

**SISTEMAS DE CULTIVO E ESPAÇAMENTOS
EM CULTIVARES DE TRIGO IRRIGADO**

FABRÍCIO DE SOUZA GUIMARÃES

2009

FABRÍCIO DE SOUZA GUIMARÃES

**SISTEMAS DE CULTIVO E ESPAÇAMENTOS EM CULTIVARES DE
TRIGO IRRIGADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Guimarães, Fabrício de Souza.

Sistemas de cultivo e espaçamentos em cultivares de trigo irrigado / Fabrício de Souza Guimarães. – Lavras : UFLA, 2009.
45 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.
Orientador: Gabriel José de Carvalho.
Bibliografia.

1. Cultivar. 2. Plantio direto. 3. Sistema convencional. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.1187

FABRICIO DE SOUZA GUIMARÃES

**SISTEMAS DE CULTIVO E ESPAÇAMENTOS EM CULTIVARES DE
TRIGO IRRIGADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 20 de outubro de 2009

Prof. Wágner Pereira Reis	UFLA
Prof. Élberis Pereira Botrel	UFLA
Prof. Luiz Antônio Augusto Gomes	UFLA
Prof. Moizés de Souza Reis	EPAMIG

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

"A próxima fronteira não está somente à sua frente, ela está dentro de você." (Robert K. Cooper)

Dedicatória

A Deus, por tudo que tem colocado em minha vida.

Aos meus pais, pelo apoio, carinho e incentivo.

A Giovana, pelo carinho, incentivo e amor.

Aos meus irmãos, pela amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre em primeiro lugar.

Ao professor Gabriel José de Carvalho, pela confiança, orientação, apoio e incentivo.

Aos professores Élberis e Vagner, do Departamento de Agricultura, pela amizade e apoio desde o mestrado.

À Universidade Federal de Lavras, por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pela realização de mais uma etapa.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Departamento de Agricultura, pela amizade conquistada em todos esses anos.

Ao professor Moacir Pasqual, pela amizade, incentivo e desprendimento.

Ao professor Pedro Milanez, pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura, Sirlei, Manguinha, Alessandro, Agnaldo e Júlio, pela colaboração nos trabalhos em campo.

Aos alunos de graduação Renan e Matheus, pela colaboração nos trabalhos.

A todos os meus amigos, primos e colegas que me incentivaram.

MUITO OBRIGADO!

BIOGRAFIA

Fabício de Souza Guimarães, filho de José Mário Patto Guimarães e Marilúcia de Souza Guimarães, é natural de Lavras, Minas Gerais e nasceu em 7 de outubro de 1975.

Ingressou na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no segundo semestre de 1996, onde, em julho de 2003, colou grau e obteve o título de Engenheiro Agrônomo.

No segundo semestre de 2003, iniciou o curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas por esta mesma Universidade, concluindo seus estudos com a defesa da monografia intitulada “Compostagem, uma importante técnica para o meio ambiente”, obtendo o título de “Especialista” em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas.

No primeiro semestre de 2004, iniciou o Mestrado em Fitotecnia, na UFLA, concentrando seus estudos na área de Grandes Culturas, concluindo em julho de 2006, com a dissertação intitulada “Cultivares de soja para cultivo de verão na região de Lavras – MG”.

Ingressou em agosto de 2006 no doutorado em Fitotecnia pela mesma Universidade, concentrando seus estudos na área de Grandes Culturas, concluindo com a defesa desta tese os requisitos para a obtenção do grau de “Doutor” em Fitotecnia.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE QUADROS	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Aspectos gerais da cultura do trigo.....	4
2.2 Sistemas de plantio	6
2.3 Espaçamento e densidade de plantio na cultura do trigo	12
2.4 Cultivares de trigo.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da área experimental	19
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	20
3.2.1 Cultivares e suas características.....	21
3.3 Instalação do experimento e preparo do solo.....	21
3.3.1 Cálculo da quantidade de sementes	22
3.4 Características avaliadas	22
3.4.1 Estande inicial (EI)	22
3.4.2 Estande final (EF)	22
3.4.3 Altura de plantas (AP)	23
3.4.4 Número de grãos por espiga (GE)	23
3.4.5 Peso de mil grãos (PG)	23
3.4.6 Peso do hectolitro (PH).....	23
3.4.7 Rendimento de grãos (RG)	24
3.5 Análise estatística	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Estande inicial e estande final.....	27
4.2 Altura de plantas (AP)	28
4.3 Número de grãos por espiga (GE)	29
4.4 Peso de mil grãos (PG)	30
4.5 Peso do hectolitro (PH).....	31
4.6 Rendimento de grãos (RG)	32
5 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Resumo da ANAVA para as variáveis: estande inicial (EI), estande final (EF), altura de plantas (AP), acamamento de plantas (AC), número de grãos por espiga (GE), peso de mil grãos (PG), peso do hectolitro (PH), rendimento de grãos (RG), índice de perfilhamento (IP).....	26
TABELA 2	Valores médios do estande inicial(EI) e estande final(EF) para interação dos espaçamentos × sistemas de cultivo.....	27
TABELA 3	Valores médios do estande final (EF) em função de cultivares, sistemas de plantio e espaçamentos estudados no experimento.....	28
TABELA 4	Valores médios de altura de plantas (AP) em função das cultivares estudadas.....	29
TABELA 5	Valores médios do número de grãos por espiga (GE) em função dos sistemas de plantio de cultivares estudadas.....	30
TABELA 6	Valores médios de peso de mil grãos (PG) em função dos sistemas de plantio estudados.....	31
TABELA 7	Valores médios de peso do hectolitro (PH) em função das cultivares estudadas.....	32
TABELA 8	Valores médios de rendimento de grãos (RG) em função dos espaçamentos estudados.....	33

