

# DOSES DE NITROGÊNIO, REGULADOR DE CRESCIMENTO E PROGRAMAS DE CONTROLE DE DOENÇAS AFETANDO A CULTIVAR DE TRIGO ÔNIX

## NITROGEN RATES, GROWTH REGULATOR AND PROGRAMS OF DISEASE CONTROL AFFECTING ONIX WHEAT FARMING

**Henrique Degraf<sup>1</sup>; Jeferson Zagonel<sup>2\*</sup>; Eliana Cuéllar Fernandes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG;

<sup>2\*</sup> Autor para contato: UEPG, Campus Uvaranas, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Ponta Grossa, PR, Brasil; (42) 3220-3279; e-mail: jefersonzagonel@uol.com.br.

*Recebido para publicação em 10/05/2007*

*Aceito para publicação em 16/06/2008*

### RESUMO

Visando avaliar o efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl combinado com duas doses de nitrogênio e dois modos de controle de doenças, na cultivar de trigo Ônix, instalou-se um experimento na Fazenda Escola “Capão da Onça”, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no ano de 2006. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 2 com cinco repetições. Os tratamentos constaram de doses de nitrogênio (30 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>), doses de trinexapac-ethyl (0 e 100 g.ha<sup>-1</sup>) e de programas de controle de doenças (preventivo e curativo). Avaliaram-se características agronômicas, severidade de doenças e produtividade. O aumento da dose de N promoveu maior número de espigas por área e diminuição do peso de grão, mas sem efeitos na produtividade e na severidade de doenças. O trinexapac-ethyl reduziu a altura das plantas e não afetou a produtividade; a aplicação preventiva de fungicidas mostrou-se mais adequada, resultando em menor AACPD de ferrugem com reflexos positivos no número de grãos por espiga, peso hectolítrico e produtividade.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. trinexapac-ethyl. *Puccinia triticina*. *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*. Plantio direto.

### ABSTRACT

With the aim of evaluate the growth regulator trinexapac-ethyl combined with two nitrogen rates and two ways of diseases control, in the wheat cultivar Ônix, an experiment was established at the UEPG School Farm in Ponta Grossa, PR, in 2006. The experimental design was a complete randomized blocks, in a factorial scheme 2 x 2 x 2, with five repetitions.. The treatments consisted

of nitrogen rates (30 and 120 kg.ha<sup>-1</sup>), trinexapac-ethyl rates (0 e 100 g.ha<sup>-1</sup>) and of disease control programs (preventive and healing); over all agronomical characteristics, disease severity and yield were assessed. The increase of the nitrogen rate increased the number of spikes per area and the reduction of the grain weight, but without any effect on the yield and on the severity of the diseases; trinexapac-ethyl reduced the height of the plants and did not affect the yield; the preventive fungicides application revealed to be more adequate, resulting in smaller AUDPC rust with positive consequences in the number of grains per spike, hectoliter weight and yield.

Keywords: *Triticum aestivum* L. trinexapac-ethyl. *Puccinia triticina*. *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*. No till farming.

## 1 Introdução

Na região sul do Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, o trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma das principais alternativas de cultivo no inverno (SCHUCH et al., 2000). A cultura auxilia na redução da erosão pela palha que fornece ao solo e na rotação de culturas, sendo uma das bases de sucesso no sistema de plantio direto na palha. Estima-se em 20% a redução nos custos nas lavouras de verão precedidas pelo trigo (COLLE, 1998).

O rendimento de uma cultura é afetado por diversos fatores, dentre eles a quantidade de nutrientes acumulados pela planta, que, em boa parte, são fornecidos pela adubação. O emprego de adubos nas quantidades que proporcionem o maior retorno é um aspecto de grande importância econômica (IAPAR, 2002). No cultivo de cereais, o nitrogênio é o nutriente que mais onera o custo de produção. Assim, há grande interesse no desenvolvimento de cultivares e práticas de manejo que proporcionem maior absorção de nitrogênio do solo e maior alocação de nitrogênio nos grãos (SCHUCH et al., 2000). A dose de nitrogênio a ser utilizada baseia-se na necessidade da cultura, bem como na altura das plantas e na fertilidade do solo. Em média, são utilizados de 30 a 60 kg.ha<sup>-1</sup> deste nutriente, sendo as menores doses recomendadas para as cultivares de porte alto e/ou para solos de alta fertilidade (COSTA; OLIVEIRA, 1998). Entretanto, algumas cultivares podem responder a até 120 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (FREITAS et al., 1995; VIEIRA et al., 1995). Doses elevadas deste

nutriente proporcionam aumento do número de espigas por área, da produtividade e da altura da planta; podem resultar no acamamento das plantas, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos (ZAGONEL et al., 2002; RODRIGUES et al., 2003).

