

## MODALIDADES DE CULTIVO E MANEJO DO NITROGÊNIO EM TRIGO CULTIVADO EM SOLO DE CERRADO\*

Marcelo Valentini Arf<sup>1</sup>; Orivaldo Arf<sup>2</sup>; Salatiér Buzetti<sup>3</sup>; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>4</sup>; Douglas de Castilho Gitti<sup>5</sup>; Claudinei Kappes<sup>6</sup>; João Paulo Ferreira<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Doutorando do PPG em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Avenida Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: marceloarf@hotmail.com

<sup>2</sup>Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia da UNESP - Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: arf@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup>Prof. Dr. do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP - Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br

<sup>4</sup>Prof. Dr. do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP - Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: ricardo@agr.feis.unesp.br

<sup>5</sup>Mestrando do PPG em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Avenida Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: gittidouglas@hotmail.com

<sup>6</sup>Doutorando do PPG em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Avenida Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: code.agro@hotmail.com

<sup>7</sup>Mestrando do PPG em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Avenida Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira, SP, CEP 15385-000. e-mail: ferreirajpferreira@gmail.com

\* Apoio financeiro: FAPESP e CNPq

**RESUMO:** A movimentação de máquinas e equipamentos agrícolas pode ocasionar compactação superficial dos solos que ao limitar o desenvolvimento radicular, compromete o crescimento e a produtividade das plantas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar modalidades de cultivo e o manejo do nitrogênio (aplicação na semeadura e/ou em cobertura) em trigo cultivado em solo de Cerrado. O trabalho foi desenvolvido no município de Selvíria - MS, em área experimental da UNESP. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x7. Os tratamentos foram constituídos por três modalidades de cultivo (escarificador + grade niveladora; grade pesada + grade niveladora e sistema plantio direto) e manejo do nitrogênio (testemunha sem N, 100 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura, 80 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 20 kg ha<sup>-1</sup> cobertura, 60 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 40 kg ha<sup>-1</sup> cobertura, 40 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 60 kg ha<sup>-1</sup> cobertura, 20 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 80 kg ha<sup>-1</sup> cobertura e 100 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura), com quatro repetições. As plantas de trigo apresentaram menor altura no cultivo em sistema plantio direto em relação aos preparos do solo com escarificador ou grade pesada; o sistema plantio direto propiciou a obtenção de produtividades mais elevadas em relação ao uso de grade pesada; a aplicação de todo nitrogênio na semeadura, parcelada na semeadura e em cobertura ou em cobertura não interferiu na produtividade de grãos de trigo.

**Palavras-Chave:** *Triticum aestivum* L., escarificador, grade pesada, sistema plantio direto, adubação nitrogenada.

## TERMS OF CULTURE AND MANAGEMENT OF NITROGEN IN WHEAT GROWN IN SAVANNAH SOIL

**SUMMARY:** The movement of agricultural machinery and equipment can cause surface compaction of soils which restrict the root development, affects the growth and the wheat yield. Thus, this study aimed to evaluate methods of cultivation and management of nitrogen (applied at sowing and / or leaves) in wheat grown in Savannah soil. The study was conducted in Selvíria - MS in the UNESP experiment. The experimental design was randomized blocks with treatments arranged in a 3x7 factorial. The treatments consisted of three methods of cultivation (chisel

harrows, harrow disc harrows and tillage) and nitrogen management (control without N, 100 kg ha<sup>-1</sup> at sowing, 80 kg ha<sup>-1</sup>, at sowing plus 20 kg ha<sup>-1</sup> at sidedressing, 60 kg ha<sup>-1</sup> at sowing plus 40 kg ha<sup>-1</sup> at sidedressing, 40 kg ha<sup>-1</sup> at sowing 60 kg ha<sup>-1</sup> at sidedressing, 20 kg ha<sup>-1</sup> at sowing 80 kg ha<sup>-1</sup> at sidedressing and 100 kg ha<sup>-1</sup> at sidedressing) with four replications. The wheat plants showed lower height in no-tillage crop in relation to soil management with chisel plow or harrow disc; no tillage led to higher yields in relation to the use of harrow disc; the total nitrogen application at sowing, or at sowing and split at sidedressing or total at sidedressing did not affect the wheat grain yield.

**Keywords:** *Triticum aestivum* L., chisel plow, harrow disc, no tillage, nitrogen fertilization.

## INTRODUÇÃO

A cultura do trigo no Brasil vem alcançando maior importância frente aos Países produtores e exportadores, alicerçada nos ganhos de produtividade, na rentabilidade e na melhoria de sua qualidade industrial. A produção final da cultura é definida em função da cultivar utilizada, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas. A crescente utilização de cultivares de alto potencial produtivo tem implicado no uso mais frequente de insumos, entre os quais a adubação nitrogenada mostra-se importante na definição da produtividade (Zagonel, 2002).

