

## Comportamento produtivo do trigo em diferentes métodos e densidades de semeadura

TIAGO FERNANDO GROSS<sup>1\*</sup>; ALFREDO RICIERI DIAS<sup>2</sup>; CLAUDINEI KAPPES<sup>3</sup>; LUIS MIGUEL SCHIEBELBEIN<sup>4</sup>; JEFFERSON LUIS ANSELMO<sup>2</sup>; HENRIQUE VINICIUS DE HOLANDA<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup>Engenheiro Agrônomo, Rua Coronel Ottoni Ferreira Maciel, Edifício Bela Vista 392, Centro, CEP 84130-000, Palmeira/PR, Brasil. E-mail: [tf-gross@hotmail.com](mailto:tf-gross@hotmail.com). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Engenheiros Agrônomos, Pesquisadores da Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Chapadão do Sul/MS (Fundação Chapadão), Rodovia BR 060 Km11, Cx. Postal 39, CEP 79560-000, Chapadão do Sul/MS, Brasil. E-mail: [alfredo@fundacaochapadao.com.br](mailto:alfredo@fundacaochapadao.com.br), [jefferson@fundacaochapadao.com.br](mailto:jefferson@fundacaochapadao.com.br)

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), Avenida Brasil 56, Centro, Cx. Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira/SP, Brasil. E-mail: [kappes.agro@gmail.com](mailto:kappes.agro@gmail.com)

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), Av. Carlos Cavalcanti 8000, CEP 84030-000, Ponta Grossa/PR, Brasil. E-mail: [lmiguel@cescage.edu.br](mailto:lmiguel@cescage.edu.br)

<sup>5</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), Avenida Brasil 56, Centro, Cx. Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira/SP, Brasil. E-mail: [cafubiranilha@hotmail.com](mailto:cafubiranilha@hotmail.com)

### RESUMO

O método e a densidade de semeadura constituem fatores importantes para que se obtenha boa produtividade na cultura do trigo. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de métodos e densidades de semeadura sobre o desempenho produtivo do trigo. O experimento foi conduzido no período de inverno de 2007, com os tratamentos dispostos em blocos ao acaso em arranjo fatorial 2 x 3 (métodos de semeadura (a lanço e na linha) x densidade de semeadura (160, 320 e 480 plantas por m<sup>-2</sup>)), com quatro repetições. As características avaliadas foram: número de perfilhos por planta, espigas por m<sup>2</sup> e espiguetas por espiga, altura de planta, massa de espiga e de mil grãos, teor de água nos grãos e produtividade da cultura. A altura de planta foi maior quando o trigo foi semeado na linha, ao passo que o número de perfilhos por planta, massa de espiga e de mil grãos e teor de água nos grãos foi maior na semeadura a lanço. O incremento na densidade de semeadura provocou redução linear do número de perfilhos por planta e espiguetas por espiga, altura de planta, massa de espiga e de mil grãos. O número de espigas por m<sup>2</sup> aumentou juntamente com o incremento da densidade; contudo, tal efeito não se refletiu na produtividade, que não foi influenciada pelos fatores considerados.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, cereais de inverno, arranjo de plantas, produtividade.

### ABSTRACT

#### Productive performance of wheat in different sowing methods and densities

Method and density of sowing constitute important factors for obtaining satisfactory yield in wheat crops. This study aimed to evaluate the effects of sowing methods and densities on the yield performance of wheat. The experiment was conducted in the winter of 2007, with treatments

SAP 4917

Data do envio: 08/03/2011

Data do aceite: 14/06/2011

Scientia Agraria Paranaensis  
Volume 11, número 4, p.50-60, 2012

arranged in randomized block design in a factorial arrangement 2 x 3 (sowing methods (broad casting and line sowing) vs. sowing density (160, 320 and 480 plants per m<sup>2</sup>)), with four replications. The following characteristics were evaluated: number of tillers per plant, ears per m<sup>2</sup> and spikelets per ear, plant height, ear and one-thousand grain weight, water content in the grains, and crop yield. The highest plant height was obtained when the wheat was sown in line, while the highest results for number of tillers per plant, ear and one-thousand grain weight, and water content in the grains were obtained in the broad casting method. Increase in the sowing density caused linear reduction of the number of tillers per plant and spikelets per ear, plant height, ear and one-thousand grain weight. The number of ears per m<sup>2</sup> increased simultaneously to the growth of density; nevertheless, this effect was not reflected in the crop yield, which was not influenced by the factors considered.