O suplemento excessivo de nitrogênio aumenta mais o crescimento da parte aérea, comparativamente ao crescimento radicular, ampliando a suscetibilidade da planta à seca. Altas doses de nitrogênio promovem excessivo crescimento da área foliar, pelo seu efeito na expansão da área foliar e pelo aumento do afilamento. Essas condições podem levar ao autosombreamento foliar e a um microclima favorável ao desenvolvimento de fungos. Há um aumento na infecção de fungos nessa situação, pois sua penetração, multiplicação e desenvolvimento são potencializados em tecidos suculentos, como decorrência do suplemento excessivo de nitrogênio (RODRIGUES et al., 2003). Melhores condições de penetração dos fungicidas nas plantas são decorrentes da qualidade da aplicação e do porte das plantas no momento da aplicação. Berti et al. (2007) observaram menor severidade de ferrugem e manchas foliares na cultivar CD-104 quando utilizaram o redutor de crescimento trinexapac-ethyl, justamente pela diminuição da altura de plantas em função do uso do produto, o que permitiu melhor penetração dos fungicidas, nas partes inferiores das plantas.

Redutores de crescimento vêm sendo utilizados como uma solução para a redução do acamamento de plantas, evitando perdas na produção de grãos (LOZANO; LEADEN, 2002; MATYSIAK,

2006). Eles possibilitam o uso de maiores doses de nitrogênio, mesmo em cultivares de porte mais alto; atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas; podem agir como antagonistas de promotores como auxinas, giberelinas e citocinina, ao impedir o alongamento de raízes e caules, a germinação de sementes e o brotamento de gemas, de acordo com o estágio fenológico de aplicação e a dose empregada (SAMPAIO, 1998). São compostos sintéticos que podem ser utilizados para reduzir o crescimento longitudinal indesejável da parte aérea das plantas, sem redução da produtividade (RADEMACHER, 2000).

Entre as substâncias testadas para inibir o crescimento de plantas, o trinexapac-ethyl tem se destacado pela eficiência na redução da estatura das plantas de cereais de inverno, evitando o acamamento (AMREIN et al., 1989; KERBER et al., 1989; RADEMACHER, 2000; LOZANO; LEADEN, 2002; ZAGONEL et al., 2002; PENCKOWSKI, 2006).

O trinexapac-ethyl atua no balanço das giberelinas, reduzindo drasticamente os níveis do ácido giberélico ativo ( $GA_1$ ), responsável pelo crescimento das plantas (DAVIES, 1987), ao mesmo tempo em que aumenta acentuadamente seu precursor biosintético imediato  $GA_{20}$  (giberelina). A queda no nível do ácido giberélico ativo ( $GA_1$ ) é a provável causa da inibição do crescimento das plantas (WEILER; ADAMS, 1991; RADEMACHER, 2000). Em experimento realizado na Argentina com uso de trinexapac-ethyl em plantas de trigo, observou-se a diminuição da área foliar, sem diminuição da atividade fotossintética. As aplicações de trinexapac-ethyl com o primeiro a terceiro nó visível provocaram mudanças na densidade de espigas, promovendo o desenvolvimento dos perfilhos e aumento da produção. A aplicação de redutores de crescimento, no início da elongação do colmo, provocou mudanças na sua anatomia, aumentando o diâmetro do caule e a espessura da parede celular. O aumento do diâmetro do caule em plantas de trigo submetidas a doses de redutor de crescimento ocorre devido ao aumento no desenvolvimento das células do parênquima, com maior espessura do tecido esclerenquimático, localizado

em posição sub-epidérmica, podendo resultar em maior lignificação da parede celular (LOZANO et al., 2002).

Zagonel (2002) avaliou o trinexapac-ethyl na cultivar de trigo OR-1, de porte baixo, em Ponta Grossa (PR), e verificou redução no comprimento dos entre-nós, aumento do número de espigas por metro e da produtividade. Em outro experimento no mesmo local, Zagonel et al. (2002), utilizando a cultivar IAPAR 53, de porte médio/alto, também verificaram uma redução substancial da altura das plantas com aumento de produtividade e nas duas cultivares não foi observado acamamento.