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Características químicas da amostra do solo.....	20
----------	--------------------------------------------------	----

RESUMO

GUIMARÃES, Fabrício de Souza. **Sistemas de cultivo e espaçamentos em cultivares de trigo irrigado**. 2009. 45 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras¹.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os sistemas de cultivo, em dois espaçamentos de semeadura, para as cultivares de trigo recomendadas no estado de Minas Gerais em Lavras-MG. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo 16 tratamentos e 4 repetições, conduzido em duas faixas. Em uma das faixas foi instalado o sistema de plantio direto e, na outra, o sistema de plantio convencional. Nas parcelas foram distribuídos os espaçamentos de 17 cm e 34 cm entre linhas e, nas subparcelas, as cultivares Embrapa 22, Embrapa 41, BR 26 São Gotardo e IAC 24-Tucuruí. Estudaram-se as características agrônômicas, como estande inicial e final, altura de plantas, número de grãos por espiga, peso de mil grãos, peso do hectolitro e rendimento de grãos. Os sistemas de cultivo, seja o convencional ou o plantio direto, não interferiram no rendimento de grãos das cultivares. O espaçamento de 17 cm proporcionou o maior rendimento de grãos de trigo, tanto no sistema convencional como no sistema de plantio direto. O cultivo de trigo pode ser realizado em sistemas de cultivo convencional ou plantio direto, não apresentando variação no rendimento de grãos nesses casos.

Palavras-chave: cultivares, plantio direto, sistema convencional

Comitê Orientador: Gabriel José de Carvalho- UFLA (Orientador), Wagner Pereira Reis – UFLA .

ABSTRACT

GUIMARÃES, Fabrício de Souza. **Culture Systems and spacing in wheat cultivars irrigated**. 2009. 45p. Tese (Doctorate in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras².

The purpose of this work was to study the culture systems in two sowing spacing for the recommended wheat's cultivars in the state of Minas Gerais in Lavras-MG. The experiment used two randomized complete blocks desing with subplots, 16 treatments, 4 replications carried out in two rows, in one of those was used no tillage and in the other one was used a conventional planting system. In the plots were used distribution of the spacings 17 cm and 34 cm between the rows and in the subplots “Embrapa 22”, Embrapa 41”, “Br 26 São Gotardo” and “IAC 24 Tucuruí ” cultivars. The agronomical characteristics such as onset and ending standard, plants heigt, number of grains per spike, the weight of 1000 grains, the hectoliter weight and grains yield were studied. The culture system no tillage and conventional one did not interfir in the cultivars grain yield. The 17 cm spacing gave a higher wheat grain yield in both conventional and no tillage systems used. The wheat's culture can be carried in conventional planting system or no tillage planting, not presenting variation in the grains yield in these cases.

Key words: cultivars, no tillage, conventional system

¹ Guidance Committee: Gabriel José de Carvalho- UFLA (Major professor), Wagner Pereira Reis – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma das espécies de estação fria de maior importância agronômica, ocupando o primeiro lugar em volume de produção mundial. No Brasil, a produção está estimada em 5.576,2 mil toneladas, 7,3% inferior à da safra 2008/09, considerada excepcional em função das boas condições de clima. O balanço entre oferta e demanda publicado pela CONAB no mês de maio de 2009 indica a previsão de importação de trigo, no ano safra 2009/10, de 5.700 mil toneladas que, somadas à produção de 5.576,2 mil toneladas e ao estoque inicial de 1.815,4 mil toneladas, gera um suprimento de 13.091,6 mil toneladas. A estimativa de consumo interno é de 10.865 mil toneladas e a exportação, de 400 mil toneladas, resultando num estoque final de 1.826,6 mil toneladas.

Cerca de 90% da produção vem da região sul, principalmente do Paraná, com maior área plantada e o Rio Grande do Sul, estados que respondem por mais da metade de toda a área plantada no Brasil.