**Keywords:** *Triticum aestivum*, winter cereals, plant arrangement, yield.

## INTRODUÇÃO

O trigo é a segunda cultura de grãos em nível mundial em termos de produção, sendo superado apenas pelo milho. A China é o maior produtor mundial de trigo com cerca de 16,2% do total, seguido pelos Países da União Européia, Índia e Estados Unidos (BISOTTO, 2004). No Brasil, a cultura do trigo vem alcançando, a cada dia, maior importância frente aos países produtores e exportadores, alicerçada nos ganhos de produtividade, na rentabilidade e na melhoria de sua qualidade industrial (TIBOLA *et al.*, 2008). O Brasil concentra sua produção na região Sul do País, a qual é responsável por mais de 90% da produção nacional, que em média é de quatro milhões de toneladas (CONAB, 2011).

O interesse em maximizar a produtividade de trigo tem estimulado o uso de um manejo intensivo nessa cultura. Esse manejo integra a adoção de determinadas práticas, como época de semeadura, espaçamento e densidade de semeadura adequada, aumento do nível de fertilidade do solo e controle de doenças, insetos e de acamamento de plantas (TEIXEIRA & RODRIGUES, 2003). Os efeitos de ambiente e de manejo sobre a expressão da capacidade de perfilhamento têm sido estudados, sendo a densidade de semeadura identificada como uma das práticas culturais que mais influencia a produtividade do trigo e seus componentes (OZTURK *et al.*, 2006; SPARKES *et al.*, 2006). Além disso, a utilização de maiores densidades de semeadura tem efeito reconhecido na supressão de plantas daninhas (WEINER *et al.*, 2001) e, juntamente com uma distribuição uniforme das plantas no campo, pode ser uma boa estratégia ambiental de manejo, reduzindo o consumo de herbicidas (TRINDADE *et al.*, 2006).

Para o Estado do Paraná, as densidades de semeadura variam de 200 a 400 sementes viáveis por m<sup>2</sup>, em função do ciclo, porte dos cultivares, clima e solo (CBPTT, 2010). Essa recomendação consta dos primeiros exemplares das recomendações técnicas para a região e vem sendo adotada independentemente da cultivar plantada. Genótipos modernos desenvolvidos pelos programas de melhoramento para a região apresentam tetos de produtividade bem superiores aos das cultivares antigas, entretanto, ainda são semeados na mesma densidade (TRINDADE *et al.*, 2006).

No método de semeadura a lança, as sementes são distribuídas no terreno, manual ou mecanicamente, mediante o uso de semeadoras ou de aviões agrícolas e incorporadas superficialmente ao solo por meio da utilização de grade ou de “correntão”. A semeadura em linha é o método mais empregado no Brasil, mediante o uso de semeadora-adubadora. Em média, requerer cerca de 20% menos de sementes que no método a lança, ao mesmo tempo em que possibilita adequada profundidade de semeadura, propiciando maior uniformidade na emergência das plântulas (REZENDE *et al.*, 2004).

A produtividade das culturas depende diretamente da densidade de plantas emergidas e estabelecidas por unidade de área. Em condições de baixa densidade populacional, a produtividade tende a se manter estável devido ao aumento de ramificações laterais, fato que pode ser aplicado pela alteração na intensidade de competição das plantas (ALMEIDA & MUNDSTOCK, 2001). Em contrapartida, elevada densidade de plantas não garante altas produtividades, pois nesta condição, embora o número de espigas possa ser maior por unidade de área, estas podem ser constituídas por um menor número de grãos. O número de ramificações por planta e o seu desenvolvimento está correlacionado com a competição intra-específica por fatores do meio, como água, luz e nutrientes (CAIRES *et al.*, 2001).

Desta forma, a identificação do número ideal de indivíduos por unidade de área pode determinar a máxima produtividade, sem o risco de haver excesso ou falta de plantas, o que interferiria na produtividade (MUNDSTOCK, 1999). Portanto, mudanças na densidade de semeadura têm importância especial na cultura do trigo, pois exercem efeitos diretos na produtividade e seus componentes (OZTURK *et al.*, 2006), de acordo com o ambiente de cultivo (LLOVERAS *et al.*, 2004).