Lozano e Leaden (2002), avaliando o trinexapac-ethyl em duas cultivares de trigo, também observou ganhos significativos de produtividade (27% na média das duas cultivares). Mesmo na ausência de acamamento, este correlacionou os tratamentos com maiores ganhos de produtividade com os que promoveram mudanças na arquitetura foliar. Os tratamentos de trinexapac-ethyl mudaram a angulação da folha bandeira, deixando as folhas de ambas as cultivares mais eretas.

O efeito do redutor de crescimento depende de vários fatores, tais como a dose e a época de aplicação, a época de semeadura, as condições do ambiente, o estado nutricional e fitossanitário da cultura (RODRIGUES et al., 2003). A dose recomendada pelo fabricante de trinexapac-ethyl em trigo é de 100 a 125 g.ha<sup>-1</sup>, aplicada entre o primeiro e o segundo nó visível. Esta recomendação é ampla e não distinta em relação ao porte das cultivares, que podem responder de maneira diferencial em relação à dose do produto (ZAGONEL; FERNANDES, 2006; RODRIGUES et al., 2003).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em algumas características agrônômicas, severidade de doenças e na produtividade da cultivar de trigo Ônix em duas doses de nitrogênio e dois métodos de controle de doenças.

## 2 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. O solo no local é um Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico, textura argilosa (EMBRAPA, 1999), cuja análise, para amostragem de 0 a 10 cm, revelou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; Ca<sup>++</sup> = 4,2 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg = 6,9 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; K = 0,63 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; P = 12,6 mg.dm<sup>-3</sup>; C = 32 g.dm<sup>-3</sup>; H + Al = 7,2 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, Al<sup>+++</sup> = 0,2; CTC = 14,7; V% = 51, argila = 460 g.kg<sup>-1</sup>; silte = 179 g.kg<sup>-1</sup>; areia = 361 g.kg<sup>-1</sup>.

Utilizou-se o sistema de “plantio direto na palha”, sobre soja, semeando-se 65 de sementes de trigo por metro, no dia 12/07/06. A cultivar utilizada foi Ônix, de porte médio (altura média de 85 cm), moderadamente resistente ao acamamento e moderadamente suscetível ao oídio, à ferrugem-da-folha e às manchas foliares (RCCSBPTT, 2004).

A adubação consistiu na aplicação de 15 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 75 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 75 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na semeadura,

correspondente a 300 kg.ha<sup>-1</sup> de adubo na fórmula comercial 05-25-25. As parcelas foram compostas de 14 fileiras de trigo de 6m, espaçadas de 0,17m. Considerou-se como área útil as 10 fileiras centrais. A emergência das plantas ocorreu no dia 21/07/06.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com cinco repetições. Os tratamentos constaram das combinações dos fatores doses de nitrogênio (30 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>), na forma de ureia, aplicadas em cobertura, no início do perfilhamento; doses de trinexapac-ethyl (0 e 100 g ia.ha<sup>-1</sup>) e programas de controle de doenças (preventivo e curativo).

O trinexapac-ethyl foi aplicado aos 38 dias após a emergência do trigo, entre os estádios 31 e 32 da escala de Zadoks et al. (1974), fase de alongação do colmo, entre o 1<sup>o</sup> e o 2<sup>o</sup> nó perceptível. Para a pulverização, foi utilizado pulverizador costal, à pressão constante de 30 lb.pol<sup>-2</sup>, pelo CO<sub>2</sub> comprimido, equipado com barra de 2,5m de largu-

ra e cinco bicos com pontas de jato plano “leque” XR 110-02, distanciados de 0,50m. Aplicou-se o volume equivalente a 200 L.ha<sup>-1</sup> de calda.

No programa de controle de doenças, o manejo de fungicidas no tratamento preventivo ocorreu antes do aparecimento dos primeiros sintomas de cada doença, sendo reaplicados de acordo com as recomendações de eficácia e ação residual de cada produto. No tratamento curativo, o manejo de fungicidas ocorreu quando cada doença atingiu o nível de controle recomendado pela RCCSBPTT (2004) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Datas de aplicação dos fungicidas de acordo com o programa de controle de doenças. UEPG. Ponta Grossa, PR, 2006.

Tratamento	DAE <sup>1</sup>	Tebuconazole (g ia.ha <sup>-1</sup> )	Trifloxystrobin & Tebuconazole (g ia.ha <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Preventivo	21	120	---
	43	---	60 + 120
	70	---	60 + 120
	98	---	60 + 120
Curativo	26	120	---
	50	---	60 + 120
	86	---	60 + 120
	98	---	60 + 120

<sup>1</sup> DAE = dias após a emergência das plantas de trigo; <sup>2</sup> Tratamento adicionado de óleo metilado de soja a 0,5% v.v<sup>-1</sup> (1,0 L.ha<sup>-1</sup> de Aureo).

