

Desempenho agrônômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e a adubação nitrogenada

Response of wheat cultivars to plant population and nitrogen fertilization in a cerrado region

Marcelo Carvalho Minhoto TEIXEIRA FILHO¹, Salatiér BUZETTI², Rita de Cássia Félix ALVAREZ³, José Guilherme de FREITAS⁴, Orivaldo ARF⁵, Marco Eustáquio de SÁ⁵

¹ Estudante do curso de Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP.

² Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira- UNESP – Caixa postal 31 - CEP:15.385-000 - Ilha Solteira – SP – Brasil, e autor para correspondência: e-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br .

³ Departamento de Agronomia, Campus de Jataí - UFG, CEP: 75800-000, Jataí – GO -Brasil.

⁴ Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, Rua Barão de Itapura, CEP: 13.400 – Campinas – SP - Brasil.

⁵ Departamento de Fitotecnia - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira- UNESP – Caixa postal 31 - CEP:15.385-000 - Ilha Solteira – SP – Brasil.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de trigo em resposta à aplicação de nitrogênio e população de plantas para as regiões de cerrado. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, dispostos em esquema fatorial, com duas populações (4.000.000 e 5.000.000 de plantas ha⁻¹), seis doses de N em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) e duas cultivares de trigo (IAC 24 e IAC 370) com 4 repetições. Concluiu-se que a população de 4.000.000 de plantas ha⁻¹ proporciona maior comprimento de espigas e número de espiguetas por espiga em relação à de 5.000.000 de plantas ha⁻¹. Esta apresentou maiores valores de peso hectolítrico e de 100 grãos. As doses de N aumentaram o teor foliar de N e o número de espigas por metro até 100 e 98 kg ha⁻¹, respectivamente. O cultivo de qualquer uma das cultivares com uma população de 4.000.000 de plantas ha⁻¹, e a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura proporcionaram as maiores produtividades de grãos na região de cerrado em que foi realizado o experimento.

Palavras-chave adicionais: *Triticum aestivum* L.; estande; fertilização nitrogenada; produtividade de grãos; componentes de produção.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the response of different wheat cultivars to nitrogen doses and plant populations in the Cerrado region, Brazil. The experimental design was that of complete randomised blocks, in a factorial scheme, with two plant populations (4,000,000 and 5,000,000 plants ha⁻¹), six sidedressed doses of N (0, 30, 60, 90, 120, and 150 kg. ha⁻¹) and two wheat cultivars (IAC 24 and IAC 370), in four repetitions. It was observed the plants from the 4 million plants ha⁻¹ population presented greater length of spike and number of spikelets than those from the 5 million plants ha⁻¹ one. This population provided higher hectolitre weight and mass of 100 grains. The doses of N increased the N leaf content and the number of panicles per meter up to 100 and 98 kg ha⁻¹ of N, respectively. The crop of any cultivars and a population of 4.000.000 plants ha⁻¹ applying 90 kg ha⁻¹ of N at side dressing provides the highest grain yield in the savannah region where was developed the study. The results showed that at the population of 4 million plants per hectare and a sidedressed dose of 90 kg/ha of N both cultivars reached the highest productivity

Additional keywords: *Triticum aestivum* L.; stand, nitrogen fertilization; yield of grains; production components.

Introdução

Na safra de 2007/2008, a área brasileira cultivada com trigo foi de 1.809.900 hecta-

res, com produção de 3.810.600 toneladas e com produtividade de 2.100 kg ha⁻¹. O Brasil teve um consumo de 10.250.000 toneladas de grãos, sendo necessária a importação de

6.525.000 toneladas, ou seja, 77% do total do consumido (CONAB, 2007).