Minas Gerais é o quinto produtor nacional de trigo e o município onde ocorre o maior cultivo é Rio Paranaíba, na região do Alto Paranaíba, com cerca de 19 mil toneladas. O polo mineiro do cereal é completado por outros municípios daquela região e do noroeste do estado. Atualmente, o cultivo tem sido implementado na região do sul, próximo ao município de Madre de Deus, na região de São João Del Rei. A produção de trigo em Minas Gerais bateu recorde em 2008, alcançando cerca de 100 mil toneladas, existindo ainda indicadores de que a safra 2009 pode ser até 40% maior.

No intuito de reduzir a importação de trigo, propôs-se aumentar sua produção, principalmente cultivando em regiões agrícolas não tradicionais. Dessa forma, o trigo foi introduzido em áreas originalmente ocupadas com vegetação de cerrado, ocorrendo, no início, problemas de adaptação das cultivares. Com isso, surgiu a necessidade de informações quanto ao manejo

adequado do solo e da água para essas regiões, visando o aumento da produtividade da cultura (Souza, 2003).

Neste contexto, as lavouras tradicionais de trigo, com uso intensivo de insumos, trouxeram benefícios na obtenção de maiores produtividade, mas, por outro lado, a falta de cuidados com a manutenção e a proteção do solo fez com que essas plantações entrassem num processo de degradação, tornando preocupante a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras.

Por esta razão, têm-se buscado alternativas para a manutenção da sustentabilidade e, dentre elas, pode-se destacar o sistema plantio direto (SPD).

No sul do Brasil, região pioneira na adoção do SPD, as experiências dos agricultores, somadas aos resultados de vários anos de pesquisa, possibilitaram o conhecimento necessário para o aproveitamento máximo deste sistema, tanto no aspecto da conservação do solo quanto da eficiência produtiva, explorando ao máximo as vantagens advindas dessa forma de cultivo. O SPD passou por um crescimento exponencial, ultrapassando as fronteiras da região Sul e expandindo-se para o cerrado brasileiro, onde as diferenças em termos de clima impõem algumas dificuldades ao manejo.

O SPD, inicialmente, tinha como objetivo apenas o controle da erosão. Atualmente, após vários anos de adoção e pesquisa, sabe-se que é um sistema de cultivo complexo que, além do aspecto conservacionista, possibilita ao agricultor maior sustentabilidade na atividade agrícola, por meio da redução de custos e do incremento na produtividade das culturas.

Outros aspectos importantes para a cultura do trigo são o espaçamento e a densidade de semeadura a serem utilizados para cada condição especificamente. Vários fatores influenciam a sua determinação, como, por exemplo, para o trigo irrigado, a densidade indicada é de 270 a 350 sementes aptas por m². Na indicação adequada da quantidade de sementes por hectare, são considerados critérios intrínsecos à semente, como massa de mil grãos, vigor e/ou poder germinativo e extrínsecos, como

sistema de cultivo, número de sementes aptas por metro quadrado (estande de plantas/m²) a ser atingido, espaçamento, fertilidade do solo, necessidade hídrica e elementos climáticos predominantes no local ou região de cultivo.

A busca por elevadas produtividades e melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo faz com que sejam realizados estudos que busquem o melhor sistema de manejo, cultivares mais adaptadas e o espaçamento mais eficiente para se obter o melhor estande de plantas na área.

Para que ocorra o estabelecimento definitivo da triticultura, há necessidade, ainda, de muita pesquisa visando ao aumento da produtividade, à redução dos custos de produção e à melhoria da qualidade industrial dos grãos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os sistemas de cultivo convencional e plantio direto, em dois espaçamentos de semeadura, para cultivares de trigo irrigado recomendadas no estado de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do trigo

Desde os primórdios da agricultura, na Ásia, numa região montanhosa, árida, com elevada amplitude térmica e pouca precipitação, acredita-se que o trigo tenha sido cultivado pela primeira vez entre os rios Tigre e Eufrates, onde atualmente situa-se o Iraque, aproximadamente no ano 6700 a.C. (Castro et al., 1999).

A classificação do trigo (*Triticum aestivum* L.), proposta por Soares Sobrinho & Souza (1983), é: divisão das angiospermas, classe das monocotiledôneas, ordem cereales, família das gramíneas (Poaceae) e gênero *Triticum*.

Introduzido no Brasil na época da colonização, por volta de 1537, o trigo está hoje distribuído entre os paralelos 12° e 32°S, que compreende a área que vai do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul. O Rio Grande do Sul era considerado o “celeiro” do Brasil entre 1737 e 1775, mas, com o aumento da área plantada, surgiu a doença conhecida como ferrugem-do-colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *Tritici*), que dizimou quase que na totalidade as lavouras de trigo. O que era exportação, em pouco tempo tornou-se importação e preocupação para os triticultores. Muitos insucessos no cultivo de trigo no Brasil, naquela época, podem ser atribuídos à deficiente condução técnica das lavouras, segundo Lagos (1983).

A China é o maior produtor mundial de trigo, com cerca de 14,5% do total, seguido pelos países da União Européia, Índia e Estados Unidos (Bisotto, 2005).