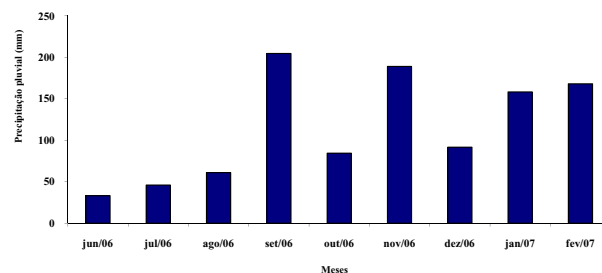
Foi avaliado o controle de ferrugem-da-folha, causada por *Puccinia triticina*, através da área abaixo da curva do progresso de doença (AACPD), observando-se a porcentagem de lesões nas folhas atacadas, utilizando a escala diagramática de Picinini (1996), aos 58, 91 e 102 dias após a emergência (DAE) do trigo, em três folhas superiores de dez plantas por parcela. O controle de oídio, causado por *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, foi avaliado através da severidade, observando-se a porcentagem de lesões nas folhas atacadas, utilizando a escala diagramática de Picinini (1996) aos 58 DAE (18/09), em três folhas superiores de dez plantas por parcela.

Avaliou-se, no florescimento da cultura, a altura de planta pela distância do solo à base da espiga. Os componentes da produção (número de espigas por metro quadrado, grãos por espiga, espi-

gueta por espiga, grãos por espiguetas e peso de mil grãos) foram determinados a partir da colheita das plantas de dois metros de fileira de cada parcela. A produtividade foi determinada pela produção da área útil das parcelas, corrigindo a umidade dos grãos para 13%. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e suas médias foram submetidas à comparação pelo teste da DMS a 5% de probabilidade.

### 3 Resultados e discussão

As temperaturas máximas e mínimas, no decorrer do experimento, estiveram de acordo com a média da região (Figura 1) e a precipitação pluvial foi de 630,6 mm (SEAB, 2007), condições adequadas ao desenvolvimento da cultura (CASTRO, 1999). O acamamento de plantas não foi observado nas parcelas, independente dos tratamentos utilizados.



**Figura 1** – Precipitação pluvial ocorrida durante o experimento. Ponta Grossa, PR, 2006. (Fonte: SEAB, 2007).

As características avaliadas e apresentadas nas tabelas subsequentes foram influenciadas pelas diferentes doses de nitrogênio, trinexapac-ethyl e diferentes métodos de controle de doenças (Tabelas 2 a 6). Ocorreu interação significativa entre o nitrogênio e o trinexapac-ethyl, para número de grãos por espiga; entre nitrogênio e fungicidas, para número de grãos por espiguetas, e entre trinexapac-ethyl e fungicidas, para peso de mil grãos (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 2** – Altura de plantas (cm), espigas.m<sup>-2</sup> (n°), grãos.espiga<sup>-1</sup> (n°), espiguetas.espiga<sup>-1</sup> (n°), grãos.espiguetas<sup>-1</sup> (n°), peso de mil sementes (PMS), peso hectolítrico (PH) e produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) do trigo em função da dose de nitrogênio. UEPG. Ponta Grossa, 2006.

<u>Dose de N<sup>1</sup></u>	<u>Altura (cm)</u>	<u>Espigas.m<sup>-2</sup> (n°)</u>	<u>Grãos.espiga<sup>-1</sup> (n°)</u>	<u>Espiguetas.espiga<sup>-1</sup> (n°)</u>
30	80,77 a	583,90 b	29,99 a	12,85 a
120	80,06 a	653,30 a	28,99 a	12,63 a
C.V.(%)	4,87	14,11	8,31	6,96
<u>Dose de N</u>	<u>Grãos.espiguetas<sup>-1</sup> (n°)</u>	<u>PMS (g)</u>	<u>PH (kg.hL<sup>-1</sup>)</u>	<u>Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>)</u>
30	2,34 a	27,55 a	74,86 a	2,474 a
120	2,29 a	26,79 b	75,17 a	2,369 a
C.V.(%)	7,21	2,98	2,34	25,65

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS (P<0,05); C.V. (%) = coeficiente de variação; <sup>1</sup> Dose em kg.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 3** – Altura de plantas (cm) e espigas.m<sup>-2</sup> (n°) do trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e do manejo de fungicidas. UEPG. Ponta Grossa, 2006.

