

## Resposta de cultivares de trigo e triticales ao nitrogênio no sistema de plantio direto

### *Response of cultivars of wheat and triticales to nitrogen in a no-till system*

Disnei Amélio CAZETTA<sup>1</sup>, Domingos FORNASIERI FILHO<sup>2</sup>, Orivaldo ARF<sup>3</sup>

Parte do trabalho de Mestrado do primeiro autor. Projeto financiado pela FAPESP.

<sup>1</sup> Doutorando, Departamento de Produção Vegetal - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP: 14884-900 Jaboticabal - SP - Brasil. E-mail: disnei@fcav.unesp.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Prof. Doutor - Departamento de Produção Vegetal – Universidade Estadual Paulista - UNESP – Câmpus de Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP: 14884-900, Jaboticabal - SP - Brasil. E-mail: fornasieri@fcav.unesp.br

<sup>3</sup> Prof. Doutor - Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural – Universidade Estadual Paulista - UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira - SP - Brasil. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

#### Resumo

O trabalho foi realizado no município de Selvíria (MS), que apresenta precipitação média anual de 1.370 mm e temperatura média anual de 23,5 °C, sob Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso. O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes doses de N em cobertura sobre as características agrônômicas de cinco cultivares de trigo e um de triticales em sistema de plantio direto. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com 30 tratamentos, constituídos pela combinação de seis cultivares nas parcelas, sendo cinco cultivares de trigo (IAC 364; IAC 370; Embrapa 22; BRS 210 e BRS 207) e um de triticales (IAC 3), e cinco doses de N em cobertura (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) nas subparcelas, com quatro repetições. Verifica-se que as cultivares de trigo e de triticales apresentam viabilidade para serem inseridas no sistema de rotação de culturas na região de cerrado com baixa altitude, no período de inverno com irrigação; a adubação nitrogenada em cobertura incrementa o rendimento de grãos; a dose ótima de N para a máxima eficiência econômica é de, aproximadamente, 38 kg ha<sup>-1</sup>, com rendimento de grãos de 3.148 e 2.872 kg ha<sup>-1</sup>, nas safras de 2004 e 2005, respectivamente.

**Palavras-chave adicionais:** *Triticum aestivum*; *Triticosecale*; irrigação; adubação.

#### Abstract

This trial was carried out at Selvíria county, State of Mato Grosso do Sul, Brazil, with an annual mean precipitation of 1370 mm and annual mean temperature of 23.5 °C IN a typic Acrustox soil. The objective was to evaluate the effect of rates of top dressed N on the agronomics characteristics of five cultivars of wheat and one of triticales in a no-tillage system. The design was the completely random one with split plots with 30 treatments, consisting of the six combination of cultivars in plots consisting of five cultivars of wheat (IAC 364, IAC 370, Embrapa 22, BRS 210 and BRS 207) and one of triticales (IAC 3), and five rates of top dressed N (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup>) in subplots, with four replications. The cultivars of wheat and triticales showed potential to be used in crop rotation systems in the cerrado region with low altitude. The top dressing of nitrogen increased grain yield; the rate of N for the maximum economic efficiency was of approximately 38 kg ha<sup>-1</sup>, with grain yields of 3148 and 2872 kg ha<sup>-1</sup>, in 2004 and 2005, respectively.

**Additional keywords:** *Triticum aestivum*; *Triticosecale*; irrigation; fertilization.

#### Introdução

Os cereais são considerados como as mais importantes culturas para a humanidade, sendo os grãos de trigo largamente utilizados na alimentação humana e animal. Devido a suas propriedades químicas e físicas, é considerado alimento mundial, consumido em diferentes formas, entre as quais: pães, massas alimentícias, bolos e biscoitos (CAMARGO & FELÍCIO, 1990).

O Brasil consome atualmente cerca de 10 milhões de toneladas de trigo e importa 5,3 milhões de toneladas (CONAB, 2006). Nos últimos 10 anos, o Brasil esteve entre os três principais importadores mundiais desse cereal (FAGUNDES, 2003), porém a produção brasileira, considerando as últimas cinco safras, aumentou, com uma produção anual de aproximadamente 4,7 milhões de toneladas, atendendo a 47% da demanda interna (CONAB, 2006).

O plantio direto constitui-se em prática eficiente para o controle de erosão, propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, melhora as condições químicas e físicas do solo com o aumento da matéria orgânica (BALBINO et al., 1996). O sucesso desse sistema de cultivo depende da rotação de culturas e, principalmente, da produção de palhada (resíduos vegetais) que funcionam como um reservatório de nutrientes que são liberados lentamente pela ação dos microrganismos, aumentam a estabilidade estrutural e protegem o solo contra a erosão hídrica (KEMPER & DERPSCHE, 1981; SIDIRAS et al., 1982, citados por FRANCHINI et al., 2000).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é considerado elemento essencial para as plantas, pois é o constituinte de inúmeros compostos orgânicos, como aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos (GARDNER et al., 1985). A planta absorve-o nas formas de amônio e nitrato (NEPTUNE & PATELLA, 1970), não ocorrendo diferenças entre as diversas fontes de nitrogênio mineral fornecido à cultura (BOARETTO, 1974). Sua deficiência pode comprometer os processos de crescimento e de reprodução das plantas, sendo que a eficiência da aplicação de nitrogênio em uma cultura está estreitamente relacionada a condições inerentes ao solo, ao clima e à própria planta.

A eficiência e a resposta dos genótipos de trigo ao N aplicado, em relação a rendimento e qualidade de grãos, depende da disponibilidade de água, da dose de N aplicada, do genótipo, da cultura anterior, do tipo de solo, da região, entre outros fatores. FREITAS et al. (1995), avaliando oito genótipos de trigo e doses de N em condição de sequeiro, verificaram a ocorrência da variabilidade genética em relação à eficiência e resposta das doses de N para rendimento de grãos. SILVA & GOTO (1991), avaliando a resposta de três cultivares de trigo de sequeiro ao N após soja precoce, verificaram que a adubação com N promoveu aumento significativo no número de espiguetas por espiga, rendimento de grãos e pequeno incremento no acamamento.