De modo geral, o nitrogênio é o principal nutriente requerido pelas gramíneas, proporcionando aumento de produtividade. Solos com deficiência acarretam plantas de pequeno porte, desenvolvimento lento e com poucos perfilhos. A matéria orgânica é a principal fonte de N no solo, porém este não está disponível em quantidade suficiente para ser absorvida pelas plantas, sendo necessária a sua decomposição pela ação de microrganismos, para que o N dos componentes orgânicos seja liberado na forma amoniacal que é oxidada no solo para a forma nítrica. Portanto, devido a grande exigência por N na cultura do trigo, deve haver complementação dessa adubação nitrogenada (USP, 2007).

Dos condicionadores da fertilidade do solo, a matéria orgânica é de suma importância e o seu manejo adequado se faz necessário,

seja ela já completamente decomposta e transformada em húmus ou massa vegetal e outros materiais orgânicos em diversos estádios de decomposição. Esses componentes orgânicos, por suas propriedades químicas, físicas e biológicas interferem fortemente na fração mineral, tornando o solo mais adequado à produção agrícola. Além disso, nas regiões tropicais e subtropicais, os sistemas de produção que envolvem a pulverização da camada superficial pelo preparo do solo, promovem decomposição acelerada dos componentes orgânicos, tornando-os mais sujeitos às alterações e variações rápidas que afetam de forma negativa o desenvolvimento das plantas.

De acordo com Pedroso & Corsini (1983) no preparo convencional do solo as operações são realizadas continuamente numa mesma profundidade, podendo ocasionar em alguns tipos de solo uma camada compactada resultante da pressão do arado como também da grade sobre o solo, conhecidas como "pé de arado" ou "pé de grade". A compactação do solo é uma condição que tem efeito marcante sobre a aeração devido às modificações que provoca na estrutura do solo e na drenagem da água. O efeito imediato da compactação é a redução no volume de macroporos, afetando a difusão da água e dos gases e, dificultando o desenvolvimento das plantas. O uso de grade pesada, por anos sucessivos, além de ocasionar a excessiva desintegração física e

preparo superficial (12 a 15 cm), pode levar a formação de uma camada impermeável abaixo da superfície do solo, conhecido como "sola de grade" (Fornasieri Filho & Fornasieri, 1993).

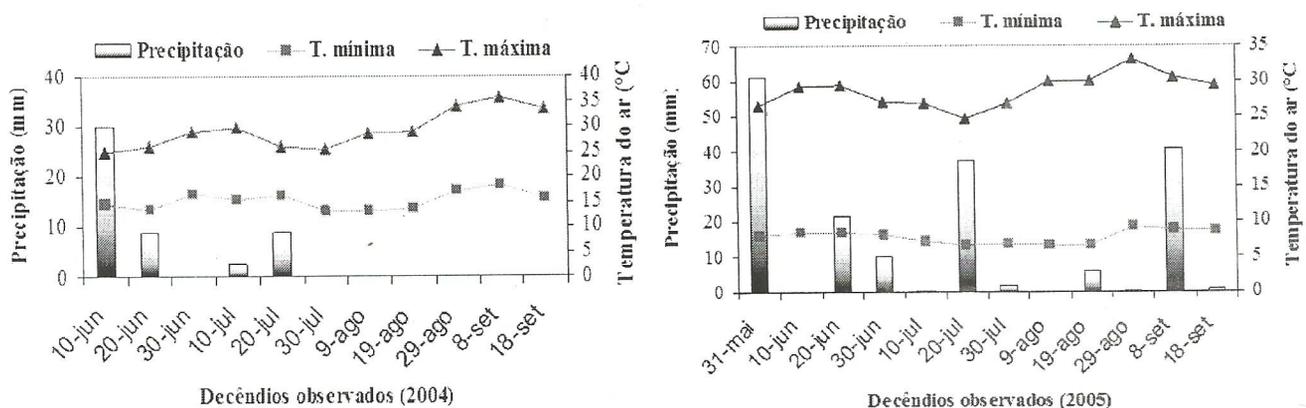
Sidiras et al. (1982), citados por Castro et al. (1987), estudando vários sistemas de preparo (convencional, escarificação e plantio direto), verificaram que o conteúdo de água no solo sob plantio direto foi consideravelmente maior nas tensões de 0,06; 0,33 e 1,00 bar em comparação com o solo preparado no sistema tradicional. Sob plantio direto, o conteúdo de água na capacidade de campo, considerando em nível de 0,33 bar, nas profundidades de 0,03 a 0,10; 0,11 a 0,20 e 0,21 a 0,30 m, superou o convencional em 31, 20 e 5%, respectivamente. O preparo reduzido com escarificador ocupou posição intermediária sem diferir estatisticamente dos demais. Procurando determinar o efeito de diferentes sistemas de preparo do solo nas perdas de solo e água, Castro et al. (1986) verificaram que o arado escarificador ofereceu um controle de 55 e 43% nas perdas de solo e água em relação ao arado de discos, num Podzólico Vermelho-Amarelo textura arenosa/média, enquanto que no Latossolo Roxo, o controle nas perdas de solo e água foi de 35 e 32%, respectivamente.