<u>Trinexapac-ethyl</u>	<u>Altura (cm)</u>	<u>Espigas.m<sup>-2</sup> (n°)</u>
Sem	82,90 a	611,55 a
Com	77,93 b	625,65 a
<u>Fungicida</u>		
Preventivo	81,43 a	601,20 a
Curativo	79,41 b	636,00 a
C.V.(%)	4,87	14,11

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS (P<0,05); C.V. (%) = coeficiente de variação.

**Tabela 4** – Grãos.espiga<sup>-1</sup> (n°), espiguetas.espiga<sup>-1</sup> (n°) e grãos.espiguetas<sup>-1</sup> (n°) do trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl, do manejo de fungicidas e da dose de nitrogênio. UEPG. Ponta Grossa, 2006.

<u>Trinexapac-ethyl</u>	<u>Grãos/espiga (n°)</u>		<u>Espiguetas/espiga (n°)</u>	<u>Grãos/espiguetas (n°)</u>	
	<u>Dose de N<sup>1</sup></u>		<u>Dose de N<sup>1</sup></u>	<u>Dose de N<sup>1</sup></u>	
	<u>30</u>	<u>120</u>	<u>Média</u>	<u>Média</u>	
Sem	29,66 a A	30,45 a A	12,56 a	2,39 a	
Com	30,32 a A	27,53 b B	12,92 a	2,24 b	
<u>Fungicida</u>	<u>Média</u>		<u>Média</u>	<u>30</u>	<u>120</u>
Preventivo	30,71 a		12,83 a	2,35 a A	2,44 a A
Curativo	28,28 b		12,65 a	2,32 a A	2,14 b B
C.V.(%)	8,31		6,96	7,21	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente pelo teste da DMS (P<0,05); C.V. (%) = coeficiente de variação; <sup>1</sup> Dose em kg.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 5** – Peso de mil grãos (PMG), peso hectolítrico (PH) e produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) do trigo em função da aplicação de trinexapac-ethyl e do manejo de fungicidas. UEPG. Ponta Grossa, 2006.

<u>Trinexapac-ethyl</u>	<u>PMG (g)</u>	<u>PH (kg.hL<sup>-1</sup>)</u>	<u>Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>)</u>
Sem	28,11 a	75,62 a	2.385 a
Com	26,23 b	74,41 b	2.459 a
<u>Fungicida</u>	<u>Trinexapac-ethyl</u>		<u>Trinexapac-ethyl</u>
	<u>Sem</u>	<u>Com</u>	<u>Média</u>
Preventivo	29,92 a A	27,27 a B	75,99 a
Curativo	26,30 b A	25,18 b B	74,04 b
C.V.(%)	2,98		2,34
			25,65

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente pelo teste da DMS (P<0,05); C.V. (%) = coeficiente de variação.

**Tabela 6** – Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) para ferrugem, causada por *Puccinia triticina* e severidade de oídio, causado por *Blumeria graminis* fsp. *Tritici*, em função da dose de nitrogênio, da aplicação de trinexapac-ethyl e do manejo de fungicidas na cultura do trigo. UEPG. Ponta Grossa, 2006.

<u>Dose de N<sup>1</sup></u>	<u>AACPD de ferrugem</u>	<u>Severidade de Oídio (%) aos 28 DAE</u>
30	247,4 a	0,66 a
120	206,9 a	0,70 a
<u>Trinexapac-ethyl</u>		
Sem	192,3 b	0,67 a
Com	261,9 a	0,68 a
<u>Fungicida</u>		
Preventivo	143,3 b	0,69 a
Curativo	310,9 a	0,67 a
C.V.(%)	32,8	13,55

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste da DMS (P<0,05); C.V. (%) = coeficiente de variação; <sup>1</sup> Dose em kg.ha<sup>-1</sup>; <sup>2</sup> DAE = dias após a emergência das plântulas de trigo.

A altura das plantas, número de grãos por espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiguetas, peso hectolítrico (PH) e produtividade não foram influenciadas pelas dife-

rentes doses de N (Tabela 2), resultados também observados por Penckowski (2006). Zagonel et al. (2002), avaliando o efeito de doses de nitrogênio sobre a altura de plantas, verificaram que o aumento da dose de nitrogênio aumentou a altura

de plantas. Isso mostra que a menor dose utilizada no presente experimento já influenciou as plantas a ponto de atingirem os maiores valores de altura com 30 kg.ha<sup>-1</sup> em cobertura. Em outro trabalho, Zagonel e Fernandes (2006) também não obtiveram resposta na produtividade da cultivar Ônix para as diferentes doses de N (50 e 240 kg.ha<sup>-1</sup>), atribuindo esse resultado ao suprimento adequado da planta fornecido pela menor dose de N, aliado ao alto teor de matéria orgânica do solo.