Estudando o comportamento de genótipos de *T. durum* L. no Estado de São Paulo, FELICIO et al. (1999) observaram que o rendimento de grãos dos melhores genótipos, quando cultivados com irrigação por aspersão, não diferiu do genótipo de *T. aestivum* L. 'IAC 24', com estabilidade na produção de grãos em ambientes desfavoráveis. FREITAS et al. (1995), avaliando genótipos de trigo e doses de N (de 0 até 120 kg ha⁻¹) em condição de sequeiro, verificaram a ocorrência da variabilidade genética em relação à eficiência e resposta das doses de N para produtividade de grãos. TEIXEIRA FILHO et al. (2007), estudando a resposta de 4 cultivares de trigo (IAC 24, IAC 364, IAC 370 e IAC 373) irrigados por aspersão, na região do cerrado, a diferentes doses de N (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha⁻¹), aplicados na forma de ureia em cobertura, verificaram que as doses de N influenciaram significativamente e de forma quadrática na produtividade de grãos, na massa de 100 grãos, no teor de N foliar, no número de espigas por metro, no comprimento de espigas e no número de espiguetas por espiga. Entretanto, SILVA (1991) não encontrou respostas da cultivar de trigo BR 12 – Aruanã à aplicação de N (0; 20; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹), em função, provavelmente, do fornecimento de N oriundo da mineralização da matéria orgânica, e da soja cultivada por mais de quatro anos no local do experimento. Sob condições de irrigação por aspersão, CAMARGO et al. (1988) obtiveram correlações positivas entre doses de 0; 60; 120 kg ha⁻¹ e número de grãos por espiga, produtividade de grãos e efeito negativo entre doses de N com massa de 1.000 grãos. Deste modo, verificam-se resultados conflitantes entre a influência de doses de N sobre a produtividade de trigo e seus componentes de produção, devido às cultivares utilizadas, tipo de solo e histórico da área, condições climáticas e outras.

O N é o elemento mais exigido pela cultura do trigo, onde sua dinâmica no solo é complexa, podendo ser perdido por lixiviação e por volatilização. Também, as doses aplicadas, quando em menores quantidades para a boa nutrição da planta, não permitem que a cultura explore a sua potencialidade. Por outro lado, se aplicadas doses excessivas, a planta pode ter um vigoroso desenvolvimento, podendo aumentar o grau de acamamento. Neste contexto, a densidade de semeadura é muito importante para proporcionar uma adequada população de plantas, que pode significar melhor aproveitamento da radiação solar e aumento de produtividade.

Segundo ZAGONEL et al. (2002), todos os componentes de produção do trigo podem beneficiar-se em maior ou menor grau do nitrogênio, exceto a população de plantas. O trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, compensando possíveis falhas na semeadura. Outra característica da cultura é a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura (MUNDSTOCK, 1999). Em geral, a quantidade de sementes a ser utilizada visa à obtenção de densidades de 300 a 400 plantas m⁻² (IAPAR, 1999; SEGANFREDO, 1999), sendo as menores quantidades recomendadas para solos de alta fertilidade.

Os estudos sobre a resposta dos componentes de produção e produtividade do trigo à adubação nitrogenada em diferentes populações de plantas são insuficientes, e devem ser estudadas em condições específicas de ambiente, como a região dos cerrados de baixa altitude, onde há necessidade do uso da irrigação.

O trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de trigo em resposta à aplicação de nitrogênio e população de plantas para as regiões de cerrado (BRASIL, 2008).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, UNESP, localizada no município de Selvíria – MS, com coordenadas geográficas de 51° 22' oeste e 20° 22' sul e altitude de 335 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, segundo EMBRAPA (2006), o qual foi originalmente ocupado por vegetação de cerrado e cultivado por culturas anuais há vários anos sob manejo convencional, sendo que a última cultura explorada no verão foi o arroz.

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento e apresentaram os seguintes resultados: 27 mg dm⁻³ de P (resina); 31 g dm⁻³ de M.O.; 5,9 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg e H+Al = 3,0; 49,0; 21,0 e 20,0 mmolc dm⁻³, respectivamente, e 78 % de saturação por bases.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, dispostos em esquema fatorial, com duas populações (4.000.000 e 5.000.000 plantas ha⁻¹), seis doses de N em cobertura (0; 30; 60; 90; 120 e 150 kg ha⁻¹) e duas cultivares de trigo (IAC 24 e IAC 370), com 4 repetições. As parcelas foram constituí-

das por seis linhas de 3 m de comprimento por 1,2 m de largura, espaçadas em 0,20 m.

A cultivar IAC 24 é recomendada para áreas irrigadas e de sequeiro, apresenta bom potencial produtivo e é tolerante ao alumínio tóxico do solo. Apresenta porte ereto e é moderadamente suscetível ao acamamento. A cultivar IAC 370 é recomendada para áreas irrigadas, apresenta alto potencial produtivo, porém necessita de solos bem preparados, sem camadas compactadas. Apresenta hábito vegetativo semiprostrado e resistência ao acamamento. Recomenda-se uma densidade de semeadura de 300 a 350 sementes aptas por metro quadrado para estas cultivares (FURLANI et al., 2002).