Com base no exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar modalidades de cultivo (escarificador + grade niveladora, grade pesada + grade niveladora e sistema plantio

direto) e o manejo do nitrogênio (aplicação na sementeira e/ou em cobertura) em trigo cultivado em solo de cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Selvíria (MS), em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista, que tem como coordenadas geográficas aproximadas de 51° 24' de longitude Oeste de Greenwich, 20° 20' de latitude Sul, com 340 m de altitude. O solo da área é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico álico, textura argilosa (Embrapa, 2006), o qual foi originalmente ocupado por vegetação de Cerrado e cultivado por culturas anuais há mais de 25 anos. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66% (Centurion, 1982). Os valores de precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima do ar (°C), registrados por decêndio, durante a condução do experimento constam na Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por decêndio, registradas durante a condução do experimento. Selvíria - MS, 2004 e 2005.

Os atributos químicos do solo da área experimental na camada de 0,0-0,20 m foram determinados antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Rajj & Quaggio (2001) e apresentaram os seguintes resultados: 22 mg dm<sup>-3</sup> de P (resina); 17 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 4,9 de pH (CaCl<sub>2</sub>); K, Ca, Mg, H+Al = 4,0; 23,0; 12,0 e 31,0 mmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e 56% de saturação por bases.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com os tratamentos constituídos pela combinação de três modalidades de cultivo (escarificador + grade niveladora; grade pesada + grade niveladora e sistema plantio direto) e manejo do nitrogênio (testemunha sem N, 100 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura, 80 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 20 kg ha<sup>-1</sup> cobertura, 60 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 40 kg ha<sup>-1</sup> cobertura, 40 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 60 kg ha<sup>-1</sup> cobertura, 20 kg ha<sup>-1</sup> semeadura + 80 kg ha<sup>-1</sup> cobertura e 100 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura), com quatro repetições. As dimensões das parcelas foram de 6 m de comprimento com onze linhas espaçadas 0,17 m entre si, tendo como área útil as nove linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades das linhas.

A semeadura foi realizada, mecanicamente, no dia 10/06/2004 e 31/05/2005, utilizando o cultivar IAC 370 e semeado com densidade de 400 sementes viáveis m<sup>-2</sup>. No momento da semeadura, as sementes foram tratadas com thiodicarb + óxido de Zn (150 + 125 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Os tratamentos com plantio direto foram instalados em local onde o sistema estava implantado no ano agrícola 1996/97 e anteriormente cultivado com a cultura do milho.

A adubação química nos sulcos de semeadura, em ambos os anos, foi realizada simultaneamente com a semeadura, posicionando o fertilizante 0,05 m ao lado e abaixo das sementes. Foram aplicados 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração a faixa de produtividade de grãos esperada (3,5 - 5,0 t ha<sup>-1</sup>), conforme as recomendações propostas

por Cantarella et al. (1997). Como fonte de fósforo, utilizou-se o superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e para o fornecimento de potássio utilizou-se o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O). O adubo nitrogenado referente ao tratamento com aplicação na semeadura foi aplicado à lanço na área das parcelas, utilizando com fonte de N a uréia.

Após a semeadura, a área foi irrigada por meio de sistema fixo de irrigação por aspersão com lâmina de água de aproximadamente 14 mm, objetivando minimizar as perdas de N por volatilização da amônia e promover a germinação e emergência uniforme das plântulas. A emergência da maioria das plântulas ocorreu aos seis e cinco dias após a semeadura no ano de 2004 e 2005, respectivamente.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada manualmente nas entrelinhas das parcelas, sem incorporação ao solo, aos 30 dias após a emergência das plantas, quando a cultura apresentava-se no estágio fenológico de perfilhamento. Após a aplicação do fertilizante, a área foi irrigada por aspersão, com lâmina de água de aproximadamente 14 mm para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia, que ocorre devido à hidrólise da uréia, conforme ressaltado por Costa et al. (2002). Esta operação é comum nos sistemas de produção de grãos irrigados, quando se aplica a uréia como fonte de fertilizante nitrogenado.

