras rotas metabólicas da planta como os efeitos do trinexapac-etil sobre a respiração (HECKMAN et al., 2002) e sobre atributos relacionados à qualidade industrial de cana-de-açúcar (VIANA et al., 2008). Além disso, características inerentes à molécula, como mobilidade na planta, persistência, entre outras, podem estar relacionados a essa diferença. Para o paclobutrazol, Guoping (1997) encontrou efeito pouco expressivo em plantas de trigo. No entanto, não é possível afirmar se este é menos eficiente, pois o maior comprimento do colmo pode ter ocorrido em função da dose estudada ou da forma de aplicação (Klein et al., 2002). Além disso, Haque et al. (2007) encontram maior redução da estatura das plantas de crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) com o paclobutrazol e não com o cloromequat.

Houve efeito linear negativo das doses de trinexapac-etil sobre o comprimento do colmo das plantas em ambas as épocas e de paclobutrazol na época 1. Para o cloromequat, as respostas foram exponenciais na época 1 e quadrática na época 2 (Figura 1).

Os resultados encontrados com cloromequat diferem dos relatados para arroz tratado com 0; 1 ou 2 L ha<sup>-1</sup> do produto, em que não foram encontradas diferenças significativas para a altura de plantas (BUZETTI et al., 2006); no entanto, redução do comprimento do colmo também foi encontrada para plantas de trigo, cultivar Avalon, tratadas com cloromequat (OLUMEKUN, 1996) e alface (*Lactuca sativa* L.) no florescimento (PASSAM et al., 2008). Os resultados encontrados com trinexapac-etil assemelham-se aos de Zagonel e Fernandes (2007). Estes autores encontraram decréscimo linear da altura em sete das oito cultivares submetidas às doses de 0; 31,2; 62,4; 93,7; 125,0 e 156,2 g ha<sup>-1</sup> de trinexapac-etil. Redução da estatura das plantas com este regulador também foi verificada para arroz (*Oryza sativa* L.) (ALVAREZ et al., 2007), azevém (*Lolium perenne* L.) (BORM; Van DEN BERG, 2008) e soja (*Glycine max* L.) (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008). Para o paclobutrazol, Guoping (1997) relata redução significativa na estatura das plantas de trigo tratadas com 56,25 g ha<sup>-1</sup> do regulador em relação à testemunha. No entanto, esta redução foi de 98,7 para 95,6 cm, ou seja, apenas 3,1 cm. Isso sugere que as doses deste regulador devem ser incrementadas. Reduções da estatura de plantas também foram encontradas para girassol (WANDERLEY et al., 2007).



**Figura 1.** Comprimento do colmo (cm) de plantas de trigo, cultivar Pioneiro, submetidas às doses de: clomequat no estádio 6 (A) ou 8 (B); trinexapac-etil no estádio 6 (C) ou 8 (D); paclobutrazol no estádio 6 (E) ou 8 (F) da escala de Feeks e Large. RED = Dose do regulador. \* e \*\* significativos a 1 e 5%, respectivamente.

Para o comprimento do pedúnculo, em ambas as épocas de aplicação, o trinexapac-etil promoveu menor crescimento, seguido pelo clomequat e este pelo paclobutrazol (Tabela 2). Este resultado foi semelhante ao encontrado para o comprimento do colmo. Isso é importante, porque como estas duas características estão relacionadas com o índice de acamamento (CRUZ et al., 2001); espera-se que tais respostas estejam associadas à capacidade dos reguladores em reduzir o acamamento de plantas.

**Tabela 2.** Comprimento médio do pedúnculo (cm) de plantas de trigo, cultivar Pioneiro, submetidas a três reguladores de crescimento e duas épocas de aplicação (Época 1 ou 2 = estádios 6 ou 8 da escala Feeks e Large).