Para a safra 2009/10, segundo dados preliminares, a área brasileira cultivada com trigo será de 2.321,1 mil hectares, 4,2% inferior ao número da safra anterior. A produção está estimada em 5.576,2 mil toneladas, 7,3% inferior a da safra 2008/09, considerada excepcional em função das boas condições de clima. Se o consumo no Brasil na safra de 2008/2009 foram de

10.250.000 toneladas de grãos, o que levou à importação de 6.525.000 toneladas, ou seja, 77% do total do consumo, e com a estimativa de uma produção menor, isso torna o país dependente de outros países produtores, como Argentina, Canadá e EUA, pagando até 30% mais caro que o produto nacional.

Os estados do Paraná, rio Grande do Sul e Santa Catarina são responsáveis por mais de 90% da produção nacional, sendo o Paraná o maior produtor, respondendo por 56,43% do total. O consumo de trigo no Brasil é de aproximadamente 60 kg habitante⁻¹ ano⁻¹ (Conab, 2009).

A cultura do trigo é uma das opções mais importantes para cultivo na safra de inverno, que produz, atualmente, cerca de 50% da demanda interna do produto.

Segundo Mundstock (1999), a falta de incentivo à produção, a pequena área cultivada e os baixos tetos de produtividade são fatores que contribuem para o déficit anual na produção brasileira de trigo. Entretanto, no Brasil, ela vem alcançando, a cada dia, maior importância frente aos países produtores e exportadores, alicerçada nos ganhos de produtividade, na rentabilidade e na melhoria da sua qualidade industrial (Embrapa, 2001).

De acordo com Silva & Guerra (1996), atualmente, a área tritícola no Brasil é dividida em três regiões, conforme características climáticas, cultivares e sistemas de produção: sul, centro-sul e Brasil central.

A região do Brasil central é composta pelos estados de Minas Gerais, Distrito Federal, Goiás (até o paralelo 13°30'S), Bahia (até o paralelo 11°S e até o meridiano 40°W) e Mato Grosso (até o paralelo 13°30'S e até o meridiano 56°W). Os limites de altitude são diferenciados conforme a época de cultivo.

A cultura do trigo (*Triticum* spp), outrora abandonada devido à falta de cultivares adaptadas para o clima e o solo da região dos Cerrados, atualmente é recomendada para a rotação de culturas e cultivada em grandes áreas nesta região, atingindo produtividades acima da média nacional (Agriannual, 2004). Existe, entretanto, falta de informação sobre as exigências

nutricionais das novas cultivares recomendadas, o que deixa o produtor em situação de insegurança no momento de optar por uma cultivar e de como proceder na sua condução.

O cerrado brasileiro se apresenta como uma alternativa para a produção de trigo em cultivo de sequeiro ou irrigado, pois é onde a colheita ocorre primeiro no país, o que pode garantir ao produtor melhor renda (Silva, 2001). Instituições de pesquisa têm desenvolvido genótipos de trigo adaptados à região e que apresentem elevadas produtividades.

Assim, trigo de sequeiro somente é cultivado acima de 800 m, em Minas Gerais, Distrito Federal, Mato Grosso e Goiás. Já o trigo irrigado é cultivado acima de 400 m em Minas Gerais, acima de 500 m em Goiás e no Distrito Federal e acima de 600 m em Mato Grosso e Bahia (Embrapa, 2005).

A abertura do cerrado brasileiro para a agricultura, em terras nas quais a correção da acidez do solo vem proporcionando altas produtividades, chamou a atenção de muitos produtores rurais e pesquisadores (Lopes & Guilherme, 1992).

O trigo irrigado no cerrado tornou-se, nos últimos anos, uma importante cultura para a diversificação dos sistemas produtivos regionais. Entretanto, muitos aspectos do manejo da cultura com relação às principais cultivares ainda não estão bem definidos para essa região. Grande parte das tecnologias utilizadas na região foi introduzida das regiões sul e sudeste, não refletindo, portanto, as condições ambientais do cerrado brasileiro. A necessidade de geração e atualização dos conhecimentos é urgente e necessária.

2.2 Sistemas de plantio

O interesse no sistema de agricultura sustentável tem proporcionado um desenvolvimento significativo nas técnicas de cultivo. Grande ênfase tem sido dada à prevenção da erosão, da degradação e da capacidade de armazenamento de água no solo, com ação direcionada para o sistema de

preparo mínimo do solo ou de semeadura direta, em várias áreas agrícolas do mundo (Lyon et al., 1998; Bonfil et al., 1999; Galantini et al., 2000 ; Martens et al., 2001).

Bertoni & Lombardi Neto (1985) comentam que os diferentes sistemas de cultivo propiciam diferentes condições finais de exposição do solo aos agentes erosivos, visto que promovem mobilização e cobertura vegetal diferenciada, ocasionando diferentes graus de proteção contra as perdas de água e solo. Assim, o manejo do solo tem grande influência no processo erosivo.