ZAGONEL et al. (2002), avaliando doses de N e densidades de plantas, com e sem regulador de crescimento, em trigo cultivar OR-1, observaram que, com o aumento da dose de N (0; 45; 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>), independentemente da utilização do regulador de crescimento, ocorreu um aumento do número de espigas por área e no rendimento de grãos. Sob condições de irrigação por aspersão, CAMARGO et al. (1988) obtiveram correlações positivas entre doses de 0; 60; 120 kg ha<sup>-1</sup> e rendimento de grãos, altura de plantas, comprimento de espigas, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e teores

protéicos nos grãos e efeitos negativos entre doses de N com massa hectolétrica e massa de 1.000 grãos.

Por sua vez, PÖTTKER et al. (1984), avaliando doses de N envolvendo quatro épocas e parcelamento das doses de N, verificaram que não houve influência de doses e de épocas de aplicação de N sobre o rendimento de grãos de trigo, na massa hectolétrica e na massa de 1000 grãos. SILVA (1992), em trigo desenvolvendo-se após diversos cultivos anteriores de soja, em solo com bom nível de fertilidade e sob irrigação, não observou efeito de doses de N no rendimento de grãos e no número de grãos por espiga. FREITAS et al. (1994), avaliando a produtividade e a resposta de oito genótipos de trigo a doses de N, em condições de irrigação por aspersão, em dois locais, durante cinco anos, observaram que em apenas um ano ocorreu interação genótipo x N e que, após a cultura do arroz, os genótipos responderam até a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto após a cultura do lablabe, não responderam à aplicação das doses de N.

Face aos resultados contraditórios da utilização de doses de N na cultura do trigo, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência da adubação nitrogenada nos componentes da produção e no rendimento de grãos de cultivares de trigo e triticale, em sucessão ao milho, no período de inverno, sob irrigação por aspersão.

## Material e métodos

O trabalho foi conduzido nos anos agrícolas de 2004 e 2005, em área experimental situada a 51° 22' de longitude oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude sul, com altitude de 335 metros, em um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulinitico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999), originalmente ocupado por vegetação de cerrado. A classificação climática da região, de acordo com Köppen, é Aw. A temperatura média anual é de 23,5 °C, a dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) é 25,7 °C e a dos mais frios (junho e julho) é 20,6 °C. A precipitação média anual é de 1.370 mm, e a umidade relativa do ar média anual, entre 70 e 80%.

As características químicas do solo, determinadas antes da instalação do ensaio, de acordo com metodologia proposta por RAIJ & QUAGGIO (1983), apresentaram os seguintes resultados: pH = 4,7; M.O. = 19 g dm<sup>-3</sup>; P = 27 mg dm<sup>-3</sup>; 2,8; 25; 16; 43 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg e H + Al, respectivamente, e 51% de saturação por bases.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com parcela

subdivididas, com 30 tratamentos constituídos pela combinação de seis cultivares na parcela principal, sendo cinco de trigo e um de triticale, e cinco doses de N em cobertura (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), na subparcela, com quatro repetições. Cada subparcela foi representada por 11 linhas na safra de 2004 e 13 linhas na safra de 2005, com 6,0 m de comprimento, espaçadas 0,17 m uma da outra, considerando-se como área útil as cinco linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades.

A semeadura do trigo foi realizada no dia 10 de maio de 2004 e 30 de maio de 2005, sob sistema de plantio direto, utilizando as cultivares de trigo IAC 364-Tucuruí III; IAC 370-Armageddon; Embrapa 22; BRS 210; BRS 207 e uma cultivar de triticale IAC 3-Banteng, sendo realizadas as irrigações necessárias, inicialmente após semeadura, de acordo com (EMBRAPA, 2003). Foi utilizado um número de sementes necessário para obtenção de 60 a 80 plantas por metro linear. Foram realizados, nas duas safras, o tratamento de sementes com thiodicarb (600g do i.a. por 100 kg de sementes), visando, principalmente, ao controle de cupins (*Synterms molestus*, *Procorniterms striatus* e *Cornitermes leslesii*) e lagarta elasma (*Elasmopalpus lignosellus*); óxido de zinco (500g do i.a. por 100 kg de sementes) visando ao fornecimento de zinco, além de 5 g de molibdênio + 1 g de boro por 100 kg de sementes. A emergência das plântulas ocorreu no dia 16-05-2004 e 05-06-2005, seis dias após a semeadura.

Durante a condução do experimento, na safra de 2004, foram aplicados, no dia 24 de junho, 280 g do i.a. ha<sup>-1</sup> de dimethoate para controle de pulgões da parte aérea e, no dia 21 de julho, foi aplicado 1 L ha<sup>-1</sup> de tebuconazole para controle de fungos da parte aérea. Na safra de 2005, foram aplicados, no dia 22 de julho, 280 g do i.a. ha<sup>-1</sup> de dimethoate para controle de pulgões da parte aérea e, no dia 02 de agosto, 280g do i.a. ha<sup>-1</sup> de dimethoate + 1 L ha<sup>-1</sup> de tebuconazole para controle de pulgões e fungos da parte aérea. A área já vem sendo cultivada desde 1999 sob sistema de plantio direto, e a cultura do milho foi a que antecedeu o cultivo do trigo.

A irrigação da cultura foi feita por aspersão, por meio do pivô central, e o manejo da irrigação foi feito por tensiometria, com instalação de três baterias de tensiômetros nas profundidades de 10 cm e 30 cm dentro da área experimental, conjugada com a utilização da curva característica de retenção de água do solo (6 kPa a 1500 kPa), utilizando

a tensão média de água no solo entre os tensiômetros de 10 cm e 30 cm de profundidade, no momento das irrigações, de 40 kPa (EMBRAPA, 2003).