O manejo de plantas daninhas no primeiro ano de cultivo foi realizado manualmente, em virtude da baixa infestação de plantas daninhas. No segundo ano, o manejo foi realizado pelo uso dos herbicidas metsulfuron methyl (3,0 g ha<sup>-1</sup>) e diclofop methyl (480 g ha<sup>-1</sup>) aos 11 e 23 dias após a emergência das plantas, respectivamente. O florescimento da cultura ocorreu aos 56 e 63 dias após a emergência das plantas no ano de 2004 e 2005, respectivamente.

A colheita do trigo foi realizada manualmente aos 94 e 111 dias após a emergência das plantas, respectivamente, quando 90% das espigas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros. Essa

diferença entre ciclos da cultura ocorreu pelo fato de, no segundo ano de cultivo a semeadura ter sido realizada 10 dias mais cedo e com isso ocorreram temperaturas mais baixas na fase inicial de desenvolvimento das plantas, prolongando o ciclo no segundo ano. O material colhido foi submetido à secagem a pleno sol e posteriormente trilhado. Foi feita abanação manual para a limpeza do material.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) massa seca de plantas: por ocasião do florescimento pleno, foram coletadas as plantas ao acaso, em 0,30 m de linha, em dois pontos na área útil das parcelas; posteriormente, estas foram levadas para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 60-70 °C até atingir massa constante; b) teor de nitrogênio foliar: foram coletados no estágio de florescimento pleno da cultura, os limbos foliares de 30 folhas bandeiras (Cantarella et al., 1997) da área útil de cada parcela e posteriormente, foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas ao laboratório, onde foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70 °C até atingir a massa em equilíbrio. Após a secagem, as folhas coletadas foram moídas em moinho tipo Wiley e submetidas a digestão sulfúrica conforme metodologia de Sarruge & Haag (1974); c) altura de plantas: determinada na época de maturação pela distância do nível do solo ao ápice das espigas, excluindo as aristas e levando-se em consideração a média de diferentes pontos em cada parcela; d) número de grãos espiga<sup>-1</sup>: obtido pela contagem dos grãos contidos em quinze espigas na área útil de cada parcela, por ocasião da colheita; e) massa hectolétrica: correspondente à massa de grãos ocupada em um volume de 100 L, determinada em balança de 0,25 L, com teor de água dos grãos corrigidos para 130 g kg<sup>-1</sup> (base úmida - bu); f) massa de 1000 grãos: obtido através da coleta ao acaso e pesagem de uma sub-amostra de 1.000 grãos por parcela em balança de precisão (0,01 g), com teor de água dos grãos corrigidos para 130 g kg<sup>-1</sup> (b.u.); g) produtividade de grãos:

determinada pela coleta das plantas contidas nas três linhas centrais de cada parcela, sendo o comprimento da linha igual a 5 m. Após a trilha mecânica, os grãos foram quantificados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> e corrigidos para 130 g ka<sup>-1</sup> (b.u.).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com Pimentel Gomes & Garcia (2002). Para análise estatística foi utilizado o programa de análise estatística SISVAR - Sistema de Análise de Variância (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores modalidades de cultivo e modo de aplicação de nitrogênio no trigo para nenhuma das características mensuradas, demonstrando que estes se comportam de modo independente. Tanto as modalidades de cultivo quanto os modos de aplicação de fertilizante nitrogenado não influenciaram na massa seca de plantas de trigo no primeiro ano de cultivo (Tabela 1). Por outro lado, no segundo ano, o sistema plantio direto se sobressaiu em relação ao uso do escarificador, porém, não se diferenciou da utilização da grade pesada. Para a massa seca de plantas em 2005, o tratamento testemunha apresentou menor massa em relação aos tratamentos que envolveram a aplicação de N.

No que se refere à altura de plantas (Tabela 1), houveram diferenças entre as modalidades de cultivo utilizados em 2004, sendo que sob sistema plantio direto, as plantas apresentaram menor altura em relação aos demais sistemas utilizados. Em 2005, não houve efeito de preparos do solo sob a altura média de plantas. No tocante aos modos de aplicação de nitrogênio, observa-se que estes não interferiram na altura de plantas quando o trigo foi cultivado no ano de 2004, proporcionando valores médios em 2004 e 2005 de 0,75 e 0,82 m, respectivamente. Os valores obtidos foram superiores aos encontrados por Alvarez et al. (2006), que

estudando a resposta de cultivares de trigo (IAC 24, IAC 364, IAC 370 e IAC 373) irrigados por aspersão a doses de nitrogênio em cobertura (zero, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) na região de Cerrado, verificaram que a altura de plantas foi influenciada significativamente apenas pelos cultivares, sendo o IAC 370 e IAC 373 superiores aos demais, com médias de 0,65 e 0,64 m, respectivamente. No ano de 2005, o tratamento testemunha apresentou a menor altura de plantas. Apesar do fato, é interessante ressaltar que durante a condução do presente experimento não foi constatado acamamento de plantas em nenhum dos tratamentos testados.