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de métodos e densidades de semeadura sobre o desempenho produtivo do trigo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2007 em propriedade rural localizada em Pinheiral de Baixo, Distrito do Município de Palmeira, Estado do Paraná, situada nas coordenadas geográficas de 25° 25' 46" S e 50° 00' 23" W e altitude de 920 m. O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo C<sub>fb</sub>. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo (EMBRAPA, 2006), cujos resultados das análises físicas e químicas da camada de 0,0 a 0,20 m estão apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Análise física e química do solo da área experimental na camada de 0,0 - 0,20 m de profundidade. Palmeira/PR, Brasil (2007).

Granulometria		g kg <sup>-1</sup>					Classe textural			
Areia		489					Argilosa			
Silte		148								
Argila		363								
pH H <sub>2</sub> O	P mg dm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	K	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB	CTC	V – % –	MO g dm <sup>-3</sup>	
5,8	11,6	59,3	30,3	2,3	36,9	91,9	128,8	71,4	15	

Extratores: P, Ca, Mg e K: resina; H+Al: tampão SMP.

Legenda: SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 3 (métodos de semeadura x densidade de semeadura, respectivamente), com quatro repetições. Os métodos de semeadura consistiram a lanço e na linha e as densidades foram de 160, 320 e 480 plantas m<sup>-2</sup>. A área experimental foi dividida em parcelas de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m).

O experimento foi instalado em área que vem sendo cultivada em sistema plantio direto, cuja cultura antecessora foi a soja (*Glycine max* L.). Previamente a implantação, foi realizada a

dessecação das plantas daninhas na área, com a utilização dos herbicidas 2,4-D + picloram (360 + 96 g ha<sup>-1</sup> i.a., respectivamente) em mistura com glifosato (540 g ha<sup>-1</sup> i.a.).

A cultivar utilizada foi a Supera, a qual apresenta as seguintes características agronômicas: classe comercial trigo pão, ciclo precoce/médio, hábito vegetativo semi-ereto, espiga oblonga e grãos semi-duros, altura média de planta entre 82,0 e 97,0 cm e moderadamente suscetível ao acamamento (CBPTT, 2005). As sementes foram tratadas com fungicida difenoconazole e inseticida tiametoxam nas doses de 15 e 10 g i.a. para 100 kg de sementes, respectivamente. A semeadura foi realizada no dia 29 de junho de 2007 e a emergência ocorreu no quinto dia após a semeadura. A adubação de base e de cobertura para ambos os métodos de semeadura foi realizada de acordo com as recomendações técnicas da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (CBPTT, 2005).

Na adubação de base foram aplicados 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 02-20-20 (+ 7% Ca e 4% S). A aplicação do adubo de base para o método a lanço foi realizada manualmente, seguida de incorporação com grade niveladora. A semeadura foi realizada com distribuidor pendular com perfil padrão de 9 m e a incorporação das sementes ao solo foi realizada com “correntão”. No método de semeadura em linhas foi utilizado semeadora específica para o sistema plantio direto, munida com sistema fluxo contínuo de distribuição de sementes, com as linhas espaçadas de 0,17 m e as sementes depositadas a profundidade entre 0,03 e 0,05 m. Visando a reposição de nitrogênio foi realizada complementação a lanço em pré-emergência da cultura (25 kg ha<sup>-1</sup> de N-uréia). Uma segunda adubação de cobertura foi realizada no estágio de perfilhamento das plantas (40 kg ha<sup>-1</sup> de N-uréia) em superfície a lanço. O manejo de plantas daninhas, insetos-pragas e doenças foi realizado conforme a necessidade da cultura, utilizando-se produtos recomendados para cada caso.

Durante a condução do experimento foi avaliado o número de perfilhos por planta, adotando-se o método do quadrado, que consiste em um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> subdividido em 25 quadrados de 0,01 m<sup>2</sup> cada. Estas subdivisões foram nomeadas para facilitar a tabulação dos dados. Foram realizadas quatro amostragens aleatórias por parcela, em pontos pré-identificados. A colheita foi realizada no dia 26 de outubro de 2007 (114 dias após a emergência), coletando-se as plantas dentro do quadrado de avaliação. Em seguida, as plantas foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas em laboratório para determinação do número de espigas por m<sup>2</sup>. Foram realizadas amostragens de cinco plantas ao acaso por parcela, realizando as avaliações de número de espiguetas por espiga, altura de planta, massa de espiga, massa de mil grãos, teor de água nos grãos (estufa com renovação e circulação forçada de ar a temperatura de 105 °C por 48 horas) e produtividade, ambos corrigidos para o teor de água de 13% nos grãos (base úmida).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias de métodos de semeadura, quando significativas pelo teste F, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES & GARCIA, 2002). Por se tratar de fator quantitativo, as médias de densidades de semeadura foram comparadas pela análise de regressão (BANZATTO & KRONKA, 2006). O software utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de perfilhos por planta e de espigas por m<sup>2</sup> apresentaram comportamento similar e foram influenciados pelo método e densidade de semeadura e pela interação entre ambos os fatores (Tabela 2).