A adubação de manutenção, nas duas safras, foi constituída de 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04-25-15 + Zn, calculada de acordo com as recomendações de adubação e calagem para o trigo e triticale irrigados (CAMARGO et al., 1997). A fonte de N para as doses (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) foi o nitrato de amônio nas duas safras, aplicado a lanço, no início do perfilhamento (Feekes 2.0), pois, segundo MILLER (1992), a aplicação de N neste momento influencia positivamente no número potencial de espiga por área.

Para o controle de plantas daninhas, na safra de 2004, realizou-se, no dia 28 de junho, aplicação de herbicida pós-emergente metsulfuron methyl, na dose de 5 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial, e diclofop methyl, na dose de 1,3 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial, no dia 12 de julho para controle de folhas largas e gramíneas, respectivamente. Os mesmos tratamentos foram realizados na safra de 2005, nos dias 16 de junho e 28 de junho. No plantio direto, a dessecação da cobertura do solo foi realizada com o herbicida glyphosate (1560 g ha<sup>-1</sup> do i.a.).

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio dos seguintes componentes de rendimento:

- a) **Altura de planta:** determinada na época da maturação, tomando-se a medida da superfície do solo até a extremidade superior da espiga mais alta, exceto as aristas, em cinco plantas ao acaso, na área útil de cada unidade experimental.
- b) **Número de colmos por m<sup>2</sup>:** determinado contando-se o número de colmos em 1,0 m de linha na área útil de cada unidade experimental e, posteriormente, calculando-se para um metro quadrado.
- c) **Número de espigas por m<sup>2</sup>:** determinado contando-se o número de espigas em 1,0 m de linha na área útil de cada unidade experimental e, posteriormente, calculado por metro quadrado.
- d) **Número de grãos espiga<sup>-1</sup>:** foram contados os grãos de cada uma das 20 espigas coletadas na área útil de cada unidade experimental.
- e) **Massa de mil grãos:** determinada pela contagem de 400 grãos de trigo, representando a área útil de cada unidade experimental, realizando sua

pesagem e transformando essa massa para 1.000 grãos corrigidos para 13% de umidade (base úmida).

- f) **Rendimento de grãos:** grão proveniente da área útil de cada unidade experimental foi pesado, determinada a umidade atual, sendo o peso, posteriormente, corrigido para 13% de umidade (base úmida) e convertido para  $\text{kg ha}^{-1}$ .
- g) **Eficiência agronômica de uso do N:** foi determinada subtraindo a quantidade de grãos colhidos com aplicação de determinada dose de N da quantidade de grão colhido na dose zero de N. Este resultado, quando dividido pela quantidade de N aplicado, resulta na eficiência agronômica de uso do N que reflete o incremento de produção obtido por quilograma de N aplicado ( $\text{kg grãos/kg N}$ ).
- h) **Máxima eficiência técnica (MET) e Máxima eficiência econômica (MEE)**

- **MET:** foi determinada utilizando as equações de regressão apresentadas na Figura 2d, e fazendo a derivada primeira para encontrar a dose de N que incrementa os maiores rendimentos de grãos nas safras de 2004 e 2005.
- **MEE:** foi determinada utilizando a fórmula:

$$X = \frac{Pa - bPp}{2a * Pp} \quad (1)$$

em que:

X = quantidade de adubo a ser aplicado para MEE;

Pa = Preço do nitrogênio (R\$ 2,26/kg de N);

Pp = Preço do trigo (R\$ 0,36/kg de trigo);

a e b = retirados da equação quadrática da produtividade ( $y = ax^2 + bx + c$ ), apresentada na Figura 2d.

Foram utilizados a análise de variância (teste F) e o teste de médias (Tukey a 5%) para a comparação das cultivares. Também foram feitas, quando significativas, análises de regressão do efeito das doses de nitrogênio sobre os componentes avaliados.

## Resultados e discussão

Os valores médios relativos aos diversos componentes agronômicos das cultivares de triticale (IAC 3) e de trigo, em fun-

ção da utilização de doses diferenciadas de N, estão apresentados na forma de tabelas. Verifica-se que a altura de plantas (Tabela 1) da cultivar IAC 3 (triticale) é superior à das cultivares de trigo nas duas safras (2004 e 2005), com o BRS 210 apresentando a menor estatura, embora sem diferenciar do BRS 207 na safra de 2004. Quanto às doses de N em cobertura, os dados ajustaram-se a uma equação quadrática nas duas safras (Figura 1a), independentemente da cultivar utilizada, com as plantas atingindo a maior altura na dose de  $73,5 \text{ kg ha}^{-1}$ , na safra de 2004 e  $89 \text{ kg ha}^{-1}$ , na safra de 2005. Os resultados obtidos foram diferentes dos de SILVA (1991), SOARES SOBRINHO (1999) e ARF et al. (1999), que verificaram que o fornecimento de N em cobertura não interferiu na estatura das plantas. Isso provavelmente ocorreu por esses autores terem realizado a aplicação do N em cobertura, não no início do perfilhamento (Feekes 2.0) e, sim, no estágio Feekes 5.0, ou seja, quando do início de alongação da planta. Segundo MARSCHNER (1995), em cereais, a aplicação de doses elevadas de N aumenta a produção de fitormônios promotores do crescimento e de desenvolvimento responsáveis pelos processos de divisão e expansão celular, aumentando o alongamento do caule e, conseqüentemente, a altura das plantas. Entretanto, a adubação nitrogenada não contribuiu para o acamamento.