O preparo do solo tem o objetivo principal de promover a melhoria das suas propriedades químicas, físicas e biológicas, visando aumentar o seu potencial produtivo. No entanto, o uso intensivo do solo pode predispor-lo à formação de camadas compactadas, à redução da estabilidade dos agregados e ao aparecimento, em maior número, de microporos, aumentando a propensão à perda de solo (Souza, 1988).

A degradação dos solos pode ser considerada um dos mais importantes problemas ambientais. Dentre os tipos de degradação, a erosão hídrica é considerada a que mais tem afetado a capacidade produtiva dos solos, facilitada e acelerada pelo homem, com suas práticas inadequadas de manejo agrícola (Carvalho et al., 2002a).

Os diferentes modelos de preparo podem afetar o rendimento de culturas e as características edáficas dos solos. A degradação da estrutura do solo pelo manejo inadequado pode afetar o desenvolvimento de plantas. O manejo inadequado no preparo convencional tem sido apontado como um dos principais indicadores de degradação de solo e causa de decréscimo do rendimento das culturas. A formação de camada compactada pode ser consequência da intensidade de revolvimento de solo ou do trânsito de máquinas, do tipo de equipamento, dos sistemas de manejo de solo, da presença de resíduos vegetais e das condições hídricas do momento de preparo (Stone & Silveira, 2001).

Em sistema convencional de preparo do solo, a grade aradora tem sido muito utilizada. Normalmente, a grade trabalha o solo a pouca profundidade e apresenta alto rendimento de campo, porém, o uso contínuo desse implemento pode levar à formação de camadas compactadas, chamadas "pé-de-grade" (Silva, 1992). O arado de aiveca é pouco utilizado porque requer maior tempo e energia para a operação, comparado aos demais implementos, embora tenha propiciado maior produtividade de milho, de soja e de trigo, quando comparado com o plantio direto ou com o preparo com grade aradora (Balbino & Oliveira, 1992; Kochhann & Denardim, 1997; Kluthcouski et al., 2000). Segundo esses autores, isso ocorre devido ao menor desenvolvimento do sistema radicular nesses sistemas de preparo, por causa da compactação do solo na camada superficial ou subsuperficial, respectivamente.

Segundo Vieira (1985) e Freitas (1992), dentre as formas de preparo do solo, o sistema convencional de plantio, realizado com arado de aivecas, proporciona aumento na aeração e desestruturação do solo. Entretanto, diminui a compactação da camada superficial e a retenção de água.

Para minimizar a degradação do solo e tornar viável o cultivo das espécies, indica-se o manejo conservacionista, que demanda menor revolvimento de solo possível, aliado à manutenção da cobertura com palha, ou seja, sistema plantio direto. Esse sistema, por sua vez, pode afetar positivamente as características químicas, físicas e biológicas do solo com reflexo no rendimento de grãos das espécies (Da Ros et al., 1997; Franchini et al., 2000).

O SPD foi introduzido no Brasil no início da década de 1970, como um método alternativo de preparo do solo para controlar a erosão nas lavouras cultivadas com a sucessão de culturas de trigo e soja na região sul do país. As primeiras informações técnicas geradas pela pesquisa, imediatamente após a introdução do sistema no país, confirmaram a sua elevada eficiência no controle da erosão. A partir desses resultados, somados às experiências dos produtores, o sistema passou a ser difundido quase que

exclusivamente sob o enfoque conservacionista (Kochhann & Denardin, 2000). Seu princípio básico consiste na manutenção de resíduos vegetais em superfície e ausência de revolvimento do solo.

Os efeitos benéficos do SPD podem ser sentidos tanto na propriedade como fora dela. A redução da enxurrada, da erosão, a diminuição nas grandes variações na umidade e temperatura do solo, a diminuição do aporte de sedimentos aos corpos de água, a redução da poluição e, não menos importante, a maior produtividade e o menor custo de produção em longo prazo são alguns benefícios proporcionados por essa forma de manejo (Chaves, 1997). Porém, a quantidade de palha oriunda de restos culturais, mesmo daquelas culturas com alto retorno de matéria orgânica ao solo, como as de milho e de trigo, ainda é insuficiente para que tais benefícios sejam obtidos em sua plenitude, havendo a necessidade de utilização de culturas destinadas exclusivamente à produção de palha.

A cobertura morta na superfície do solo é o principal componente do sucesso do SPD, atuando como reguladora de temperatura e da água do solo, no enriquecimento de matéria orgânica, na prevenção das diversas modalidades de erosão e no impedimento da emergência de plantas daninhas. A formação e a manutenção de cobertura morta nos trópicos, especialmente na região do Cerrado, foram alguns dos principais obstáculos encontrados para o estabelecimento do sistema; altas temperaturas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, incorporados ou não ao solo (Kluthcouski & Stone, 2003).