Para o teor de nitrogênio foliar por ocasião do florescimento pleno (Tabela 1), não foram observadas diferenças entre as modalidades de cultivo utilizados nos dois anos de cultivo. Por outro lado, houve diferença entre a maioria dos modos de

aplicação de nitrogênio utilizados em relação ao tratamento testemunha. O único tratamento que não diferiu da testemunha foi a aplicação de todo o nitrogênio por ocasião da semeadura no primeiro ano de cultivo e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no segundo ano, talvez em função do grande espaço de tempo entre a aplicação de todo ou maior parte do N e o momento de avaliação dos teores de N nas folhas, ou seja, 62 dias em 2004 e 69 dias em 2005. De acordo com Cantarella et al. (1997), os teores adequados de N em folhas de trigo variam de 20 a 34 g kg<sup>-1</sup>, portanto, mesmo na ausência de aplicação de nitrogênio (tratamento testemunha), os valores encontrados ficaram acima da faixa indicada pelos referidos autores. Acredita-se que pela faixa da produtividade esperada, o nitrogênio do solo (mineralização da matéria orgânica), foi suficiente para atender as necessidades de N

**Tabela 1.** Valores médios de massa seca de plantas, altura de plantas e teor de nitrogênio foliar na cultura do trigo em função de modalidades de cultivo e modos de aplicação de nitrogênio. Selvíria - MS, 2004 e 2005.

Tratamentos	Massa seca de plantas (g m <sup>-1</sup> )		Altura de plantas (m)		Teor de N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<i>Modalidades de cultivo</i>						
Escarificador	117,5	83,6 b	0,77 a	0,83	42,62	47,87
Grade pesada	112,7	85,1 ab	0,76 a	0,83	42,70	47,79
Sistema plantio direto	113,9	93,5 a	0,74 b	0,82	42,23	47,51
<i>Modo de aplicação de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>)</i>						
0 - Testemunha	113,7	56,8 b	0,76	0,75 b	39,76 b	43,61 b
100 – Semeadura (S)	106,5	96,9 a	0,76	0,82 a	41,35 ab	48,43 a
80 S + 20 C	120,2	90,9 a	0,74	0,83 a	43,11 a	45,65 ab
60 S + 40 C	117,2	93,8 a	0,76	0,84 a	42,86 a	49,20 a
40 S + 60 C	111,5	91,6 a	0,77	0,84 a	43,15 a	49,19 a
20 S + 80 C	112,1	93,0 a	0,75	0,84 a	44,30 a	48,99 a
100 – Cobertura (C)	121,8	88,8 a	0,75	0,85 a	43,07 a	49,01 a
Preparo (P)	0,44 ns	3,84 *	6,35 **	0,94 ns	0,29 ns	0,09 ns
F Nitrogênio(N)	0,85 ns	10,87 **	1,46 ns	15,00 **	4,54 **	5,53 **
P x N	0,61 ns	0,66 ns	0,14 ns	0,49 ns	1,56 ns	0,97 ns
DMS						
Preparo	-	9,36	0,016	-	-	-
Nitrogênio	-	18,25	-	0,035	3,06	4,12
Média geral	114,7	87,4	0,76	0,82	42,51	47,72
CV (%)	15,25	14,27	3,31	3,48	4,92	5,9

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F; \* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; DMS - Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; CV - coeficiente de variação.

Quanto ao número de grãos espiga<sup>-1</sup> (Tabela 2), verifica-se que houveram diferenças entre as modalidades de cultivo utilizadas no primeiro ano, sendo que os maiores valores foram verificados no sistema plantio direto quando comparados com o preparo do solo realizado com escarificador. Isso pode ser evidenciado pelo fato do plantio direto trazer uma série de benefícios como menor perda de água por evaporação direta do solo, mantendo maior nível de umidade e ainda

propiciando menor variação na temperatura do solo, o que pode ter beneficiado o cultivo do trigo nessa modalidade. Já os valores encontrados no preparo com grade pesada não diferiram dos outros dois sistemas. Os modos de aplicação de nitrogênio não afetaram o número de grãos espiga<sup>-1</sup> em ambos os anos avaliados, evidenciando que esta característica tem grande influência genética, passando a ser pouco influenciada por práticas de manejo da cultura.