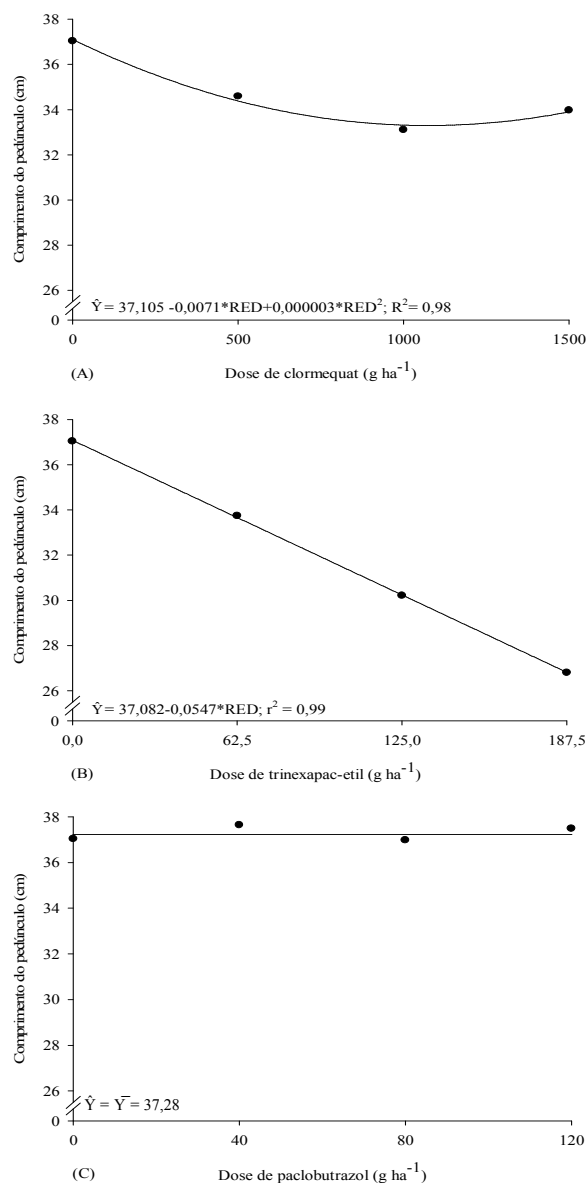
	paclobutrazol	clomequat	trinexapac-etil
Época 1 <sup>1</sup>	37,58 Aa	34,75 Ba	32,44 Ca
Época 2	37,16 Aa	33,02 Bb	28,06 Cb

<sup>1</sup>Desdobramento da interação época x regulador. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A aplicação no estádio 8 (época 2) promoveu menor comprimento do pedúnculo nas plantas tratadas

com clormequat e trinexapac-etil. Para esta característica, não houve diferença entre épocas de aplicação do regulador paclobutrazol (Tabela 2). Os resultados com clormequat e trinexapac-etil devem-se à intensa alongação do pedúnculo nessa fase, em que as taxas de crescimento longitudinal são altas e determinantes para o tamanho final da estrutura.

O comprimento do pedúnculo das plantas de trigo decresceu em função das doses de clormequat e trinexapac-etil. Por outro lado, as doses de paclobutrazol não influenciaram o comprimento desta estrutura (Figura 2).



**Figura 2.** Comprimento do pedúnculo (cm) de plantas de trigo, cultivar Pioneiro, submetidas a doses dos reguladores de crescimento: (A) clormequat, (B) trinexapac-etil, (C) paclobutrazol. RED = Dose do regulador. \* e \*\* significativos a 1 e 5%, respectivamente.

Os resultados com clormequat e trinexapac-etil são semelhantes aos que ocorreram com o comprimento do colmo, e isso acontece porque o pedúnculo é a estrutura que mais contribui para o crescimento em altura e também onde se verifica o crescimento final do colmo (SOBRINHO; SOUZA, 1983). O resultado com clormequat difere do encontrado para trigo, cultivar Avalon, cuja redução do pedúnculo não foi significativa (OLUMKUN, 1996). No entanto, estes autores aplicaram o regulador no início da alongação do caule, como na época 1 deste estudo.