Com base nas características químicas do solo da área experimental e na tabela de recomendação de adubação para cultura do trigo, conforme descrito em RAIJ & CANTARELLA (1997), calculou-se a adubação química básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, 0,5 e 1,0 kg ha⁻¹ de B e Zn, respectivamente.

Na segunda quinzena de maio de 2004, foi realizado o preparo da área para posterior semeadura manual das cultivares de trigo. A emergência do trigo ocorreu 5 dias após a semeadura.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada nas entrelinhas das parcelas, na forma de ureia, sem incorporação ao solo, aos 40 dias após a emergência das plantas, caracterizado pelo estágio fenológico de emborrachamento da cultura. Em seguida, a área foi irrigada, por meio de pivô central, com uma lâmina de água de aproximadamente 14 mm para minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização da amônia.

O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por aspersão através de um sistema fixo de irrigação do tipo pivô central, com turno de rega de 3 em 3 dias, aplicando-se aproximadamente 12 mm por rega.

O manejo de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida metisulfuron methyl (3,0 g i.a. ha⁻¹) em pós-emergência. Foram feitas duas aplicações dos fungicidas tebuconazole + triciclazol (nas doses de 150 e 300 g i.a. ha⁻¹, respectivamente), uma no emborrachamento e a outra no início da emergência das espigas.

A colheita do trigo foi realizada em 17 de setembro de 2004, quando 90% das espigas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros. Foram descartadas as duas linhas da bordadura e meio metro nas extremidades. O material colhido foi submetido à secagem a pleno sol e posteriormente à trilha.

Foram avaliados: a) teor de nitrogênio foliar, na folha-bandeira, coletada no início do florescimento (CANTARELLA et al., 1997); b) altura de plantas na maturação, definida como sendo a distância (cm) do nível do solo até a extremidade das espigas, excluindo-se as aristas, medindo-se 5 plantas por parcela; c) contagem do número de espigas por metro, na ocasião da colheita; d) dez espigas de trigo foram colhidas, por unidade experimental, por ocasião da colheita, para as avaliações de comprimento de espiga (definida como sendo a distância (cm) do início da ráquis até a extremidade da espiga, excluindo-se as aristas), número de espiguetas não desenvolvidas, número de espiguetas por espiga, número total de grãos por espiga e número de grãos por espiguetas; e) massa hectolétrica, correspondente à massa de grãos ocupada em um volume de 100 L, determinada em balança de 1/4 com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida); f) massa de 100 grãos, determinada em balança de precisão 0,01g, com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida); g) produtividade de grãos, determinada pela coleta das plantas contidas nas 4 linhas centrais de cada parcela. Após a trilha mecânica, os grãos foram quantificados e os dados, transformados em kg ha⁻¹ a 13% (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para o efeito de população de plantas e cultivares, e ajustadas a equações de regressão para o efeito das doses de N. Para análise estatística, foi utilizado o programa SANEST, Sistema de Análise Estatística (ZONTA & MACHADO, 1986).

Resultados e Discussão

Segundo AUDE et al. (1994), no trigo, o número de flores por espiguetas e o de espiguetas por espiga dependem de fatores nutricionais e ambientais, além de fatores inerentes à própria cultivar. Na Tabela 1, observa-se que não houve efeito significativo das doses de nitrogênio para nenhuma das avaliações de espiga. Porém, todas estas avaliações foram influenciadas significativamente pelas cultivares, com exceção do número de grãos por espiga. Tal fato ocorreu porque, durante a formação das espigas e florescimento do trigo, ocorreram altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, que impediram o efeito do incremento das doses de N nos números de espiguetas não desenvolvidas, de espiguetas por espiga, de grãos por espiga e de grãos por espiguetas. Isto é um indicativo de que tais avaliações foram dependentes do potencial gené-

tico da cultura o qual não foi limitado pelo nitrogênio (FREITAS et al., 1995), mas foi afetado pelas condições climáticas adversas. Segundo FELÍCIO et al. (2001a), as altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar, por ocasião do florescimento do trigo, causam o fenômeno denominado "chochamento" dos grãos na espiga. Para CAMPOS et al. (2004), a ocorrência de adversidades climáticas ou a incidência de doenças e pragas podem ser interpretadas como transtornos às transformações dos nutrientes em produtos colhidos.