Nota-se que em todas as densidades mensuradas, a semeadura a lanço proporcionou maior número de perfilhos por planta (Tabela 3), demonstrando que neste método, as plantas ficam melhor distribuídas na área, minimizando o efeito da competição intra-específica, até determinado limite de densidade de semeadura. No método a lanço e na menor densidade, observou-se maior

perfilhamento de planta, concordando com os resultados obtidos por Almeida & Mundstock (2001), Zagonel *et al.* (2002) e Almeida *et al.* (2004). No que diz respeito ao número de espigas por m<sup>2</sup>, houve diferença entre as médias de método de semeadura somente na densidade de 480 plantas ha<sup>-1</sup>, em que a semeadura na linha proporcionou a obtenção de maior valor para este componente produtivo do trigo. Portanto, pode-se inferir que a escolha pelo método de semeadura torna-se importante apenas quando se utiliza alta densidade de semeadura, considerando o número de espigas por m<sup>2</sup>.

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância para número de perfilhos por planta (NPP), número de espigas por m<sup>2</sup> (NE), número de espiguetas por espiga (NEE) e altura de planta (AP) de trigo em função de métodos e densidades de semeadura. Palmeira/PR, Brasil (2007).

Fonte de variação	NPP	NE	NEE	AP
Valor de F <sup>(1)</sup>				
Método (M)	61,12 **	6,21 **	1,06 <sup>NS</sup>	8,50 **
Densidade (D)	74,03 **	34,50 **	20,24 **	3,43 *
Interação M x D	4,55 *	14,99 **	2,84 <sup>NS</sup>	2,32 <sup>NS</sup>
CV (%)	25,38	15,89	13,67	13,14

<sup>(1)</sup> Teste F: \*\*, \* e <sup>NS</sup> – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente; CV – coeficiente de variação.

**TABELA 3.** Número de perfilhos por planta de trigo e de espigas por m<sup>2</sup> em função de métodos e densidades de semeadura. Palmeira/PR, Brasil (2007).

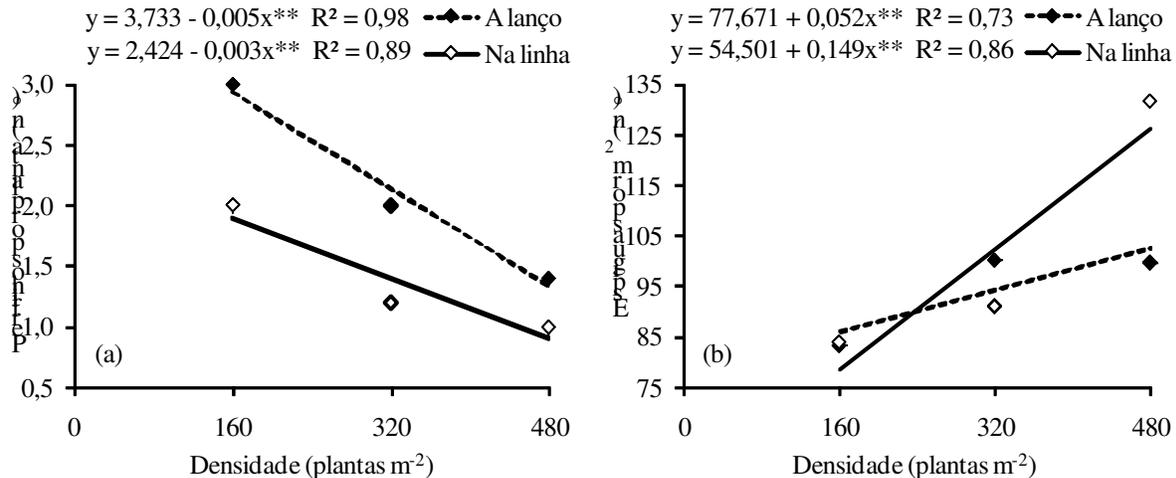
Método de semeadura	Densidade de semeadura (plantas m <sup>-2</sup> )		
	160	320	480
Número de perfilhos por planta			
A lanço	3,0 a	2,0 a	1,4 a
Na linha	2,0 b	1,2 b	1,0 b
Número de espigas por m <sup>2</sup>			
A lanço	83,1 a	100,1 a	99,6 b
Na linha	83,9 a	91,1 a	131,6 a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Em ambos os métodos, à medida que se aumentou a densidade de semeadura, obteve-se redução linear do número de perfilhos por planta (a lanço,  $y = 3,733 - 0,005x$ ,  $R^2 = 0,98$ ; na linha,  $y = 2,424 - 0,003x$ ,  $R^2 = 0,89$ ) (Figura 1a). Segundo Zagonel *et al.* (2002), a população de plantas obtida no momento da semeadura afeta o número de perfilhos desenvolvidos por planta. Destro *et al.* (2001) ressaltam que plantas de trigo em baixas populações produzem mais perfilhos do que em condições de alta densidade de semeadura. Assim, a quantidade de plantas emergidas é um dos fatores que irão definir o número de perfilhos emitidos por planta. O nível de competição estabelecida na comunidade pode vir a afetar o número de perfilhos (ALMEIDA *et al.*, 2004). A competição entre plantas tem maior efeito sobre o desenvolvimento de perfilhos do que sobre o colmo principal, o que salienta a supressão do desenvolvimento destes em detrimento ao colmo principal, quando as plantas são submetidas a condições de estresse, como profundidade de semeadura, disponibilidade hídrica ou espaço físico (SANTOS & MUNDSTOCK, 2002).