O índice de colmo, razão entre o comprimento do pedúnculo e o comprimento total do colmo, foi maior quando os reguladores foram aplicados na época 1, com exceção da dose de 500 g ha<sup>-1</sup> de clormequat e das doses de 40 e 80 g ha<sup>-1</sup> de paclobutrazol, nas quais não houve diferença entre as épocas (Tabela 3). Estas diferenças devem-se ao fato de que, no estádio 6 (época 1), as plantas, por não estarem em pleno desenvolvimento do pedúnculo, sofrem pouca redução do crescimento deste entrenó e, por isso, a redução do colmo ocorre pela inibição do crescimento dos nós basais que ainda se encontram em desenvolvimento. Esses resultados sugerem que a aplicação de clormequat e trinexapac-etil no estádio 8 seja mais eficiente na redução do comprimento do colmo das plantas de trigo, pois nesta época o produto atua principalmente no crescimento do último entrenó. No entanto, é importante ressaltar que a aplicação tardia pode provocar inibição excessiva no crescimento do pedúnculo e, como consequência, pode ocorrer retenção da espiga na bainha e prejuízos no rendimento de grãos (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

**Tabela 3.** Índice de colmo de plantas de trigo, cultivar Pioneiro, submetidas a doses e épocas de aplicação (Época 1 ou 2 = estádios 6 ou 8 da escala Feeks e Large) de três reguladores de crescimento.

	paclobutrazol		clormequat			trinexapac-etil			
	40 <sup>1</sup>	80	120	500	1000	1500	62,5	125,0	187,5
Época 1 <sup>2</sup>	0,48 a	0,49 a	0,51 a	0,48 a	0,49 a	0,49 a	0,48 a	0,49 a	0,49 a
Época 2	0,48 a	0,48 a	0,48 b	0,47 a	0,45 b	0,45 b	0,46 b	0,45 b	0,44 b
Época 1 <sup>3</sup>	0,49 Aa		0,49 Aa			0,49 Aa			
Época 2	0,48 Aa		0,46 Bb			0,45 Cb			

<sup>1</sup>Doses em g ha<sup>-1</sup>. <sup>2</sup>Desdobramento da interação (época x dose)/regulador. <sup>3</sup>Desdobramento da interação época x regulador. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

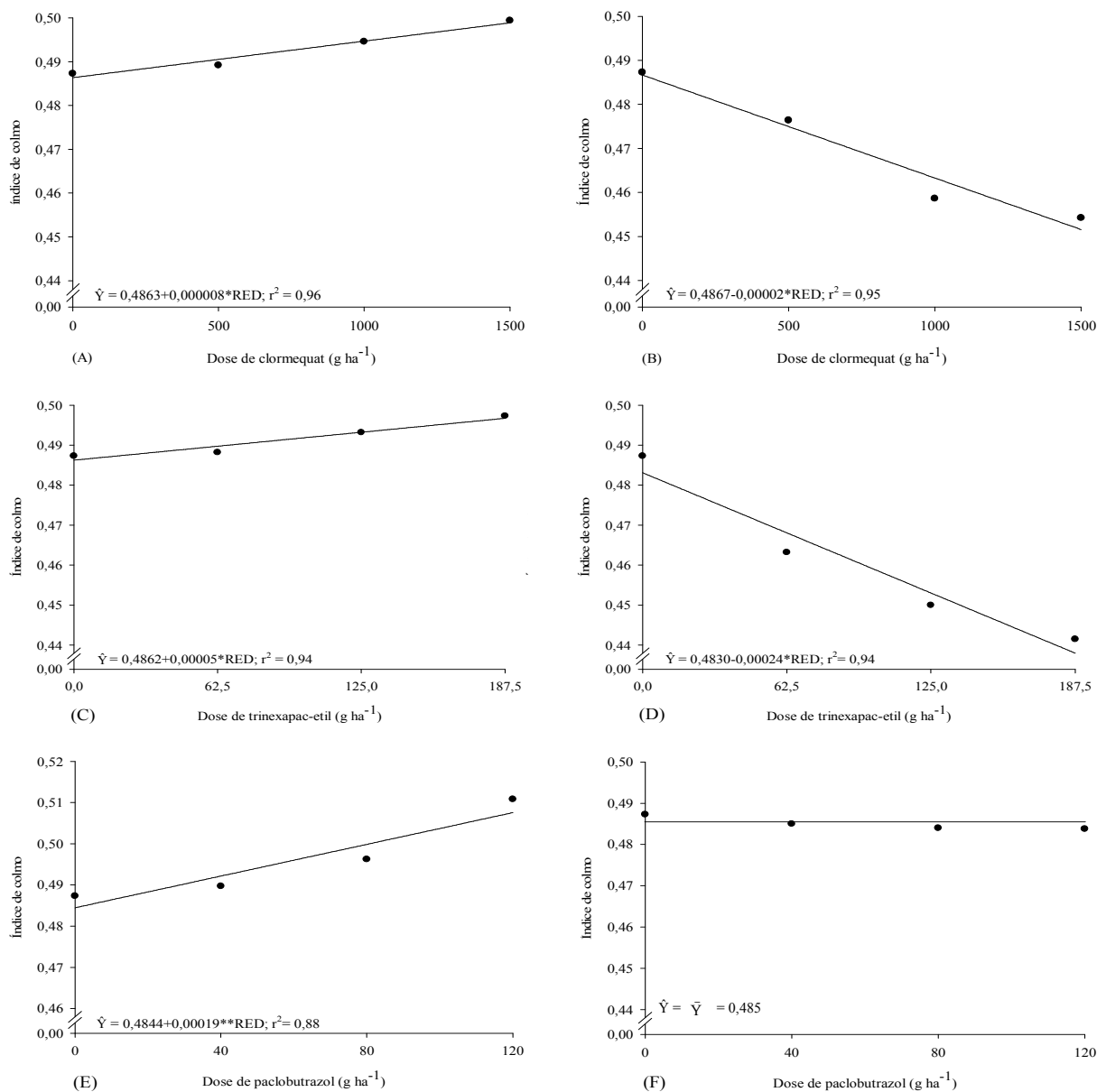
O índice de colmo na época 1 foi semelhante entre os reguladores de crescimento. No entanto, na época 2, o paclobutrazol promoveu o maior índice, sendo seguido pelo clormequat e este pelo trinexapac-etil (Tabela 3). As semelhanças encontradas na época 1 devem-se às baixas taxas de alongação e também ao fato de que o paclobutrazol