FELÍCIO et al. (2001b), avaliando a influência do ambiente em 20 genótipos de trigo, na produtividade e qualidade de grãos, a adaptabilidade e a reação a doenças, em 4 regiões de São Paulo, onde a irrigação se faz necessária para permitir o bom desempenho agrônomo de um genótipo, verificaram efeitos significativos para anos, genótipos e interação anos x genótipos. Segundo WALL (1997), a expressão do potencial de produtividade de um genótipo em uma região depende de fatores genéticos e ambientais, especialmente o fotoperíodo, a temperatura, a precipitação pluvial e a radiação solar.

FREITAS et al. (1995), estudando as respostas ao N de oito cultivares de trigo, quanto à produtividade de grãos e outras características agrônômicas, também não constataram efeitos significativos das doses de N (de 0 até 120 kg ha⁻¹) para os números de grãos por espiguetas e de grãos por espiga. Por outro lado, FREITAS et al. (1994), estudando

as respostas da produção de grãos e outras características agrônômicas de diferentes cultivares de trigo à adubação nitrogenada, observaram efeitos significativos para doses de nitrogênio em relação ao comprimento de espiga e número de espiguetas por espiga. Também, BREDEMIER & MUNDSTOCK (2001), caracterizando o período do desenvolvimento crítico para suplementação de N em cobertura, em duas cultivares de trigo, e os componentes de produção de grãos, concluíram que o tratamento no qual o nitrogênio foi aplicado no início do ciclo (emissão da terceira folha), estimulou as plantas a aumentarem o número de espiguetas por espiga.

A população de plantas influenciou significativamente no comprimento de espiga e o número de espiguetas por espiga (Tabela 1), sendo que, na menor população, houve maior crescimento das espigas, assim como maior número de espiguetas por espiga (Tabela 2). Para o comprimento de espiga e número de grãos por espiga (Tabela 2), a cultivar IAC 370 foi superior à IAC 24. Já para o número de espiguetas por espiga, esta se mostrou superior àquele. Isto mostra as diferenças nas características genéticas dos materiais; a cv IAC 370 caracterizou-se por apresentar espigas maiores e menos densas dentro de espiguetas.

Para as avaliações número de espiguetas não desenvolvidas e número de grãos por espiguetas (Tabela 1), houve interação entre população de plantas e cultivar.

Tabela 1 - Quadrados médios referentes ao comprimento de espigas (C. ESP.), número de espiguetas não desenvolvidas (Nº ESPG. ND), número de espiguetas por espiga (Nº ESPG/ESP), número de grãos por espiga (Nº G/ESP) e número de grãos por espiguetas (G/ESPG). Selvíria - MS, 2004.

Table 1 - Mean square (MS) values referring to ear length (C. ESP), number of undeveloped spikelets (Nº ESPG ND), number of spikelets per ear (Nº ESPG/ESP), number of grains per ear (Nº G/ESP), and number of grains per spikelet (G/ESPG).

Causas de variação	Q.M.				
	C. ESP	Nº ESPG.ND	Nº ESPG/ESP	Nº G/ESP	G/ESPG
Doses N (D)	0,73ns	0,33ns	1,32ns	10,05ns	0,02ns
População (P)	2,21*	1,55ns	4,77*	38,77ns	0,002ns
Cultivar (C)	162,45**	1,48**	19,18**	0,01ns	0,47**
Blocos	0,193ns	0,12ns	1,06ns	31,80*	0,09*
D x P	1,11ns	0,03ns	0,71ns	7,73ns	0,01ns
D x C	0,46ns	0,14ns	0,71ns	5,56ns	0,01ns
P x C	0,10ns	1,74**	0,03ns	7,42ns	0,30**
D x P x C	0,39ns	0,15ns	0,08ns	0,92ns	0,03ns
Resíduo	0,54	0,20	0,74	10,25	0,02
Média Geral	9,62	1,59	17,07	44,07	2,59
C.V. (%)	7,64	27,83	5,05	7,26	5,98

** significativo p<0,01

** significant p<0,01

* significativo 0,01<p<0,05

* significant 0,01<p<0,05

ns: não significativo

ns: non significant

Tabela 2 - Médias, teste de Tukey e equações de regressão referentes ao comprimento de espiga (C.ESP), número de espiguetas não desenvolvidas (Nº ESPG. ND), número de espiguetas por espiga (Nº ESPG/ESP), número de grãos por espiga (Nº G/ESP) e número de grãos por espiguetas (G/ESPG). Selvíria - MS, 2004.