As doses de nitrogênio somente influenciaram o número de espigas por metro quadrado e o peso de mil sementes (Tabela 2). A maior dose de nitrogênio promoveu maior número de espigas por metro quadrado, quando comparada a menor dose de N (30 kg.ha<sup>-1</sup>). Esse fato também foi observado por Zagonel et al. (2002), em que, com o aumento da dose de nitrogênio, ocorreu o aumento do número de espigas por metro. No entanto, a produtividade de grãos não se alterou devido ao peso de mil sementes (PMS) ter diminuído com a maior dose de N (Tabela 2), ao contrário do observado no mesmo trabalho.

Para o número de grãos por espiga, ocorreu interação entre as doses de nitrogênio e o trinexapac-ethyl (Tabela 4). Na dose de 30 kg.ha<sup>-1</sup>, não houve resposta ao uso do trinexapac-ethyl. Entretanto, na dose de 120 kg.ha<sup>-1</sup>, o número de grãos por espiga foi menor com o uso de trinexapac-ethyl, resultado também observado para o número de grãos por espiguetas para a média nas doses de N, e a provável causa do menor número de grãos por espiga.

O trinexapac-ethyl promoveu redução da altura das plantas (Tabela 3), redução do número de grãos por espiguetas (Tabela 4), redução do peso de mil sementes e do PH (Tabela 5). Resultados similares de redução de estatura com o uso do trinexapac-ethyl foram observados por outros autores (LOZANO; LEADEN, 2002; LOZANO et al., 2002; ZAGONEL et al., 2002; PENCKOWSKI, 2006; MATYSIAK, 2006), mostrando que o produto é efetivo e de resposta frequente na redução da altura do trigo. O PH médio da cultivar Ônix é de 81,4 (RCCSBPTT, 2004) e, no presente trabalho, foi inferior a esse (Tabela 5). O PH é utilizado como medida de comercialização em

vários países e expressa indiretamente atributos de qualidade dos grãos, estando mais associado às características genéticas do material, lembrando que problemas na lavoura (bióticos e abióticos) que afetem o enchimento de grão do trigo podem abaixar os valores de PH (GUARIENTI, 1993). Nesse trabalho, a ocorrência de chuvas na época da colheita foi o motivo pelo qual o PH médio da cultivar não foi atingido.

O número de espigas por metro quadrado (Tabela 3), de espiguetas por espiga (Tabela 4) e a produtividade (Tabela 5) não foram influenciados pelo uso do trinexapac-ethyl. Mudanças na produção de grãos estão associadas com mudanças do peso de grãos ou do número de grãos por espiga (RAJALA, 2003). Zagonel et al. (2002) observaram menor número de espigas por metro e de espiguetas por espigas com o uso do trinexapac-ethyl, resultando em maior produtividade devido ao maior peso de mil grãos. Porém, Matysiak (2006), em trabalho realizado na Polônia, não observou resposta da produtividade de trigo na safra 2002/03, utilizando diferentes doses de trinexapac-ethyl isolado ou em conjunto com cloreto de 2-cloro etil trimetilamônia (CCC). Wiersma (2005), em trabalho realizado nos EUA, também não encontrou respostas da produtividade, ao trabalhar com diferentes doses de trinexapac-ethyl nos anos de 2004 e 2005, na cidade Crookston, Minnesota.

Os programas de controle de doenças não influenciaram o número de espigas por metro quadrado (Tabela 3) e de espiguetas por espiga (Tabela 4).

O controle de doenças realizado de forma preventiva promoveu maior altura das plantas (Tabela 3), número de grãos por espiga (Tabela 4), PH e produtividade (Tabela 5). Carmona et al. (2004), em trabalho realizado na Argentina, observaram que a diferença máxima de rendimento obtida entre a testemunha sem aplicação e a testemunha química, com três aplicações da mistura pronta azoxystrobin + cyproconazole, foi de 1.002 kg.ha<sup>-1</sup>. No presente trabalho, a diferença entre os tratamentos foi de 730 kg.ha<sup>-1</sup>, destacando que em ambos houve aplicação de fungicidas, com diferencial no momento de aplicação.