Sistemas de cultivo com menor perturbação do solo, como o plantio direto, tendem ao aumento do teor de matéria orgânica com o tempo de adoção (Staley et al., 1988; Havlin et al., 1990; Cambardella & Elliot, 1992; Rhoton, 2000; Sá et al., 2001). Essa prática de manejo conservacionista tem ocasionado mudanças significativas nas propriedades do solo, sendo a principal delas o aumento da densidade (Boller, 1990; Klein & Boler, 1995) com conseqüente redução da porosidade total e de aeração, além do aumento

da resistência mecânica do solo à penetração (Camara & Klein, 2005b; Vieira, 2006).

Entretanto, os solos em SPD apresentam, na camada superficial, após três a quatro anos, maiores valores de densidade e microporosidade, e menores valores de macroporosidade e porosidade total, quando comparados aos solos sob preparo convencional. Isso decorre, sobretudo, do arranjo natural do solo, quando não é mobilizado e da pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas, em particular quando realizado em solos argilosos e com teores elevados de umidade (Vieira & Muzilli, 1984; Corrêa, 1985; Castro, 1989). Porém, o aumento do conteúdo de matéria orgânica com o tempo, nesse sistema, pode reduzir a densidade do solo, como observado por Reeves (1995). Em condições de clima temperado, Voorhees & Lindstrom (1984) verificaram que, após três a quatro anos, o solo sob o SPD apresentou maior porosidade que o preparado com arado de aiveca. Assim, em condições de SPD estabilizado, maiores produtividades de milho, soja e trigo foram obtidas em relação a preparos que mobilizavam mais o solo (Hernani, 1997; Hernani et al., 1997; Santos et al., 2000).

Após alguns anos sob SPD, é possível observar que a matéria orgânica do solo se concentra na superfície e diminui rapidamente com o aumento da profundidade. Esse gradiente de concentração faz com que se deduza, às vezes de forma equivocada, que o solo está acumulando mais carbono do que no preparo convencional. A incorporação dos resíduos vegetais no sistema de preparo convencional e homogeneização do solo na camada arável proporcionam uma distribuição mais uniforme da matéria orgânica até camadas mais profundas (Santos et al., 1995; De Maria et al., 1999; Sisti et al., 2004).

Muito se tem falado a respeito das emissões de carbono para a atmosfera por meio da queima de combustíveis fósseis e seus efeitos diretos no aquecimento global pelo efeito estufa. Muitas são as possibilidades de fixação deste carbono, ou de parte dele, e a agricultura pode ser considerada

setor chave neste balanço, já que o solo é um reconhecido sumidouro de carbono por meio da sua fixação na matéria orgânica. Nesse sentido, Derpsh (1997) afirma que o preparo do solo libera emissões inaceitáveis de CO₂ para a atmosfera, em detrimento de seu enriquecimento com a matéria orgânica, contribuindo para o efeito estufa. Para Reicosky (2000), o entendimento de que a agricultura poderá solucionar problemas de âmbito global e mitigar o efeito estufa leva à busca de práticas agrícolas eficientes no sequestro de carbono, que deve ser considerado na avaliação da sustentabilidade.

Porto (1980), ao desenvolver estudo com sistemas de manejo de solo, em Passo Fundo (RS), verificou que trigo cultivado sob sistema plantio direto produziu mais do que sob preparo convencional de solo.

Como exemplo de trabalho sobre sistemas de manejo do solo destaca-se o de Ruedell (1995), em Cruz Alta (RS), que verificou que o trigo foi a espécie com menor resposta ao tipo de manejo de solo. Em trigo cultivado sob SPD, porém, houve rendimento de grãos mais elevado do que sob preparo convencional de solo, na maioria dos anos.

Neste contexto, Amado et al. (2005) citam que o SPD é uma das mais eficientes estratégias para a melhoria da qualidade e do potencial produtivo do solo agrícola, no entanto, essa melhoria não se manifesta de forma homogênea em toda a área. Em uma mesma lavoura é possível encontrar subáreas com diferentes níveis de qualidade e, portanto, com diferentes potenciais produtivos, embora as práticas de manejo adotadas tenham sido aplicadas uniformemente.

Observa-se, portanto, que o SPD traz benefícios não só ao produtor, pela maior viabilidade econômica, com redução dos custos e conservação da fertilidade e estrutura dos solos da propriedade, mas também à sociedade como um todo, à medida que o meio ambiente é preservado, culminando com o aumento da qualidade de vida nas áreas urbanas.

2.3 Espaçamento e densidade de plantio na cultura do trigo

A relação entre a produtividade de grãos e o número de plantas é bastante complexa. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e tratos culturais, há um número de plantas por unidade de área, em determinado espaçamento entre as linhas, que conduz a mais alta produtividade.

No Brasil, já há alguns anos, realizam-se trabalhos sobre a população ideal para a cultura do trigo, porém, o desenvolvimento de novas técnicas de cultivo, com o uso de insumos modernos, aliados à criação de novas cultivares e à expansão da cultura em novos ambientes, resultou na necessidade de restabelecer estudos que visem a uma melhor relação do número médio de plantas e o rendimento de grãos (Thibau, 1950; Mendes, 1959).