Table 2 - Means, Tukey test and regression equations of ear length (C. ESP), number of non developed spikelets (Nº ESPG/ESP), number of grains per ear (Nº G/ESP), and number of grains per spikelet (G/ESPG).

Doses de N (kg ha ⁻¹)	C.ESP (cm)	Nº ESPG. ND	Nº ESPG/ESP	Nº G/ESP	G/ESPG
0	9,62	1,44	17,43	44,99	2,58
30	9,72	1,82	16,67	42,60	2,56
60	9,92	1,64	17,33	44,00	2,56
90	9,57	1,65	16,88	44,31	2,63
120	9,26	1,44	17,13	44,26	2,58
150	9,67	1,56	16,97	44,23	2,63
Populações (P) ⁽¹⁾					
P4	9,78 a ⁽²⁾	1,55	17,29 a	44,70	2,58
P5	9,47 b	1,63	16,84 b	43,43	2,59
Cultivares (C)					
IAC 24	8,32 b	1,47	17,51 a	44,08	2,52
IAC 370	10,93 a	1,72	16,62 b	44,05	2,66

⁽¹⁾ P4 e P5 são referentes às populações de plantas por ha. P4 = 4.000.000 e P5 = 5.000.000

¹⁾ P4 and P5 - plant populations of 4 and 5 million plants per hectare, respectively.

⁽²⁾ Médias seguidas de letra iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Means followed by the same letter do not differ significantly at the level of 5% of probability according to Tukey test.

Na Tabela 3 consta o desdobramento referente ao número de espiguetas não desenvolvidas, para população de plantas dentro de cultivar. O número de espiguetas não desenvolvidas foi maior na IAC 24, na população de 5.000.000 plantas ha⁻¹. Isso mostra que este

aumento na população de plantas tem efeito negativo para a IAC 24, pois aumenta o número espiguetas não desenvolvidas. Entre cultivares, a IAC 370 produziu mais espiguetas não desenvolvidas que a IAC 24 na população de 4.000.000 de plantas ha⁻¹.

Tabela 3 - Desdobramento da interação cultivar e população de plantas, da análise de variância referente ao número de espiguetas não desenvolvidas.

Table 3 - Cultivar and plant population interaction on number of non developed spikelets.

População	Cultivar	
	IAC 24	IAC 370
P4 ⁽¹⁾	1,29 bB	1,81 aA
P5	1,64 aA	1,62 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Means in the column followed by the same small letter and in the line by the same capital letter do not differ significantly at the level of 5% of probability according to Tukey test.

⁽¹⁾ P4 e P5 são referentes às populações de plantas por hectare. P4 = 4.000.000 e P5 = 5.000.000.

¹⁾ P4 and P5 - plant populations of 4 and 5 million plants per hectare, respectively.

Na Tabela 4, observa-se o desdobramento referente ao número de grãos por espiguetas. Quanto à população, verificou-se que o maior número de grãos por espiga foi obtido para a IAC 24, com a população de 4.000.000 de plantas ha⁻¹, e o inverso ocorreu para o IAC 370. No desdobramento da interação cultivar

dentro de população, verificou-se que a IAC 370 foi superior no número de grãos por espiguetas na população de 5.000.000 de plantas ha⁻¹.

De acordo com MUNDSTOCK (1999), as plantas de trigo têm a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por

inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura; dessa forma, o número de grãos por espiguetas é também influenciado. Sendo assim, a maior densidade de semeadura pro-

porciona aumento no número de grãos por espiguetas da cultivar IAC 370, enquanto a da IAC 24 tende a diminuir.

Tabela 4 - Desdobramento da interação cultivar e população, da análise de variância referente ao número de grãos por espiguetas.

Table 4 - Cultivar and plant population interaction on number of grains per spikelet.

População	Cultivar	
	IAC 24	IAC 370
P4 ⁽¹⁾	2,57 aA	2,60 bA
P5	2,47 bB	2,72 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Means in the column followed by the same small letter and in the line by the same capital letter do not differ significantly at the level of 5% of probability according to Tukey test.

⁽¹⁾ P4 e P5 são referentes às populações de plantas por ha. P4 = 4.000.000 e P5 = 5.000.000.

⁽¹⁾ P4 and P5 - plant populations of 4 and 5 million plants per hectare, respectively.