**Tabela 2.** Valores médios de número de grãos espiga<sup>-1</sup> e massa de 1.000 grãos na cultura do trigo em função de modalidades de cultivo e modos de aplicação de nitrogênio. Selvíria - MS, 2004 e 2005.

Tratamentos	Grãos espiga <sup>-1</sup> (n°)		Massa de 1000 grãos (g)	
	2004	2005	2004	2005
<i>Modalidades de cultivo</i>				
Escarificador	37,79 b	33,50	32,3	23,1 b
Grade pesada	38,79 ab	33,93	33,6	24,0 b
Sistema plantio direto	42,06 a	35,64	34,5	27,1 a
<i>Modo de aplicação de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>)</i>				
0 - Testemunha	39,74	31,50	34,1	28,5
100 - Semeadura (S)	38,92	35,58	34,3	23,8
80 S + 20 C	41,00	33,83	34,1	24,2
60 S + 40 C	39,96	35,41	30,7	23,9
40 S + 60 C	40,35	36,33	31,9	24,7
20 S + 80 C	36,62	33,83	34,8	24,2
100 - Cobertura (C)	40,27	34,00	34,5	23,8
Preparo (P)	3,40 *	1,61 ns	1,48 ns	8,21 **
F Nitrogênio (N)	0,61 ns	1,37 ns	1,32 ns	2,28 ns
P x N	0,64 ns	0,44 ns	0,86 ns	1,02 ns
DMS	Preparo	4,11	-	2,48
	Nitrogênio	-	-	4,81
Média geral		39,55	34,35	33,5
CV (%)		16,18	13,76	14,08

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F; \* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; DMS - Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; CV - coeficiente de variação.

Tais resultados diferem dos obtidos por Silva et al. (2008), onde estudando fontes de N (uréia e Entec®) e épocas de aplicação (testemunha sem N, N na semeadura (S), N aos 15 DAE, N aos 30 DAE, 1/3 na S + 2/3 aos 15 DAE e 1/3 na S + 2/3 aos 30 DAE) em dois anos agrícolas (2006 e 2007), não obtiveram

diferença entre as fontes avaliadas para o número de grãos espiga<sup>-1</sup>. No entanto, os referidos autores constataram que as épocas de aplicação apresentaram comportamento diferente no ano de 2007 e o maior valor (44,5) foi encontrado com aplicação de 100% do N na semeadura, não diferindo estatisticamente da

aplicação do N aos 15 DAE, 1/3 na S + 2/3 aos 15 DAE e 1/3 na S + 2/3 aos 30 DAE.

A massa de 1.000 grãos (Tabela 2) não foi influenciada pelas modalidades de cultivo utilizados e pelos modos de aplicação de nitrogênio no primeiro ano. Contudo, no segundo ano, o trigo cultivado sob sistema plantio direto apresentou maiores valores de massa média de grãos. Os valores obtidos variaram de 30,7 a 34,8 g em 2004 e de 23,1 a 28,5 g em 2005. Acredita-se que esses valores estão um pouco abaixo dos valores normalmente encontrados para o cultivar utilizado neste estudo, principalmente no segundo ano de cultivo. Isto pode ter ocorrido pelo fato de na fase de enchimento de grãos (agosto), as temperaturas terem sido maiores. Megda et al. (2009) avaliando fontes de nitrogênio (Entec®, sulfato de amônio e uréia) e épocas de aplicação (100 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura ou 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura) em quatro cultivares de trigo (E21, E22, E42 e IAC 370), sob preparo convencional do solo, na região de Selvíria - MS, concluíram que a massa de

1.000 grãos foi influenciada apenas pela época de aplicação, sendo que o N aplicado em cobertura propiciou maior massa (40,3 g) em relação ao todo nitrogênio aplicado por ocasião da semeadura (39,5 g).

A massa hectolétrica (Tabela 3) não foi influenciada pelas modalidades de cultivo utilizadas e pelos modos de aplicação de nitrogênio, a exemplo do comportamento obtido com a massa de 1.000 grãos para o ano de 2004. Os valores obtidos variaram de 69,7 a 78,8. Na maioria dos tratamentos, os valores constatados estiveram abaixo do valor 78,0 tido como valor mínimo para ser classificado como tipo 1, de acordo com as Recomendações Técnicas da Comissão Técnica de trigo para 2002 (Boletim Técnico IAC 167). Em 2005, sob sistema plantio direto, o trigo apresentou maiores valores de massa hectolétrica em relação ao uso de grade ou escarificador. Acredita-se que a palhada na superfície do solo proporcionou mais umidade, com menor variação de temperatura, propiciando condições mais adequadas para o enchimento de grãos.