Constatou-se acréscimo linear, para ambos os métodos de semeadura (a lanço,  $y = 77,671 + 0,052x$ ,  $R^2 = 0,73$ ; na linha,  $y = 54,501 + 0,149x$ ,  $R^2 = 0,86$ ), do número de espigas por m<sup>2</sup> à medida que se aumentou a densidade de semeadura (Figura 1b). Por outro lado, tais resultados contrariam

Almeida et al. (2004), ao relatarem que apesar da quantidade de espigas em cereais de inverno aumentar juntamente com o aumento da densidade populacional, não ocorre diferença significativa devido à capacidade de perfilamento da cultura, sendo este considerado um evento normal desde que ocorra variação de população de 180 a 570 plantas  $m^{-2}$ . Em outros estudos, com a cultura do arroz, o número de espigas aumentou de acordo com o aumento da população de plantas, contudo, não apresentou significância estatística, sendo a ocorrência deste fato explicado devido à adequação da planta ao ambiente (ZAGONEL *et al.*, 2002).

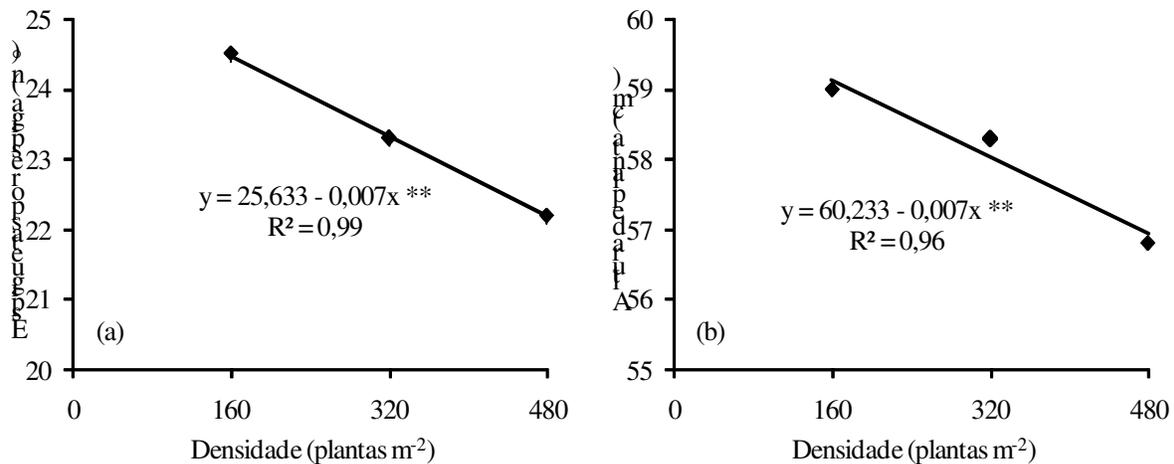


**FIGURA 1.** Número de perfilhos por planta (a) e de espigas por  $m^2$  (b) de trigo em função de métodos e densidades de semeadura. Palmeira/PR, Brasil (2007). Teste F: \*\* significativo a 1% de probabilidade.