No experimento, não foi constatado efeito significativo do nitrogênio na altura de plantas (Tabela 4). Entretanto ZAGONEL et al. (2002), trabalhando com doses de N (0; 45; 90 e 135 kg ha⁻¹) em cobertura e diferentes densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, verificaram, com o aumento da dose de N, que ocorreu aumento da estatura das plantas da cultivar OR-1. A altura de plantas foi influenciada significativamente pelo fator genético do porte das plantas (Tabela 4). A cultivar IAC 370 foi 4,5 cm supe-

rior em altura quando comparada à IAC 24 (Tabela 5).

Os teores de N nas folhas ajustaram-se à função quadrática em relação às doses de N, com ponto de máximo teor de N sendo atingido com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N (Tabela 6). Entretanto, o teor de N foliar foi alto tanto para a cultivar IAC 24 como para a IAC 370, bem acima da faixa adequada (20 e 34 g de N kg⁻¹ de massa seca) descrita em CANTARELLA et al. (1997).

Tabela 5 - Quadrados médios (Q.M.) referentes à altura de plantas (A.P.) e teor de nitrogênio foliar no estágio de florescimento (N Foliar). Selvíria – MS, 2004.

Table 5 - Mean square (Q.M.) values referring to plant height (A.P.) and foliar nitrogen level at flowering (N Foliar).

Causas de variação	Q.M.	
	A.P.	N foliar
Doses N (D)	20,47ns	140,18**
População (P)	13,50ns	0,08ns
Cultivar (C)	486,00**	36,75ns
Blocos	9,91ns	6,75ns
D x P	3,23ns	0,063ns
D x C	16,13ns	2,20ns
P x C	9,38ns	8,33ns
D x P x C	8,20ns	1,68ns
Resíduo	14,43	9,05
Média Geral	70,48	48,42
C.V. (%)	5,39	6,22

** significativo p<0,01

* significativo 0,01<p<0,05

ns: não significativo

** significant p<0,01

* significant 0,01<p<0,05

ns: non significant

O número de espigas por metro de sulco e a produtividade de grãos foram influenciados significativamente pelas doses de nitrogênio. A população de plantas influenciou no

peso hectolítrico e na massa de 100 grãos, e as cultivares apresentaram efeitos no número de espigas por metro, peso hectolítrico e massa de 100 grãos (Tabela 7).

Tabela 6 - Médias, teste de Tukey e equações de regressão referentes à altura de plantas e teor de nitrogênio foliar no estágio de florescimento (N Foliar). Selvíria – MS, 2004.

Table 6 - Means, Tukey test results and regression equations referring to plant height (A.P.) and foliar nitrogen (N foliar) level at flowering.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	A. P. (cm)	N foliar (g kg ⁻¹)
0	71,63	40,00 ⁽¹⁾
30	71,81	48,75
60	69,44	50,38
90	69,00	50,63
120	70,38	50,75
150	70,63	50,00
Populações (P)		
P4	70,10	48,46
P5	70,85	48,38
Cultivares (C)		
IAC 24	68,23 b ⁽²⁾	47,57
IAC 370	72,73 a	49,29

⁽¹⁾ $Y = 41,2142 + 0,2128 X - 0,0011 X^2$ ($R^2 = 0,90$ e $PM = 100$ kg ha⁻¹ de N)

⁽²⁾ Médias seguidas de letra iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Means followed by the same letter do not differ at the 5% level of probability according to Tukey's test

Tabela 7 - Quadrados médios (Q.M.) referentes ao número de espigas por metro (Nº ESP/M), peso hectolítrico (P. H.), massa de 100 grãos (M. 100 G) e produtividade de grãos (P. G.). Selvíria - MS, 2004.

Table 7 - Mean square values (Q.M.) referring to number of ears per meter (No. ESP/M), hectoliter weight (P.H.), 100 grains weight (M. 100 G), and grain yield (P.G.).