Com relação ao número de colmos e espiga por  $\text{m}^2$  (Tabela 1), não foram observadas diferenças entre as cultivares utilizadas durante as duas safras. Em relação à aplicação de N em cobertura, os dados ajustaram-se a uma equação quadrática (Figuras 1b e 1c) na safra de 2004, independentemente da cultivar, com as plantas atingindo o maior número de colmos com  $79,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e maior número de espigas na dose de  $75,7 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Também SOARES SOBRINHO (1999) verificou o aumento do número de espigas por  $\text{m}^2$  com o incremento da adubação nitrogenada até a dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Quanto ao número de grãos por espiga (Tabela 2), as cultivares IAC 3 (triticale) e EMBRAPA 22 (trigo) apresentam valores superiores às demais cultivares na safra de 2004, o mesmo ocorrendo para o IAC 3 na safra de 2005. A adubação nitrogenada em cobertura ajustou-se a uma equação linear durante as duas safras, neste componente produtivo, com o aumento das doses de N em cobertura, proporcionando incremento no número de grãos por espiga (Figura 2a)..

**Tabela 1** - Valores médios de altura de plantas, número de colmos por m<sup>2</sup>, número de espigas por m<sup>2</sup> em trigo cultivado em plantio direto e aplicação de nitrogênio em cobertura. Selvíria (MS), Safras de 2004 e 2005.

*Table 1 – Wheat cultivars plant height, number of stems m<sup>2</sup>, number of spikes m<sup>2</sup> in response to top dressing of N fertilizer in a no-till system.*

	Altura de plantas/plant height (cm)		Número de colmos por m <sup>2</sup> /stems per m <sup>2</sup>		Número de espigas por m <sup>2</sup> /spikes per m <sup>2</sup>	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<b>Cultivar - (C)/Cultivars</b>						
IAC 3	96 a	104 a	256	329	246	298
IAC 364	80 b	89 b	256	372	238	343
IAC 370	80 b	88 bc	251	335	239	312
EMBRAPA 22	78 bc	83 d	240	371	226	344
BRS 210	72 d	76 e	278	355	268	343
BRS 207	75 cd	85 cd	265	351	245	325
Teste F (Cultivar)	85,52 **	120,24 **	1,18 NS	2,24 NS	1,42 NS	3,07 *
D.M.S. (Tukey a 5%)	4,19	3,97	53,75	55,37	53,24	50,18
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>) - (D)/Rates of N</b>						
0	79	86	241	340	228	314
30	80	87	252	358	239	331
60	81	88	269	368	254	342
90	81	88	267	348	254	319
120	80	88	259	347	243	333
Teste F (Doses de N)	2,53 *	3,84 **	2,16 NS	1,19 NS	2,01 NS	1,26 NS
Teste F (Reg. Linear)	2,82 NS	10,34 **	4,36 *	0,03 NS	3,35 NS	0,78 NS
Teste F (Reg. Quadrat.)	5,41 *	3,96 *	3,96 *	3,59 NS	4,21 *	1,30 NS
Teste F (Interação C x D)	1,42 NS	1,54 NS	0,87 NS	0,67 NS	1,04 NS	0,66 NS
C.V. (%) parcelas	5,07	4,42	20,28	15,28	21,25	14,89
C.V. (%) subparcelas	3,16	2,45	14,85	14,13	15,71	14,89

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*\* e \* = significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; NS = não-significativo.

*Means in the same column, followed by the same letter, are not significantly different at the 5% level of probability according to Tukey's test*

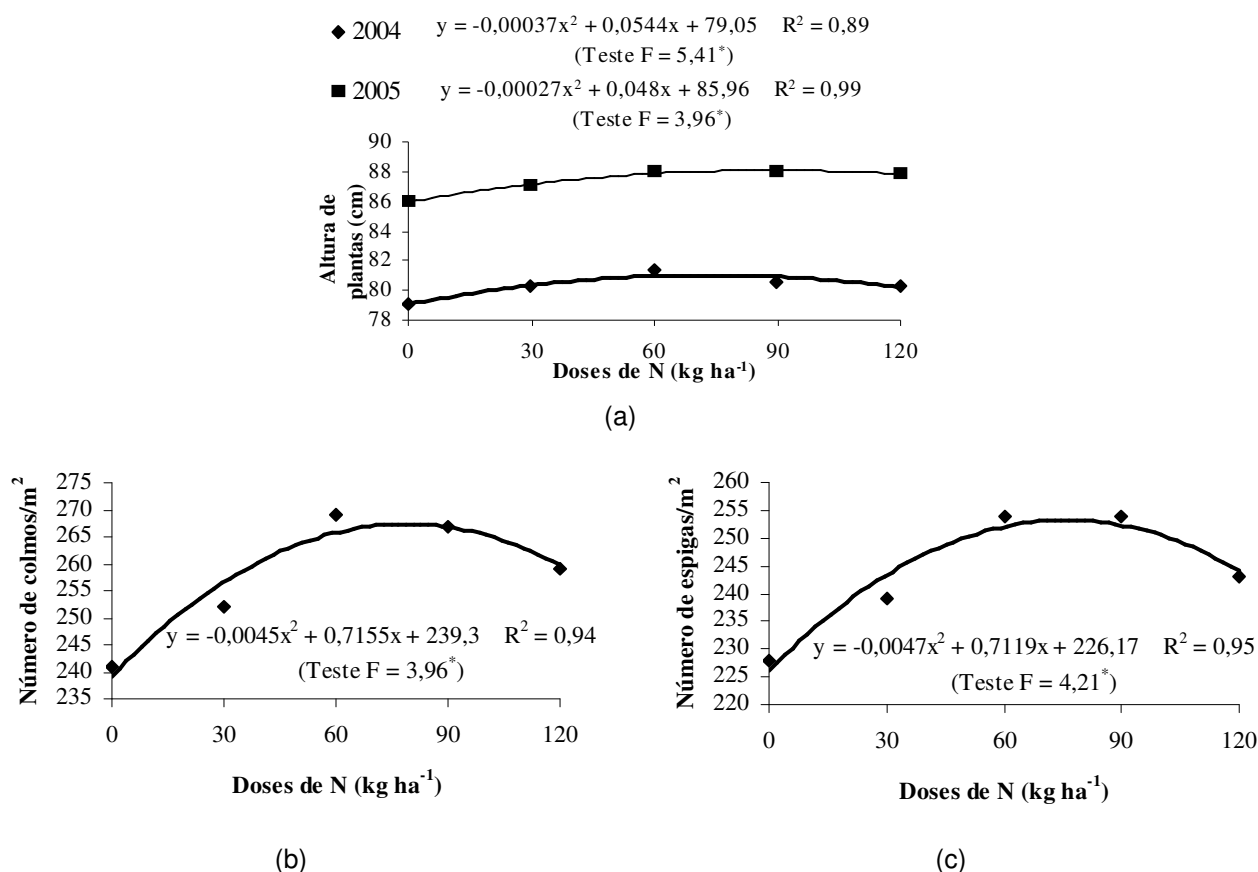
\*\* and \* = significant at 1% and 5% of probability levels by the F test, respectively; NS = no-significant.