O método de semeadura não afetou o número de espiguetas por espiga (Tabela 2), porém, o incremento na densidade de semeadura provocou redução linear em seus valores ( $y = 25,633 - 0,007x$ ,  $R^2 = 0,99$ ) (Figura 2a), fato que pode ser explicado pela maior competição intra-específica pelos recursos do meio, especialmente na maior densidade avaliada. Outro fato que pode estar relacionado se refere à adubação nitrogenada de cobertura, em que se evidenciou baixa ocorrência de chuva após a aplicação do nitrogênio, prejudicando desta forma, a absorção e assimilação do nutriente pelas plantas. Conforme Braz *et al.* (2006), o número de espiguetas por espigas pode ser influenciado pela variação do momento em que o nitrogênio é fornecido. Fioreze (2011) avaliou o comportamento produtivo do trigo em função da densidade de semeadura e da aplicação de reguladores vegetais e constatou que o aumento da densidade de plantas na linha de cultivo resultou em decréscimo dos componentes produtivos número de espiguetas férteis por espiga, número de grãos por espiga e massa de grãos por espiga.

A altura de planta foi afetada pelos fatores método e densidade de semeadura (Tabela 2). O método de semeadura na linha proporcionou plantas de maior porte. Esse fato é justificado pelo efeito combinado da maior competição intra-específica na linha de semeadura, por água, nutrientes (DOURADO NETO *et al.*, 2003) e luz, com conseqüente estímulo da dominância apical das plantas, conforme relataram Argenta *et al.* (2001). No presente trabalho, a menor altura de planta obtida no método de semeadura a lanço mostra-se vantajosa, pois permite maior penetração de luz no dossel e diminuição de competição intra-específica por recursos naturais sob altas populações de plantas (KAPPES, 2010). O incremento na densidade de semeadura provocou redução linear na altura de planta ( $y = 60,233 - 0,007x$ ,  $R^2 = 0,96$ ) (Figura 2b). Desse modo, pode-se inferir que o incremento na densidade provocou maior competição intra-específica pelos recursos do ambiente, concordando

com relatos de vários pesquisadores na cultura do milho (ARGENTA *et al.*, 2001; KAPPES, 2010). A altura de planta é uma característica que pode estar correlacionada com o arranjo de plantas, sendo o seu desenvolvimento influenciado pela luz, afetando assim, a capacidade fotossintética e o seu crescimento (TEIXEIRA & RODRIGUES, 2003).



**FIGURA 2.** Número de espiguetas por espiga (a) e altura de planta (b) de trigo em função de densidades de semeadura. Palmeira/PR, Brasil (2007). Teste F: \*\* significativo a 1% de probabilidade.

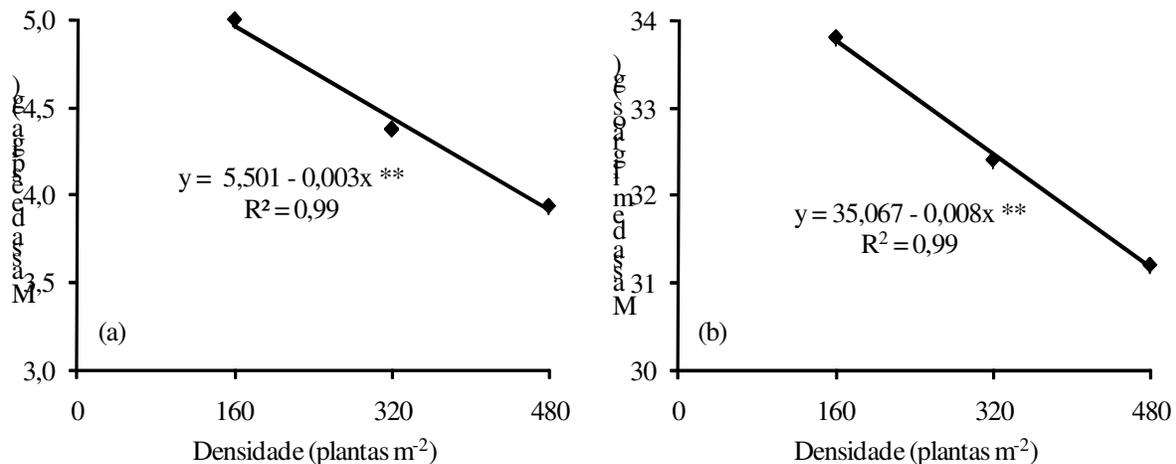
Importantes componentes da produtividade na cultura do trigo, a massa de espiga e a massa de mil grãos foram influenciadas pelo método e densidade de semeadura (Tabela 4), demonstrando que estas características, além de serem determinadas pelo genótipo, também são influenciadas por práticas de manejo adotadas na cultura do trigo. Kappes (2010) avaliou híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais e verificou que, independente do híbrido e do espaçamento, a massa de mil grãos reduziu linearmente ( $y = 401,26 - 0,0006x$ ,  $R^2 = 0,98$ ) à medida que se aumentou o número de plantas por unidade de área, portanto, sendo influenciada por práticas de manejo da cultura e corroborando com os resultados evidenciados no presente estudo. Maior massa de espiga e de grãos foi obtida quando o trigo foi semeado a lanço, fato que pode ser justificado pela melhor distribuição das plantas na área, diminuindo a competição intra-específica e ao mesmo tempo, favorecendo a entrada de luz no dossel da cultura durante a fase de enchimento de grãos e contribuindo para a eficiência fotossintética até mesmo das folhas localizadas no terço inferior das plantas.