Causas de variação	Q.M.			
	Nº ESP/M	P. H.	M. 100 G	P.G.
Doses N (D)	1556,90**	1229,56	0,09ns	3691468,04**
População (P)	12,04ns	1763,20**	0,58**	144150,00ns
Cultivar (C)	112,67*	4242,32**	0,85**	784816,67ns
Blocos	12,61ns	1954,48**	0,10ns	1282113,57*
D x P	16,89ns	355,94ns	0,10ns	348853,50ns
D x C	4,52ns	88,02ns	0,02ns	84608,57ns
P x C	22,04ns	6,02ns	0,04ns	770058,38ns
D x P x C	21,64ns	272,90ns	0,07ns	277303,38ns
Resíduo	21,25	209,10	0,06	349186,07
Média Geral	69,63	83,88	3,45	4146,85
C.V. (%)	6,62	17,24	7,09	14,25

** significativo p<0,01

* significativo 0,01<p<0,05

ns: não significativo

** significant p<0,01

* significant 0,01<p<0,05

ns: non significant

Para o número de espigas por metro de sulco, os dados ajustaram-se à função quadrática. O ponto de máxima foi alcançado com a dose de 98 kg ha⁻¹ de N. Isto mostra que o N tem influenciado no perfilhamento da cultura, mesmo sendo aplicado a 40 dias após a emergência. TEIXEIRA FILHO et al. (2007) também observaram aumentos significativos no número de espigas por metro com a aplicação de N até a dose de 74 kg ha⁻¹. A produtividade de grãos também se ajustou a uma função quadrática, com a máxima produtividade sendo alcançada com 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura. O aumento na produtividade de grãos correlacionou-se

positivamente com o teor foliar de N (0,83**) e o número de espigas por metro (0,79**). Isto evidencia a importância do elemento tanto no que se refere ao estado nutricional da planta quanto a sua influência no perfilhamento da cultura, proporcionando, assim, maiores produtividades. Também, ZAGONEL et al. (2002), BREDEMIER & MUNDSTOCK (2001), VIEIRA et al. (1995), FREITAS et al. (1994, 1995), TEIXEIRA FILHO et al. (2007) verificaram efeito do N na produtividade da cultura. Por outro lado, SILVA (1991), devido ao fornecimento de N através da cultura da soja cultivada há vários anos na área e POTTKER et al.

(1984), em função das condições climáticas adversas, não verificaram efeito da aplicação de N na produtividade da cultura. Isto reforça a importância do estudo relativo ao histórico da área para a recomendação da adubação nitrogenada.

O peso hectolítrico e a massa de 100 grãos foram influenciados pela população de plantas, verificando-se maiores valores para a população de 5.000.000 de plantas ha⁻¹. Esses resultados podem ser explicados pelo menor comprimento de espigas e menor número de espiguetas por espiga apresentado pela população de 5.000.000 de plantas ha⁻¹. Com relação aos cultivares, a IAC 370 mostrou-se superior no número de espigas por metro e na massa de 100 grãos. Por outro lado, a IAC 24 proporcionou um peso hectolítrico superior a

IAC 370, em 13,30 kg 100 L⁻¹. Não houve efeito na produtividade de grãos quando se compararam as populações de plantas, assim como as cultivares. Isto mostra que os efeitos, para estas duas fontes de variação (população de plantas e cultivares), se compensaram entre si proporcionando, no final, produtividade de grãos semelhantes (Tabela 8). De acordo com LAMOTHE (1998), embora se possa incrementar cada um dos componentes, individualmente, fenômenos compensatórios fazem com que, frequentemente, os componentes se relacionem, tendendo a propiciar o incremento de uns e o decréscimo de outros; assim, a mesma produtividade pode ser obtida por diferentes caminhos, sendo difícil estabelecer-se uma combinação ótima dos componentes.

Tabela 8 - Médias, teste de Tukey e equações de regressão referentes ao número de espigas por metro (Nº ESP/M), peso hectolítrico (P. H.), massa de 100 grãos (M. 100 G) e produtividade de grãos (P. G.). Selvíria – MS, 2004.

Table 8 - Means, Tukey's test results and regression equations for number of ears per meter (No. ESP/M), hectoliter weight (M.H.), 100 grains weight (M. 100 G) and grain yield (P.G.).

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Nº ESP/M	P. H. (kg 100 L ⁻¹)	M. 100 G (g)	P.G. (kg ha ⁻¹)
0	49,63 ⁽¹⁾	85,23	3,54	3227 ⁽²⁾
30	73,03	83,51	3,41	4281
60	73,94	80,82	3,54	4535
90	75,25	89,89	3,48	4325
120	71,81	78,08	3,39	4459
150	74,06	85,80	3,38	4052
Populações (P)				
P4	69,27	79,60 b ⁽³⁾	3,38 b	4108
P5	69,98	88,17 a	3,53 a	4185
Cultivares (C)				
IAC 24	68,54 b	90,53 a	3,36 b	4237
IAC 370	70,71 a	77,23 b	3,55 a	4056

⁽¹⁾ $Y = 53,7388 + 0,4806 X - 0,0024 X^2$ ($R^2 = 0,79$ e $PM = 98 \text{ kg ha}^{-1}$ de N)

⁽²⁾ $Y = 3365,4062 + 27,4150 X - 0,1545 X^2$ ($R^2 = 0,87$ e $PM = 89 \text{ kg ha}^{-1}$ de N)

⁽³⁾ Médias seguidas de letra iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. ⁽³⁾ Means followed by the same letter do not differ significantly at the 5% level of probability, according to Tukey's test.