**Tabela 3.** Valores médios de massa hectolétrica e produtividade de grãos da cultura do trigo em função de modalidades de cultivo e modos de aplicação de nitrogênio. Selvíria - MS, 2004 e 2005.

Tratamentos	Massa hectolétrica (kg hl <sup>-1</sup> )		Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2004	2005	2004	2005
			<i>Modalidades de cultivo</i>	
Escarificador	76,3	70,0 b	2.126 a	876 b
Grade pesada	75,1	69,7 b	1.839 b	965 b
Sistema plantio direto	74,0	73,8 a	2.101 a	1.167 a
			<i>Modo de aplicação de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>)</i>	
0 - Testemunha	78,8	75,4 a	2.051	985
100 - Semeadura	75,5	71,8 ab	2.119	940
80S + 20 C	73,9	67,4 b	2.080	897
60S + 40 C	75,7	70,0 ab	1.903	1.018
40S + 60 C	75,4	71,3 ab	2.076	1.021
20S + 80 C	76,9	72,0 ab	1.930	1.052
100 - Cobertura (C)	69,7	71,2 ab	1.996	1.104
Preparo (P)	0,52 ns	5,98 **	7,87 **	10,29 **
F Nitrogênio (N)	1,37 ns	2,73 *	0,89 ns	0,95 ns
P x N	0,78 ns	0,64 ns	0,54 ns	0,62 ns
DMS				
Preparo	-	3,20	192,37	157,84
Nitrogênio	-	6,20	-	-
Média geral	75,1	71,3	2.022	1.002
CV (%)	11,13	7,00	14,80	24,50

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns - não significativo pelo teste F; \* e \*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; DMS - Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; CV - coeficiente de variação.

Quanto aos modos de aplicação, o tratamento testemunha apresentou maior valor em relação ao tratamento 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, sendo que nos demais, não houve diferença significativa. Nesse tratamento foi observado menor massa de plantas e menor número de espigas por área o que deve ter propiciado menor competição intra-específica e, conseqüentemente, favorecido o enchimento de grãos. Megda et al. (2009) verificaram que o cultivar IAC 370 se sobressaiu apresentando maiores valores de massa hectolétrica (83,24 kg hL<sup>-1</sup>), independente da fonte e época de aplicação do nitrogênio. Cazetta et al. (2008) avaliando a influência de doses de N (zero, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) em cobertura sobre as características industriais de cultivares de trigo (IAC 364, IAC 370, Embrapa 22, BRS 210 e BRS 207) e triticale (IAC 3), em sistema plantio direto, nos anos agrícolas de 2004 e 2005, verificaram melhor comportamento para o cultivar IAC 370 com valores de 84 kg hL<sup>-1</sup> e 79 kg hL<sup>-1</sup>, nos dois anos de cultivo, respectivamente. Já Alvarez et al. (2006) encontraram para o cultivar em questão, valores de 82,68 kg hL<sup>-1</sup>, inferior somente ao cultivar IAC 373 que apresentou 88,72 kg hL<sup>-1</sup>.

No que se refere à produtividade de grãos (Tabela 3), verifica-se que houve diferença entre as modalidades de cultivo utilizados no primeiro ano e as maiores produtividades foram evidenciadas quando o solo foi preparado com escarificador (2.126 kg ha<sup>-1</sup>) e sob sistema plantio direto (2.101 kg ha<sup>-1</sup>), discordando com os dados obtidos por Yokoyama et al. (2002). Os referidos autores avaliaram a rentabilidade das culturas de milho, soja e trigo em diferentes sistemas de cultivo (aração com arado de aiveca, aração com grade pesada e sistema plantio direto) e obtiveram menor produtividade do trigo sob cultivo em sistema plantio direto. Ao término da pesquisa, concluíram que na cultura do trigo, os sistemas de preparo que mobilizam o solo propiciam maiores produtividades, sendo que o sistema de preparo com grade pesada apresentou maior receita líquida e maior

relação benefício/custo operacional.