Com relação ao número de grãos por espi-

gueta, houve interação entre as doses de nitrogênio e os programas de controle de doenças (Tabela 4). Para a menor dose de N, não ocorreu diferença significativa entre os programas de controle de doenças. A maior dose de N resultou em maior número de grãos por espiguetas, quando os fungicidas foram aplicados de forma preventiva. Nos fungicidas aplicados de forma curativa, o número de grãos por espiguetas foi maior na menor dose de N. Porém, na aplicação preventiva de fungicidas, não houve resposta para as diferentes doses de nitrogênio.

No peso de mil sementes ocorreu interação entre trinexapac-ethyl e programas de controle de doenças (Tabela 5). Na utilização ou não do redutor de crescimento, o peso de mil sementes foi maior quando os fungicidas foram aplicados de forma preventiva. Nos diferentes programas de controle de doenças, a aplicação de trinexapac-ethyl promoveu menor peso de mil sementes. Barros et al. (2006) observaram, em trabalho realizado em Capão Bonito, SP, que o peso de mil sementes e a produtividade do trigo é maior com a utilização de fungicidas (3 aplicações de 150 g.ha<sup>-1</sup> de tebuconazole no ano de 2001 e 2002, e 150 g.ha<sup>-1</sup> trifloxystrobin + propiconazole em 2003), se comparado à não utilização de fungicidas, resultados que concordam com o presente trabalho e mostram que o controle adequado de doenças, especialmente doenças que ocorrem nas fases de florescimento/enchimento de grãos, vem a evitar redução no PMS e na produtividade.

A área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) de ferrugem não foi influenciada pelas doses de nitrogênio (Tabela 6). Neumann et al. (2004), em trabalho realizado no Reino Unido, observaram que o nitrogênio afetou a ferrugem amarela do trigo, causada por *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, associando crescimento do patógeno diretamente com componentes particulares do conteúdo total de nitrogênio nas folhas de trigo. No entanto, ocorrem poucas alterações no crescimento e produtividade com a variação da dose de N (Tabelas 2, 4 e 6), e, provavelmente, não afetou também a suscetibilidade às doenças.

A severidade de ferrugem observada foi menor para a aplicação do trinexapac-ethyl em uma

avaliação e maior em duas avaliações. A AACPD de ferrugem, que expressa o resultado das três avaliações, foi maior quando da aplicação do redutor em comparação à não utilização. Portanto, isso não reflete a influência do redutor na severidade, que variou no decorrer do tempo, mas sim pela dificuldade de avaliação da severidade, visto que nos tratamentos com o redutor as plantas e as folhas eram menores. Em trabalho realizado por Zagonel et al. (2005), a aplicação de trinexapac-ethyl não afetou a severidade de ferrugem, mas sim de manchas-foliares, resultados que os autores atribuem à melhor penetração dos fungicidas nas partes mais baixas das plantas. A AACPD de ferrugem foi maior na aplicação curativa de fungicidas, mostrando a importância do controle realizado no momento correto para maximizar a eficiência dos fungicidas.

A severidade de oídio não foi influenciada pelas doses de nitrogênio, de trinexapac-ethyl e pelo manejo de fungicidas (Tabela 6).

Os fungicidas constituem em ferramenta importante para minimizar os danos causados pelas doenças, sendo uma medida emergencial, rápida e eficiente, porém, o seu uso aumenta o custo de produção. Em consequência, devem ser aplicados seguindo-se critérios que assegurem o retorno econômico, ao reduzirem os danos causados. Em geral, quando aplicados atrasados (no estágio de espigamento), com alta intensidade das doenças, os fungicidas não têm poder para reverter os danos causados que são irreversíveis (REIS; CASA, 2006). Assim, a aplicação preventiva dos fungicidas aparece como a mais eficiente, confirmada pelos resultados do presente trabalho (Tabelas 3 a 6), mas seu uso deve ser criterioso, devendo-se buscar a produtividade esperada e a suscetibilidade das cultivares às doenças.

#### 4 Conclusões

Concluiu-se que:

1. O aumento da dose de N não afetou a severidade de doenças, mas promoveu maior número de espigas por área e diminuição do peso de grão,



mas sem efeitos na produtividade;

2. O trinexapac-ethyl reduziu a altura das plantas e não afetou a produtividade;

3. A aplicação preventiva de fungicidas mostrou-se mais adequada, resultando em menor AACPD de ferrugem com reflexos positivos no número de grãos por espiga, peso hectolítrico e produtividade.