Conclusões

O cultivo de qualquer uma das cultivares, IAC 24 e IAC 370, com uma população de 4.000.000 de plantas ha⁻¹, devido ao menor gasto com sementes, e a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura proporcionaram maiores produtividades de grãos na região do cerrado (quente e seca) em que foi realizado o experimento.

Referências

AUDE, M. I. da S.; MARCHEZAN, E.; MAIRESSE, L. A. da S.; BISOGNIN, D. A.; CIMA, R.

J.; ZANINI, W. Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grão do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1.533-1.539, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº.3, de 14 de outubro de 2008**. Regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, n.200, 15 de outubro de 2008.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de**

Ciência do Solo, Viçosa, MG, v.25, n.2, p.317-323, 2001.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997, 285p. (Boletim Técnico, 100).

CAMARGO, C. E. O.; FELÍCIO, J. C.; PETTINELLI JUNIOR, A.; ROCCHA JUNIOR, L. S. **Adubação nitrogenada em cultura do trigo irrigada por aspersão no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1988. 62p. (Boletim científico, 15).

CAMPOS, L. A. C.; DOTTO, S. R.; BRUNETTA, D. **Informações técnicas das comissões centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e de triticale para a safra de 2004**. Londrina: IAPAR/EMBRAPA, 2004. 214p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos: intenção de plantio segundo levantamento, novembro 2007/Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 dez. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412 p.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; MAGNO, C. P. S.; FREITAS, J. G.; BORTOLETTO, N.; PETTINELLI JUNIOR, A.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Novos genótipos de *Triticum durum* L.: rendimento, adaptabilidade e qualidade tecnológica. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p. 83-94, 1999.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; GALLO, P. B. Avaliação de genótipos de triticale e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.83-91, 2001a.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. de O.; GERMANI, R.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BORTOLETTO, N.; PETTINELLI JUNIOR, A. Influência do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.111-120, 2001b.

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; TULMANN NETO, A.; PETTINELLI JUNIOR, A.; CASTRO J. L. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.281-290, 1994.

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; TULMANN NETO, A.; PETTINELLI JUNIOR, A.; CASTRO J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.229-234, 1995.

FURLANI, Q. M. C. (Ed.); GUERRREIRO FILHO, O.; COELHO, R. M.; BETTI, J. A.; FREITAS, S. S. **Recomendações da comissão técnica de trigo para 2002**. 3.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. 92p. (Série Tecnológica APTA, Boletim Técnico IAC, 107).

IAPAR. **Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná - 1999**. Londrina, 1999. 148p. (Circular, 106).

LAMOTHE, A. G. Fertilización con N y potencial de rendimiento en trigo. In: KOHLI, M. M.; MARTINO, D. L. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. Montevideo: CIMMYT/INIA, 1998. p.207-246.

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

POTTKER, D.; FABRÍCIO, A. C.; NAKAYAMA, L. H.I. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.10, p.1.197-1.201, 1984.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H. Outras culturas industriais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997, 285p. (Boletim técnico, 100).

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

SILVA, D. B. Efeito do nitrogênio em cobertura sobre o trigo em sucessão a soja na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1.387-1.392, 1991.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.;

SÁ, M. E. Resposta de cultivares de trigo irrigado por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum-Agronomy**, Maringá, v.29, n.3, p.421-425, 2007.

VIEIRA, R. D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M. C. M. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, Jaboticabal, SP, v.23, n. 2, p.257-264, 1995.

WAL, P.C. Rendimientos y el cociente fototérmico: una relación inevitable? In: KOHLI, M.M.; MARTINO, D. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. La Estanzuela: CIMMYT-INIA, 1998. p.47-69.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática, UFPel, 1986. 150p.

Recebido em 25-06-2006

Aceito para publicação em 12-07-2008