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

O mesmo foi observado em trabalhos realizados por COELHO et al. (1998) com a cultivar de trigo EMBRAPA 22, e FREDERICK & CAMBERATO (1995) com trigo irrigado.

Com relação à massa de 1.000 grãos, constata-se a interação entre cultivares e doses de N significativa nas duas safras, com as cultivares respondendo de forma diferenciada à adubação nitrogenada. Na safra de 2004, as cultivares EMBRAPA 22, IAC 3 e IAC 364 não foram influenciadas pela adubação nitrogenada na massa de 1.000 grãos, ao passo que nas cultivares IAC 370, BRS 210 e BRS 207, a adubação nitrogenada proporcionou uma diminuição linear nesse componente (Figura 2b). Já na safra de 2005, nas cultivares IAC 370, EMBRAPA 22, BRS 210 e BRS 207, o incremento na adubação nitrogenada ocasionou redução nesse componente produtivo, não interferindo no IAC 3 (Figura 2c). A redução nos valores de massa de 1.000 grãos com a elevação das doses de N, para a maioria das cultivares (Figuras 2b e 2c), pode ser atribuída

ao aumento no número de grãos por espiga (Figura 2a), aumentando a competição por nutrientes e fotoassimilados dentro da espiga e, como consequência, reduzindo a massa unitária dos grãos. As respostas da massa de 1.000 grãos à adubação nitrogenada na literatura são muito variáveis. GRUNDY et al. (1996), testando doses de 0; 40; 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, obtiveram aumento desse componente com a utilização de doses mais elevadas de N; já FRIZZONE et al. (1996) verificaram que o incremento das doses de nitrogênio pouco contribui para o aumento da massa de 1.000 grãos. Por sua vez, ZAGONEL et al. (2000) e SOARES SOBRINHO (1999) verificaram que a adubação nitrogenada não influencia na massa de 1.000 grãos. COELHO et al. (1998), trabalhando com doses de 0; 30; 60; 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, verificaram o aumento na massa de 1.000 grãos até 30 e 37,2 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas duas safras avaliadas, respectivamente, com diminuição nesse componente com a utilização de doses de N superiores.



**Figura 1** - Efeitos das doses de N (kg ha<sup>-1</sup>) na altura de plantas nas safras de 2004 e 2005 (a); Número de colmos (b) e espiga (c) por m<sup>2</sup> na safra 2004, independentemente das cultivares utilizadas. Selvíria (MS).

Figure 1 - Effects of N rate (kg ha<sup>-1</sup>) on plant height in 2004 and 2005 (a), stem number (b), and (c) spike number m<sup>2</sup> in 2004, independently of cultivar. Selvíria, MS, Brazil

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Quanto ao rendimento de grãos, na safra de 2004, o triticale destaca-se em relação à maioria das cultivares de trigo, exceto BRS 210 e BRS 207 (Tabela 2), com o EMBRAPA 22 apresentando a menor produtividade, relativamente ao IAC 3, BRS 210 e BRS 207. Apesar de apresentar elevado número de grãos por espiga (Tabela 2), o EMBRAPA 22 apresenta grãos com menor massa (Tabela 2), o que justificaria sua menor produtividade. Já na safra de 2005, não há diferença entre as cultivares com relação à produtividade. É interessante mencionar que se esperava maior rendimento de grãos do triticale na safra de 2005, que, pela sua rusticidade, poderia resistir mais à elevação da temperatura observada na safra de 2005 durante o enchimento de grãos (Feekes 3.0).

A adubação nitrogenada em cobertura possibilita incrementos positivos no rendimento de grãos com até 78,7 kg ha<sup>-1</sup> na safra de 2004 e 78,3 kg ha<sup>-1</sup> de N na safra de 2005 (Figura 2d), com as cultivares respondendo de forma similar a esse nutriente. Vários trabalhos possibilitaram

verificar que o fornecimento de doses crescentes de N proporcionam aumentos no rendimento de grãos (CAMARGO et al., 1988; PALHARES, 1989; MILLNER et al., 1994; FRIZZONE et al., 1996; SOARES SOBRINHO, 1999).

Trabalhando com a eficiência agrônômica de uso do N, verifica-se que, nas safras de 2004 e 2005, quanto maior a dose de N, menor a eficiência agrônômica de uso do N, ou seja, a resposta das plantas ao fertilizante nitrogenado segue a lei dos rendimentos decrescentes, em que, na menor dose de N utilizada (30 kg ha<sup>-1</sup>), cada kg de N aplicado rendeu 12,4 e 13,3 kg de grãos de trigo nas safras de 2004 e 2005, respectivamente (Figura 2e). PÖTTKER e ROMAN (1998), trabalhando com nitrogênio em trigo após diferentes sucessões de culturas, também verificaram que a menor dose de N utilizada (25 kg ha<sup>-1</sup>) possibilitou a maior eficiência de uso do N, independentemente das sucessões de culturas.

**Tabela 2** - Valores médios de número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos e rendimento de grãos em trigo cultivado em plantio direto e aplicação de nitrogênio em cobertura. Selvíria (MS), Safras de 2004 e 2005.