Bayma (1960) cita que a distância entre as linhas na cultura de trigo deve ser de 0,20 m. Estudos realizados com a cultivar de trigo Sonora-64 (Brasil, 1960) evidenciaram que as melhores produtividades alcançadas foram obtidas utilizando-se o espaçamento de 0,15 m entre linhas e 125 kg/ha de sementes na semeadura.

Dotto et al. (1972) encontraram efeito significativo no rendimento de grãos, influenciado pelo espaçamento entre linhas e concluíram que o espaçamento de 17 cm fo superior ao de 10cm entre linhas. Entretanto, Pereira et al. (1978) encontraram resposta contrária, mostrando que o espaçamento de 10cm resultou numa produtividade superior ao de 17cm entre linhas.

O espaçamento entre linhas tem como base um ajuste adequado do número de plantas por unidade de área, de modo a possibilitar melhor aproveitamento pela planta dos nutrientes do solo, bem como uma melhor interceptação de luz e rápida cobertura do terreno, para dificultar a competição das plantas daninhas, além de propiciar maior ou menor indução ao perfilhamento. Segundo Mundstock (1999), em trigo, a distribuição de plantas na área é capaz de potencializar o rendimento e pode ser modificada

pela variação na população de plantas e do espaçamento entre as linhas. O número ideal de indivíduos por área pode determinar o máximo rendimento de grãos sem o risco de ter excesso ou falta de plantas, o que prejudicaria o potencial produtivo da cultivar.

Bellido (1991) cita que, na cultura do trigo, a competição entre plantas provoca a supressão do desenvolvimento de perfilhos quando as plantas são submetidas a condições inadequadas, como profundidade e densidade de semeadura.

Quanto ao perfilhamento, Merotto Júnior (1995) cita que nas espécies em que isso é comum, tais como o trigo e o arroz, os perfilhos são estruturas benéficas, pois aumentam o número de espigas e de panículas por área e contribuem para o incremento do rendimento de grãos.

Complementando, Almeida (1998) relata que a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos perfilhos são importantes para muitas *Poaceas*, pois essas estruturas fazem parte dos componentes do rendimento e funcionam como supridoras de assimilados ao colmo principal.

Outro fator a ser considerado é a densidade de semeadura. A recomendação de densidade de semeadura para o trigo irrigado no cerrado varia de 270 a 350 sementes aptas por metro quadrado (Reunião..., 2003). Essa recomendação consta dos primeiros exemplares das recomendações técnicas para a região e vem sendo adotada, independentemente da cultivar plantada. Entretanto, genótipos modernos desenvolvidos pelos programas de melhoramento para a região apresentam tetos de produtividade bem superiores aos das cultivares antigas, porém, ainda são semeados na mesma densidade. Todavia, sabe-se que o problema relativo ao espaçamento e à densidade de plantio é complexo, pois varia de uma região para outra e depende da cultivar semeada, da época de semeadura, do sistema de cultivo e certamente das condições edafoclimáticas (Embrapa, 1977, 1982; Soares Filho et al., 1985).

Joseph et al. (1985) obtiveram um rendimento de 600 a 800 kg/ha a mais no espaçamento de 10cm, comparado ao de 20cm entre linhas. Já

Johnson et al. (1988), trabalhando com os mesmos espaçamentos, obtiveram 400 kg/ha a mais para o espaçamento de 10cm entre linhas, observando que a densidade de sementeira não afetou o rendimento de grãos.

Trabalhando com os espaçamentos 9, 18, 27 e 36 cm entre linhas e densidades de 115, 235, 350 e 470 sementes aptas/m², Tompkins et al. (1991) obtiveram os melhores rendimentos nas densidades de sementeira mais elevadas e nos menores espaçamentos entre linhas.

Com o objetivo de otimização do rendimento de grãos para o trigo irrigado, Endres (1991) estudou a combinação dos espaçamentos de 12, 20, 30 e 40 cm entre linhas simples e duplas. As populações de 150, 300 e 450 plantas/m² ocuparam as subparcelas. O autor observou que o maior rendimento de grãos foi alcançado pelo espaçamento entre linhas simples de 20 cm, seguido do espaçamento de 12 cm. A melhor combinação de espaçamento e população de plantas foi expressa pelo espaçamento de 12 cm com população de 150 plantas/m².

Teka et al. (1993), estudando efeito dos espaçamentos entre linhas de 10 e 20cm e das densidades de sementeira de 160, 320 e 640 sementes aptas/m², observaram que o espaçamento não influenciou significativamente o rendimento de grãos. A densidade de 320 sementes aptas/m² apresentou rendimento de grãos de 14% (550 kg/ha), superior à densidade de 160 sementes aptas/m² que foi também superior a de 640 sementes aptas/m².