teve maior contato com as regiões de crescimento nesta época. Por outro lado, os resultados da época 2 sugerem novamente maior efeito dos produtos no pedúnculo e maior eficiência dos reguladores cloromequat e, especialmente, o trinexapac-etil.

O índice de colmo aumentou linearmente com o incremento das doses de cloromequat, trinexapac-etil e paclobutrazol na época 1; decresceu na época 2 com as doses de cloromequat e trinexapac-etil (Figura 3).

Os acréscimos nos índices de colmo, na época 1, ocorreram porque nesta época as plantas estão iniciando a fase de alongamento do colmo (SOBRINHO; SOUZA, 1983) e os reguladores

afetam o desenvolvimento dos entrenós basais, sendo o efeito no pedúnculo pouco pronunciado (GUOPING, 1997). Assim, quanto maior a dose do regulador, menor será o comprimento dos entrenós basais e, conseqüentemente, esses entrenós contribuirão menos com o comprimento final do colmo e a razão entre o pedúnculo e o colmo aumentará. Por outro lado, os resultados observados na época 2, para cloromequat e trinexapac-etil, ocorreram pelo efeito destes reguladores no pedúnculo que, nesta época, segundo Sobrinho e Souza (1983), já está iniciando seu crescimento.



**Figura 3.** Índice de colmo de plantas de trigo, cultivar Pioneiro, submetidas a doses de: cloromequat no estádio 6 (A) ou 8 (B); trinexapac-etil no estádio 6 (C) ou 8 (D); paclobutrazol no estádio 6 (E) ou 8 (F), da escala de Feeks e Large. RED = Dose do regulador. \* e \*\* significativos a 1 e 5%, respectivamente.

A ausência de efeito das doses de paclobutrazol, na época 2, pode ser pela quantidade aplicada do produto (KLEIN et al., 2002) e pelo contato do produto com as zonas de crescimento da planta, uma vez que sua molécula é pouco móvel nos tecidos.