Table 2 – Number of grains per spike, 1000 grains weight, and grain yield of wheat cultivars in a no-till system and top dressed N fertilizer. Selviria, MS, Brazil. Cropping years of 2004 and 2005

	Número de grãos por espiga/grains per spike		Massa de 1.000 grãos/mass of 1000 grains (g)		Rendimento de grãos/grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<b>Cultivar - (C)/Cultivars</b>						
IAC 3	49,8 a	54,6 a	47,42	36,95	3317 a	2824
IAC 364	39,4 c	41,7 bc	42,67	41,69	2775 bc	2779
IAC 370	42,3 bc	44,1 bc	44,51	41,55	2938 abc	2815
EMBRAPA 22	50,4 a	44,4 bc	39,14	40,31	2619 c	2878
BRS 210	39,1 c	40,9 c	40,76	39,83	3186 ab	2980
BRS 207	44,6 b	46,9 b	41,67	39,05	3186 ab	2675
Teste F (Cultivar)	43,86 **	17,75 **	27,83 **	6,63 **	5,37 **	2,01 <sup>NS</sup>
D.M.S. (Tukey a 5%)	3,42	5,43	2,56	3,15	539,95	329,31
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>) - (D)/Doses of N</b>						
0	42,4	41,8	43,69	41,16	2659	2463
30	43,5	44,5	42,65	40,87	3066	2901
60	44,4	46,5	42,86	39,48	3111	2953
90	44,6	46,7	42,24	38,89	3119	2914
120	46,3	47,6	42,04	39,09	3063	2895
Teste F (Doses de N)	8,14 **	9,72 **	3,82 **	14,13 **	12,36 **	12,56 **
Teste F (Reg. Linear)	30,10 **	32,65 **	-	-	23,94 **	23,12 **
Teste F (Reg. Quadrat.)	0,09 <sup>NS</sup>	3,80 <sup>NS</sup>	-	-	21,50 **	21,61 **
Teste F (Interação C x D)	1,11 <sup>NS</sup>	1,21 <sup>NS</sup>	1,72 *	1,84 *	1,05 <sup>NS</sup>	1,04 <sup>NS</sup>
C.V. (%) parcelas	7,52	11,62	5,83	7,67	17,48	11,33
C.V. (%) subparcelas	5,62	8,08	3,77	3,41	9,01	9,96

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

\*\* e \* = significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; NS = não-significativo.

Means followed by the same letter within a column are not significantly different by the Tukey test at 5% of probability level.

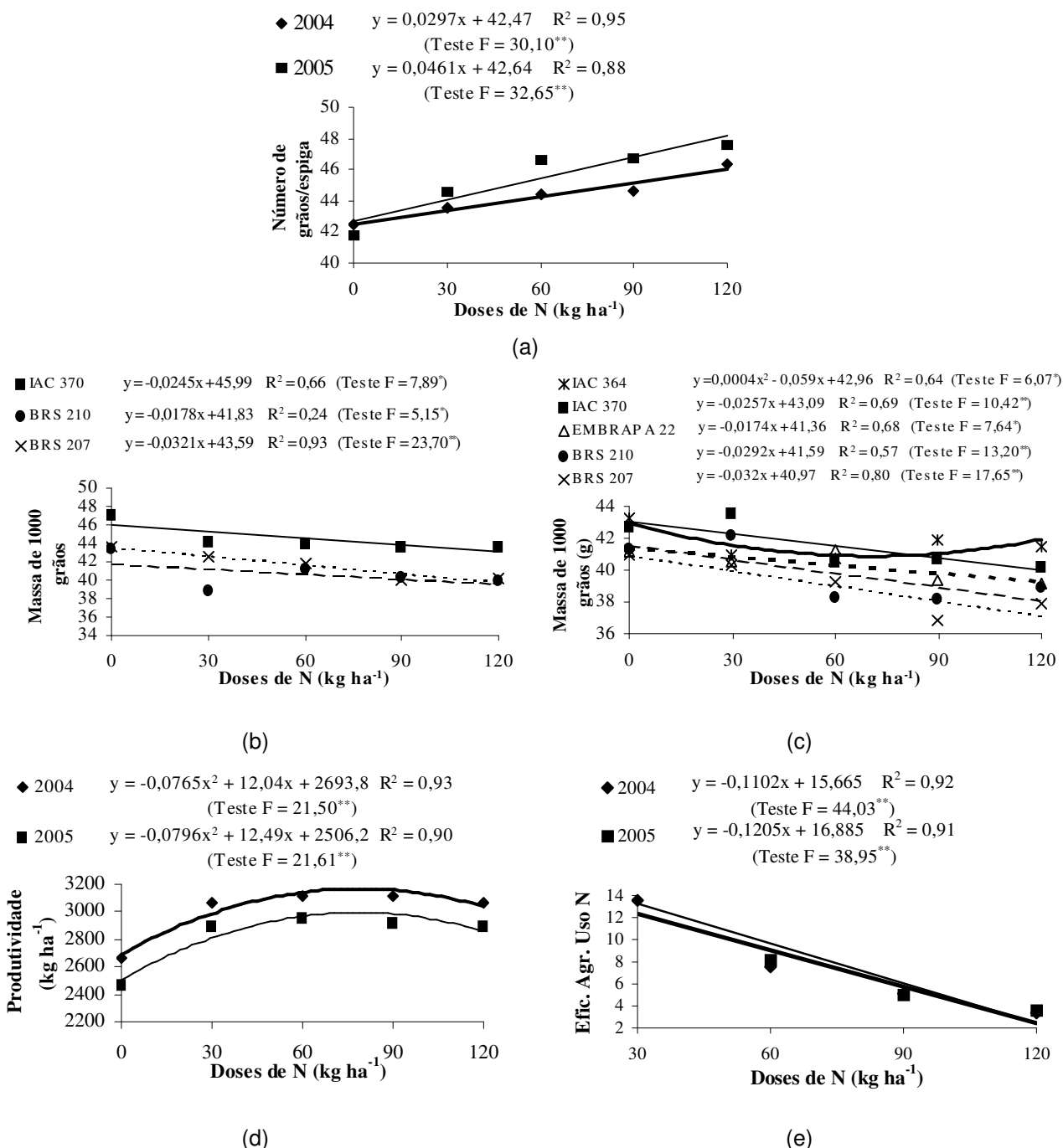
\*\* and \* = significant at 1% and 5% of probability levels by the F test, respectively; NS = no-significant.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