No ano de 2005, o trigo cultivado em sistema plantio direto se sobressaiu em relação aos demais sistemas de preparo, demonstrando ser vantajosa a adoção deste sistema conservacionista de solo. Quanto aos modos de aplicação de nitrogênio, não houve diferença entre estes nos dois anos de cultivo. Vale ressaltar que no momento do florescimento pleno, os teores de N foliar foram superiores a faixa tida como adequada em nitrogênio para a cultura do trigo (Cantarella et al., 1997). Acredita-se que para os níveis de produtividade obtidos, ao redor de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> em 2004 e pouco superior a 1.000 kg ha<sup>-1</sup> em 2005, a mineralização da matéria orgânica do solo tenha sido suficiente para suprir as necessidades de nitrogênio das plantas, e isso provavelmente também aconteceu no tratamento que não recebeu aplicação de N. Megda et al. (2009) obtiveram para o cultivar em questão, produtividade de grãos de 2.900 kg ha<sup>-1</sup>, sendo, no entanto, inferior aos demais cultivares utilizados. Teixeira Filho et al. (2009) verificaram produtividade de grãos de 3.380 kg ha<sup>-1</sup> para o cultivar IAC 370, também inferior aos demais. Já Alvarez et al. (2006), obtiveram para o cultivar em apreço produtividade de grãos de 3.951 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo dos demais cultivares.

De maneira geral, observou-se que os dados obtidos para altura de plantas, número de dias para o florescimento pleno da cultura, massa de 1.000 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos foram abaixo das características do cultivar utilizado neste estudo (O Agrônomo, 1999). Acredita-se que a razão principal desse comportamento possa ter sido proporcionada pela época tardia de implantação do experimento, fazendo com que a época de florescimento coincidissem com temperaturas em elevação, portanto, desfavorecendo o desenvolvimento da cultura nessa fase e conseqüentemente, o "pegamento" das espiguetas e enchimento de grãos. Vale ressaltar que o experimento já tinha sido semeado em maio de 2004 e em função de ter ocorrido falhas na semeadura em decorrência da presença de restos culturais

nos tratamentos com preparo com grade pesada e escarificador se decidiu implantar novamente em outra área. Além disso, as chuvas ocorridas no período de preparo do solo propiciaram atraso na realização das operações. No ano de 2005, a semeadura foi realizada um pouco antes, porém acredita-se que o comportamento foi semelhante ao obtido no ano anterior.

## CONCLUSÕES

- As plantas de trigo apresentaram menor altura quando cultivadas em sistema plantio direto em relação aos preparos do solo com escarificador ou grade pesada;

- O sistema plantio direto propiciou a obtenção de maiores produtividades em relação ao uso de grade pesada;

- A aplicação de todo o nitrogênio na semeadura, parcelada na semeadura e em cobertura ou em cobertura não interferiu na produtividade de grãos de trigo.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP e ao CNPq pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R.C.F.; TEIXEIRA FILHO, M.C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, FERTBIO 2006, Bonito. Anais... Bonito: EMBRAPA/CPAO-SBCS/SBM, 2006. CD-ROM.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São

Paulo, 2.ed. Campinas, Instituto agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.

CASTRO, O.M.; LOMBARDI NETO, F.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Sistemas convencionais e reduzidos de preparo do solo e as perdas por erosão. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.10, p.167-71, 1986.

CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. Sistema de preparo do solo e disponibilidade de água. In: VIÉGAS, G.P. (Ed.). Simpósio sobre o manejo de água na agricultura: Fundação Cargill, 1987. p.27-51.

CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticale submetidos à adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. Bragantia, v.67, n.3, p. 563-568, 2008.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. Científica, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

COSTA, A.M.; ESTEVES, J.A.F.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade do arroz de sequeiro em função da adubação nitrogenada em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1., REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., Florianópolis, 2002. Anais... Florianópolis: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.591-593.

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

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

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. Manual da cultura do arroz. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221p.

INSTITUTO AGRONÔMICO. Recomendações da Comissão Técnica de Trigo para 2002. 3.ed atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 92 p. (Boletim Técnico IAC, 167).

MEGDA, M.M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M.M.C.; VIEIRA, M.X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 1055-1060, 2009.

O AGRONÔMICO. Boletim Técnico Informativo do Instituto Agronômico. v 51, n 1, p 1, 1999.

PEDROSO, P.A.C.; CORSINI, P.C. Manejo físico do solo. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1983. p. 225-38.

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. 309 p.

RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A. Determinação de fósforo, cálcio, magnésio e potássio extraídos com resina trocadora de íons. In: RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. p.189-199.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.

SILVA, S.A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SILVA, M.G. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,

v. 32, p. 2717-2722, 2008.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M.E.; ARF, O.; MEGDA, M.M. Response of irrigated wheat cultivars to different nitrogen rates and sources. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 1303-1310, 2009.

USP. Universidade de São Paulo. Disponível em [www.fzea.usp.br/adubacao](http://www.fzea.usp.br/adubacao) acesso dia 12 de Jun- ho. 2007.

YOKOYAMA, L.P.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Rentabilidade das culturas de milho, soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.32, n.2, p. 75-79, 2002.

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