### Conclusão

O trinexapac-etil promove menor comprimento do colmo, seguido pelo cloromequat e, depois, pelo paclobutrazol.

A ação dos reguladores de crescimento no comprimento total do colmo das plantas de trigo é indiferente à época de aplicação, com exceção do trinexapac-etil, que promove efeitos mais acentuados no estádio 8 da escala Feeks e Large.

A aplicação no estádio 6 da escala Feeks e Large promove maior redução dos entrenós basais do colmo, enquanto a aplicação tardia promove maior redução do pedúnculo das plantas de trigo.

O aumento das doses de cloromequat e trinexapac-etil promove redução do comprimento do colmo das plantas de trigo e das partes que o formam. Há necessidade de mais estudos com o paclobutrazol.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - Fapemig, pelas bolsas e auxílios concedidos.

### Referências

ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C. C. Influencia do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (<sup>15</sup>N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1487-1496, 2007.

BORM, C. E. L.; Van DEN BERG, W. Effects of the application rate and time of the growth regulator trinexapac-ethyl in seed crops of *Lolium perenne* L. in relation to spring nitrogen rate. **Field Crops Research**, v. 105, n. 3, p. 182-192, 2008.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.

CRUZ, P. J.; CARVALHO, F. I. F.; CAETANO, V. R.; SILVA, A. S.; ANDREOMAR, J. K.; BARBIERI, R. L. Caracteres relacionados com a resistência ao acamamento em trigo comum. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 563-568, 2001.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, M. A.; SOUZA, L. T.; FAVARATO, L. F. Use of growth retardants in wheat. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 379-387, 2009.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

GUOPING, Z. gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) modifies some growth and physiological effects of paclobutrazol (PP333) on wheat. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 16, n. 1, p. 21-25, 1997.

HAIJHASHEMI, S.; KIAROSTAMI, K.; SABOORA, A.; ENTESHARI, S. Exogenously applied paclobutrazol modulates growth in salt-stressed wheat plants. **Plant Growth Regulation**, v. 53, n. 2, p. 117-128, 2007.

HAQUE, S.; FAROOQI, A. H. A.; GUPTA, M. M.; SANGWAN, R. S.; KHAN, A. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. **Plant Growth Regulation**, v. 51, n. 3, p. 263-269, 2007.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L.; GAUSSOIN, R. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.

KLEIN, J. D.; MUFRAZI, I.; COHEN, S.; HEBBE, Y.; ASIDO, S.; DOLGIN, B.; BONFIL, D. J. Establishment of wheat seedlings after early sowing and germination in an arid mediterranean environment. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 3, p. 585-593, 2002.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 265-272, 2001.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

MATEUS, G. P.; LIMA, E. V.; ROSOLEM, C. A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 631-636, 2004.

OLUMKUN, V. O. An analysis of the response of winter wheat (*Triticum aestivum*) components to cycocel (Chlormequat) application. **Journal of Agronomy and Crop Science-Zeitschrift Fur Acker Und Pflanzenbau**, v. 176, n. 3, p. 145-150, 1996.

PASSAM, H. C.; KOUTRI, A. C.; KARAPANOS, I. C. The effect of chlormequat chloride (CCC) application at the bolting stage on the flowering and seed production of lettuce plants previously treated with water or gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). **Scientia Horticulturae**, v. 116, n. 2, p. 117-121, 2008.

RADEMACHER, W. Growth retardants: Effects on gibberellin bioproduction synthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 501-531. 2000.

SOBRINHO, J. S.; SOUZA, M. A. Origem, descrição botânica e desenvolvimento do trigo. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 97, p. 9-13, 1983.

VIANA, R. S.; SILVA, P. H.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; GUIMARÃES, E. R.; BENTO, M. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana de açúcar (*Saccharum* spp.) variedade SP81-3250. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 65-71, 2008.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares

de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

WANDERLEY, C. S.; REZENDE, R.; ANDRADE, C. A. B. Efeito de paclobutrazol como regulador de crescimento e produção de flores de girassol em cultivo hidropônico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1672-1678, 2007.

*Received on February 26, 2008.*

*Accepted on October 1, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.