A máxima eficiência técnica (MET) e a máxima eficiência econômica (MEE), determinadas com base nas equações de regressão apresentadas na Figura 2d, possibilitam constatar que as doses de N que proporcionam a MEE, foram de 37,7 (rendimento de grãos de 3148 kg ha<sup>-1</sup>) e 39,0 kg ha<sup>-1</sup> (rendimento de grãos de 2.872 kg ha<sup>-1</sup>) para as safras de 2004 e 2005, respectivamente, ou seja, 52,1 e 50,2% inferiores àqueles calculados para a MET (78,7 e 78,3 kg ha<sup>-1</sup> de N), para uma relação de preços de 6:1 (preço do kg de N/preço do kg de trigo). Para relações de preços menores que as utilizadas neste trabalho, há, evidentemente, aumento nos níveis de N para alcançar a MEE. PÖTTKER

e ROMAN (1998), trabalhando com nitrogênio em trigo após diferentes sucessões de culturas, verificaram que o MEE foi aproximadamente 10% inferior ao calculado para MET, para uma relação de preços de 4:1.

Os rendimentos de grãos obtidos no decorrer de duas safras, em região tropical de baixa altitude, possibilitam verificar ser o trigo irrigado uma possível alternativa na rotação de culturas de inverno, onde a cultura do feijoeiro se constitui na alternativa econômica predominante, porém sofre elevada incidência de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e de fungos apodrecedores de raiz, sendo tal cereal imune a tais patógenos.



**Figura 2 -** Efeitos das doses de N (kg ha<sup>-1</sup>) no número de grãos por espiga (a), produtividade (d) e eficiência agrônômica de uso do N (e), nas duas safras, independentemente das cultivares utilizadas; massa de 1.000 grãos nas safras de 2004 (b) e 2005 (c). Selvíria (MS).

Figure 2 - Effects of N rate (kg ha<sup>-1</sup>) on grain number per head (a), yield (d), and agronomic efficiency in the use of N (e), both years, independently of cultivars; mass of 1000 grains in 2004 (b) and 2005 (c). Selvíria, MS, Brazil

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

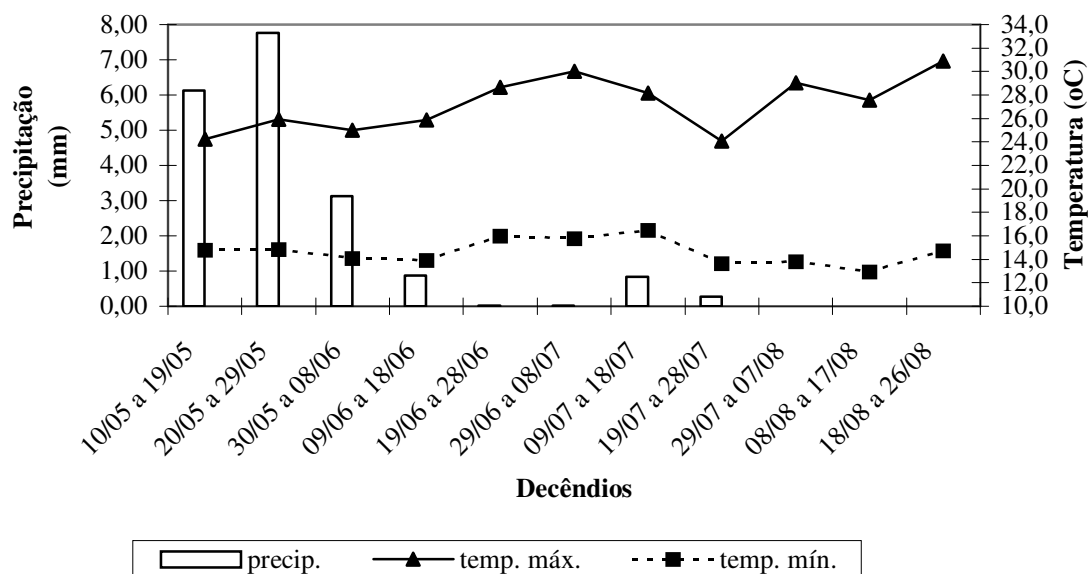
### Conclusões

As cultivares de trigo e de tritcale apresentam viabilidade para serem inseridas no sistema de rotação de culturas na região de cerrado com baixa altitude, no período de inverno, com irrigação.