## Referências

- 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. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.
- BARROS, B. de C.; CASTRO, J.L. de; PATRÍCIO, F.R.A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 239-246, 2006.
- BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.
- CARMONA, M.A.; SUGIA, V.; JAEGGI, E.; REIS, E.M. Roya de la hoja de trigo (*Puccinia triticina*): estimación de daños y pérdidas, y su relación con el control químico como estrategia racional y económica. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 90, 2004. (Suplemento).
- CASTRO, P.R.C. **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999.
- COLLE, C.A. A cadeia produtiva do trigo no Brasil: contribuição para geração de emprego e renda. 1998. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). 89p. Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas – IEPE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998. 160 f.
- COSTA, J.M.; OLIVEIRA, E.F. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Campo Mourão, PR: COAMO/CODETEC, 1998.
- 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. **Sistema brasileira de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FREITAS, J.G.; CAMARGO, C.E. de O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; CASTRO, J.C. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.229-234, 1995.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Informações técnicas para o cultivo do trigo no Paraná 2001**. Londrina: IAPAR, 2002. (Circular técnica, 122).
- GUARIENTI, E.M.; WIETHOLTER, S.; MIRANDA, M.Z de, Efeito de doses de nitrogênio, aplicadas em cobertura, na qualidade de trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 1999, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 2v. p.401-405.
- 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. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p.83-88.
- LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I. **Efecto de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento y altura en dos cultivares de trigo**. In: Congreso Nacional de Trigo, 5 e Simpósio Nacional de cereales de siembra otoño invernal, 3. Argentina, Inta, 2002. Disponível em: <<http://www.in-ta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/leaden.htm>>. Acesso em 12 ago. 2006.
- LOZANO, C.M.; LEADEN, M.I.; COLABELLI, M.N. **Efecto de Trinexapac ethyl sobre la morfología del tallo en dos cultivares de trigo**. In: Congreso Nacional de Trigo, 5 e Simpósio Nacional de cereales de siembra otoño invernal, 3. Argentina, Inta, 2002. Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/5/morfoldeltalloseaden.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2006.
- MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v. 46, n. 2, p. 133-143, 2006.
- NEUMANN, S. et al. Nitrogen per unit leaf area affects the upper asymptote of *Puccinia striiformis* sp. *tritici* epidemics in winter wheat. **Plant Pathology**, Oxford, v.53, n. 6, p. 725-732, 2004.
- PENCKOWSKI, L. H. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do nitrogênio na produtividade da cultura do trigo**. Ponta Grossa: 2006. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- PICININI, E.C. **Escala de avaliações de doenças do trigo**. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 1996. 4 p. (Folder).
- RADEMACHER, W. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, v.51, p. 501-531, 2000.

- RAJALA, A. **Plant growth regulators to manipulate cereal growth in Northern growing conditions**. Helsinki: 2003. 53 p. 2003. Dissertation (Academic) – Faculty of Agriculture and Forestry, University of Helsinki.
- REIS, E.M.; CASA, R.T. Manejo sustentado de doenças do trigo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 57, 2006. (Suplemento).
- REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO – RCCSBPTT. **Informações Técnicas da Comissão Centro-Sul brasileira de pesquisa de Trigo e Triticale para safra de 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 214 p.
- RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: EMBRAPA, 2003. (Circular Técnica, 14).
- SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal: teoria e experimentos**. Ponta Grossa: UEPG, 1998. p. 133-134.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Precipitações mensais - Paraná - março de 2006 a março de 2007**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/pmpr.xls>>. Acesso em 10 abr. 2007.
- SCHUCH, L. O. B. et al. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II. Desempenho e utilização de nitrogênio. **Sci. agric.**, Piracicaba, v.57, n.1, p.121-127, 2000.
- VIEIRA, R.D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, São Paulo, 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. **Proceedings**. Switzerland: Ciba Geigy, 1991. p.1133-8.
- WIERSMA, J. Optimum Time and Rate of Trinexapac-ethyl Plant Growth Regulator to Reduce Lodging in Hard Red Spring Wheat. In: 2005 WHEAT RESEARCH REVIEW. **Proceedings**. Red Lake Falls: Minnesota Wheat Research & Promotion Council, 2005. Disponível em: <<http://www.small-grains.org/2005WRR/2005wrr.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2006.
- ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p.415-421, 1974.
- ZAGONEL, J. et al. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n.1, p. 25-29, 2002.
- ZAGONEL, J. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C.; KORELLO, S. Efeitos de regulador de crescimento (trinexapac-ethyl), da irrigação e da dose de nitrogênio na cultura do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 20. 2005, Londrina. **Resumos e atas**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 130-134.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 38; REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 21. 2006. Passo Fundo. **Resumos e Atas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. p. 271-275.