**TABELA 4.** Resumo da análise de variância para massa de espiga (ME), massa de mil grãos (MMG), teor de água nos grãos (TAG) e produtividade (PROD) de trigo em função de métodos e densidades de semeadura. Palmeira/PR, Brasil (2007).

Fonte de variação	ME	MMG	TAG	PROD
Método (M)	23,90 **	19,75 **	6,79 *	2,50 <sup>NS</sup>
Densidade (D)	21,64 **	5,37 **	0,55 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>
Interação M x D	2,78 <sup>NS</sup>	2,37 <sup>NS</sup>	2,93 <sup>NS</sup>	1,84 <sup>NS</sup>
CV (%)	14,63	9,55	35,19	18,17

(1) Teste F: \*\*, \* e <sup>NS</sup> – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente; CV – coeficiente de variação.

O aumento na densidade de semeadura do trigo proporcionou redução linear tanto da massa de espiga quanto da massa de mil grãos ( $y = 5,501 - 0,003x$ ,  $R^2 = 0,99$ ;  $y = 35,067 - 0,008x$ ,  $R^2 = 0,99$ , respectivamente) (Figuras 3a e 3b). Demonstra-se novamente, a maior competição intra-específica pelos recursos do ambiente em alta densidade de semeadura, conforme resultados, também, obtidos por outros pesquisadores (ARGENTA *et al.*, 2001; KAPPES, 2010). Em densidades que variaram de 200 a 600 sementes por  $m^2$ , Weiner *et al.* (2001), detectaram influência da densidade na biomassa de semente, que decresceu monotonicamente com o aumento da densidade de semeadura. De acordo com os referidos autores, esse efeito é dependente da cultivar, uma vez que os atributos envolvidos na resposta da planta em altas densidades podem não ser os mesmos quando em baixa densidade.



**FIGURA 3.** Massa de espiga (a) e massa de mil grãos (b) de trigo em função de densidades de semeadura. Palmeira/PR, Brasil (2007). Teste F: \*\* significativo a 1% de probabilidade.

O teor de água das sementes de trigo foi afetado apenas pelo método de semeadura (Tabela 4), em que, o método de cultivo a lanço proporcionou maior retenção de água pelas sementes após a maturidade fisiológica. Ao mesmo tempo, demonstra-se que no período pós-maturidade fisiológica até ponto de maturação de colheita, a perda de água dos grãos ocorreu de maneira desuniforme, o que certamente, está relacionada a maturação desuniforme da cultura. A desuniformidade na maturação, intrínseca à cultura é, em muitas situações, acentuada por práticas de manejo inapropriadas (CAIERÃO & ACOSTA, 2007). A distribuição a lanço provoca concentrações de plantas excessivas em faixas, afetando a maturação, e por isso pode ter ocorrido maior número de grãos ainda imaturos ou verdes por ocasião do ponto de colheita, e dessa maneira, ter contribuído para a elevação do teor de água das sementes (REZENDE *et al.*, 2004).