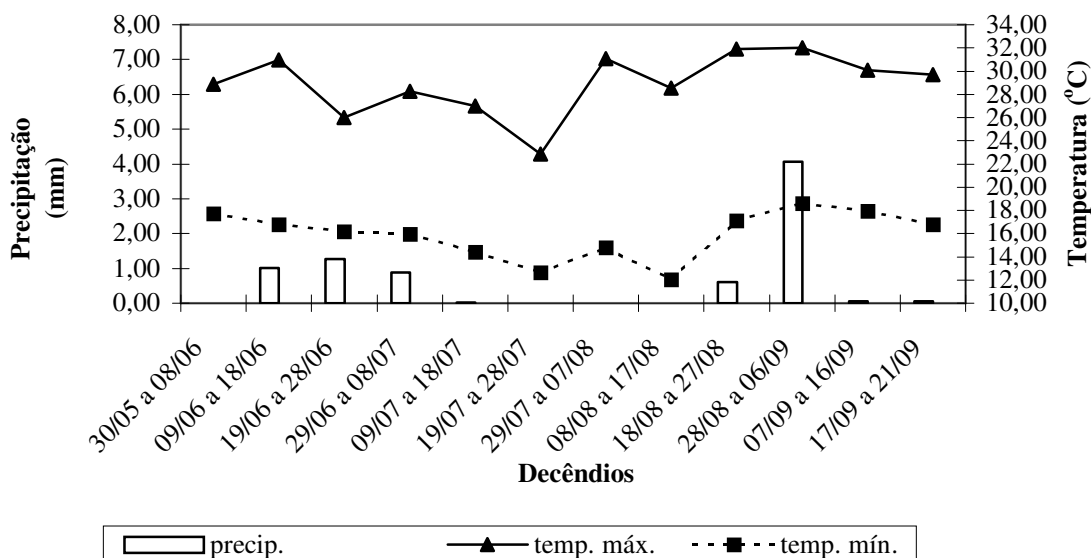
A adubação nitrogenada em cobertura incrementa o rendimento de grãos.

A dose ótima de N para a máxima eficiência econômica é de aproximadamente 38 kg ha<sup>-1</sup>, com rendimento de grãos de aproximadamente 3.148 e 2.872 kg ha<sup>-1</sup>, nas safras de 2004 e 2005, respectivamente.





(a)



(b)

**Figura 3** - Dados meteorológicos por decêndios em Selvíria (MS), safras de 2004 (a) e 2005 (b), no período dos experimentos.

*Figure 3 - Ten day period meteorological data referring to the cropping years of 2004 (a) and 2005 (b) in Selvíria, MS, Brazil*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

**Referências**

ARF, O.; SILVA, L. S.; BUZZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.323-334, 1999.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A.; SILVA, J. G.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, I. P. Plantio direto. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.;

ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.301-352.

BOARETTO, A. E. **Efeito de fontes e modos de distribuição de nitrogênio (N) na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1974 73f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, 1974.

- CAMARGO, C. E. O.; FELÍCIO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; ROCCHA JÚNIOR, L. S. **Adubação nitrogenada em cultura do trigo irrigada por aspersão no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1988. 62p. (Boletim Científico, 15).
- CAMARGO, C. E. O.; FELÍCIO, J. C. Trigo de sequeiro. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Instruções Agrícolas para o Estado de São Paulo**. 5.ed. Campinas: IAC, 1990. 202p. (Boletim IAC, 2000).
- CAMARGO, C. E. O.; FREITAS, J. G.; CANTARELLA, H. Recomendações de adubação e calagem para o trigo e triticale irrigados. 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, p.70-71 (Boletim Técnico, 100).
- COELHO, M. A. O.; SOUZA, M. A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A. C.; SEDIYAMA, C. S. Resposta da produtividade de grãos e outras características agrônômicas do trigo EMBRAPA-22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, n.3, p.555-561, 1998.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. Série histórica de produção e produtividade de trigo, safras 1990/1991 a 2004/2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/Trigo-SerieHist.xls>>. Acesso em: 19 jan. 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Sistema de Produção de trigo no Brasil Central, 2002. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/sit-prod/trigo-central02/index.htm>>. Acesso em: 8 set. 2003.
- FAGUNDES, M. H. **Sementes de trigo**: algumas considerações para o setor, 2003, 23p. Disponível em: <[www.conab.gov.br/download/cas/especiais/trigo-SEMENTE.pdf](http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/trigo-SEMENTE.pdf)>. Acesso em: 8 set. 2003.
- FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GUADÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistema de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, n.2, p.459-467, 2000.
- FREDERICK, J. R.; CAMBERATO, J. J. Water and nitrogen effects on winter in the Southeastern Coastal Plain: I. Grain yield and kernel traits. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.3, p.521-526, 1995.
- FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; PETTINELLI JUNIOR, A. 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.; CASTRO, J. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.2, p.229-234, 1995.
- FRIZONE, J. A.; MÉLLO JÚNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.6, p.425-434, 1996.
- GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHEL, R. L. Mineral nutrition. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University Press, 1985. p.98-132.
- GRUNDY, A. C.; BOATMAN, N. D.; FROUD-WILLIAMS, R. J. Effects of herbicide and nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of wheat and barley. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.126, n.4, p.379-385, 1996.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MILLER, T. D. Growth stages of wheat: Identification and understanding improve crop management. **Better Crops With Plant Food**, v.76, n.3, p.12-17, 1992.
- MILLNER, J. P.; MCEVAN, J.M.; VALENTINE, I. Effect of late nitrogen on the yield and quality of spring sown 'Rongotea' wheat. **Journal of Crop and Horticulture Science**, Palmerston North, v.22, n. 2, p.187-194, 1994.
- NEPTUNE, A. M. L.; PATELLA, J. F. **Efficiency of fertilizer nitrogen sources applied to wheat on influenced by times and rates of nitrogen applications**. Piracicaba: IAEA-CENA-ESALQ, 1970. 15p.

PALHARES, M. B. **Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio em cultura de trigo irrigado (*Triticum aestivum* L.)**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1989. 35f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1989.

PÖTTKER, 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.

PÖTTKER, D.; ROMAN, E. S. Efeito do nitrogênio em trigo cultivado após diferentes sucessões de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, Número especial, p.501-507, 1998.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, B1).

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

SILVA, D. B. Efeito de boro e nitrogênio no rendimento de trigo irrigado e no teor de nutrientes na planta, na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.11, p.1.557-1.562, 1992.

SILVA, D. B.; GOTO, W. S. Resposta do trigo de sequeiro ao nitrogênio, após soja precoce, na região do alto Paranaíba MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1.401-1.405, 1991.

SOARES SOBRINHO, J. **Efeito de doses de nitrogênio e de lâminas de água sobre as características agrônômicas e industriais em duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

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

Recebido em 27-01-2006  
Aceito para publicação em 15-02-2007.