Apesar de se ter constatado influência de método e densidade de semeadura do trigo sobre as demais características agrônômicas, a produtividade da cultura não foi influenciada (Tabela 4), corroborando com os resultados obtidos por Zagonel *et al.* (2002), que trabalhando com densidades que variaram de 323 a 658 plantas por  $m^2$ , na região sul do Brasil, não detectaram diferenças na produtividade da cultura do trigo. Por outro lado, Silveira *et al.* (2010) estudaram o efeito da densidade de semeadura e potencial de perfilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo e, ao término da pesquisa, constataram que o aumento da densidade promoveu acréscimo na produtividade até a densidade de 500 sementes por  $m^2$ . Outros autores identificaram a densidade de

semeadura como o principal fator que influenciou a produtividade do trigo e seus componentes (OZTURK *et al.*, 2006; SPARKES *et al.*, 2006). No presente estudo, a produtividade média obtida foi de 2.600 kg ha<sup>-1</sup>, superando a média nacional e a do Estado do Paraná obtida na safra 2007/08, as quais foram de 2.102 e 2.257 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (CONAB, 2008).

## CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas de realização desse estudo, os resultados permitiram concluir que:

A altura de planta é maior quando o trigo é semeado na linha, ao passo que, o número de perfilhos por planta, massa de espiga e de mil grãos e teor de água nos grãos são maiores no método de semeadura a lanço.

O incremento na densidade de semeadura do trigo provoca redução linear do número de perfilhos por planta e espiguetas por espiga, altura de planta, massa de espiga e de mil grãos.

O número de espigas por m<sup>2</sup> aumenta juntamente com o incremento da densidade de semeadura, porém não reflete na produtividade da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; MEROTTO JR., A.; ALVES, A.C.; NAVA, I.C.; KNOPP, A.C. Tiller emission and dry mass accumulation of wheat cultivars under stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.266-270, 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BISOTTO, V. Algumas considerações sobre a cultura do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 36., 2004, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004.

BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.193-198, 2006.

CAIERÃO, E.; ACOSTA, A.S. Uso industrial de grãos de cevada de lavouras dessecadas em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1277-1282, 2007.

CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.213-223, 2001.

CBPTT – Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. **Informações técnicas da comissão centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e triticale para a safra de 2005.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 234p. (Sistemas de Produção, 7).

CBPTT – Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. **Informações técnicas para trigo e triticale:** safra 2011. Cascavel: COODETEC/CBPTT, 2010. 170p. (Sistemas de Produção, 7).

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, safra 2007/2008, décimo segundo levantamento, setembro/2008. Brasília: Conab, 2008. 32p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos, nono levantamento, junho/2011. Brasília: Conab, 2011. 47p.

DESTRO, D.; MIGLIORANZA, E.; ARIAS, C.A.A.; VENDRAME, J.M.; ALMEIDA, J.C.V. Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under different irrigation regimes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.44, n.4, p.325-330, 2001.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, D.F. **Sisvar:** sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.0. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.

FIOREZE, S.L. **Comportamento produtivo do trigo em função da densidade de semeadura e da aplicação de reguladores vegetais.** 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas.** 2010. 127p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2010.

LLOVERAS, J.; MANENT, J.; VIUDAS, J.; LÓPEZ, A.; SANTIVERI, P. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.5, p.1258-1265, 2004.

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

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Madison, v.192, n.1, p.10-16, 2006.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; GOMES, L.L.; TOURINO, M.C.C.; BOTREL, E.P. Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p.499-504, 2004.

SANTOS, H.P.; MUNDSTOCK, C.M. Parâmetros da habilidade competitiva no estabelecimento de populações caracterizam o potencial de produção individual em trigo e aveia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.1, p.43-53, 2002.

SILVEIRA, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VALÉRIO, I.P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H.S.; SILVA, J.A.G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.63-70, 2010.

SPARKES, D.L.; HOLME, S.J.; GAJU, O. Does light quality initiate tiller death in wheat? **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.24, n.3, p.212-217, 2006.

TEIXEIRA, M.C.C.; RODRIGUES, O. **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 16p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

TIBOLA, C.S.; FERNANDES, J.M.C.; LORINI, I.; SCHEEREN, P.L.; MIRANDA, M.Z. **Produção integrada de trigo**: safra 2007. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 10p. (Circular Técnica, 26).

TRINDADE, M.G.; BARROS, R.G.; SIQUEIRA, M.M.H.; MOREIRA, H.L. Produção de trigo irrigado no Cerrado em diferentes densidades de semeadura. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v.1, n.1, p.99-115, 2006.

WEINER, J., GRIEPENTROG, H.; KRISTENSEN, L. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.38, p.784-790. 2001.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.25-29, 2002.