De acordo com Weiner et al. (2001), o aumento na densidade de plantas proporciona um aumento de espigas/m², com concomitante redução do número de grãos por espiga e da massa de grão. Portanto, deve existir um ponto de compensação até onde o aumento na densidade de plantas possa refletir em um aumento real na produtividade de grãos. Além disso, maiores densidades de plantas têm efeito reconhecido na supressão de plantas invasoras e, juntamente com uma distribuição uniforme das plantas no campo, pode ser uma boa estratégia ambiental de manejo, reduzindo o consumo de herbicidas e a matriz energética para controle de invasoras.

Em sistema de plantio direto, nas culturas do trigo e cevada, Johnston & Hultgreen (1997) avaliaram o efeito do aumento do espaçamento entre linhas de 15 cm e 20 cm para 30 cm e 40cm, respectivamente, mantendo-se a mesma densidade de semeadura. O trigo foi menos prejudicado do que a cevada, no que se refere ao estabelecimento da cultura, que foi medido pelo número de plantas emergidas, quando se aumentou o espaçamento entre as linhas de 15 cm para 40 cm. A variação no número de plantas emergidas refletiu o efeito das condições edafoclimáticas no estabelecimento do trigo. O rendimento médio de grãos não foi afetado até o espaçamento de 30 cm.

Segundo Cunha & Bacaltchuk (2000), os espaçamentos menores entre linhas de semeadura têm mostrado acréscimos no rendimento de grãos, pois ocorre otimização no aproveitamento de água, de nutrientes e de radiação solar. Ainda os mesmos autores mostraram não haver efeito significativo no rendimento de grãos de trigo, usando-se de 200 a 400 plantas/m². Segundo estes autores, a resposta em rendimento de grãos foi mais dependente da dose de nitrogênio usada em cobertura do que da densidade de semeadura. Reduções drásticas na densidade de semeadura para 100 plantas/m² reduziram o rendimento de grãos.

Segundo Ozturk et al. (2006), a maximização do rendimento de grãos em relação à densidade de semeadura está fortemente relacionada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, o que também influencia, de forma direta, o número de espigas produzidas por unidade de área.

Atualmente, a densidade utilizada para a cultura de trigo pode variar de 300 a 400 sementes viáveis por metro quadrado (Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2005).

2.4 Cultivares de trigo

A região do Cerrado do Brasil Central tem grande potencial para a expansão da cultura de trigo, por oferecer ótimas condições de clima e solo,

posição estratégica de mercado e capacidade de industrialização. Além disso, poder ser colhido na entressafra da produção dos estados do Sul e da Argentina e com características superiores de qualidade industrial para panificação, como alta força de glúten e estabilidade (Albrecht et al., 2006).

Em trigo, a produtividade potencial depende do número de perfilhos (m^2), resultado do produto de plantas por m^2 , espigas por planta, espiguetas por espiga, grãos por espiguetas e do peso de grãos (g). Essas características estão sob um controle genético, embora a resposta em produtividade dependa também de ajustes nos sistemas de produção que, por sua vez, são dependentes da cultivar adotada. Em geral, as cultivares têm respostas diferenciadas para esses aspectos de manejo em função de características específicas de cada uma, como, por exemplo, altura de plantas, capacidade de perfilhamento, habilidade de extração de nutrientes, resistência ao acamamento, responsividade a fatores bióticos e abióticos, entre outros. Além disso, em muitos casos, são encontradas interações genótipo x ambiente significativas para inúmeras características, desencorajando, portanto, recomendações generalizadas sob aspectos fitotécnicos em amplas regiões geográficas (Acevedo et al., 2002).

Somente no Rio Grande do Sul, foram recomendadas para cultivo, no ano de 2004, mais de 50 cultivares de diferentes obtentores, tornando evidente os esforços da pesquisa no desenvolvimento da cultura de trigo (Reunião..., 2004). O sucesso comercial de uma cultivar de trigo depende, necessariamente, de seu desempenho agrônomo e, portanto, o maior desafio dos melhoristas é identificar uma linhagem que apresente ótimo desempenho e estabilidade sob diferentes condições ambientais.

As condições ambientais (solo, clima, e outros) influenciam no comportamento dos genótipos e nas características dos grãos do trigo e da farinha, além de determinar a aptidão da espécie para os diferentes usos industriais (Guarienti, 2000).

Na literatura, há trabalhos visando estimar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de trigo nas condições do centro-oeste brasileiro (Felicio et al., 2001, 2002).

Genótipos de trigo com menor capacidade de perfilhamento são dependentes de elevada densidade de semeadura, já que possuem menor efeito compensatório do número de espigas por unidade de área, apesar de apresentarem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos por planta (Scheeren et al., 1995; Motzo et al., 2004). Além disso, genótipos com elevado potencial de perfilhamento, de acordo com Richards (1988), apresentam maior incidência de perfilhos inférteis e são, portanto, dependentes do ajuste adequado da densidade de semeadura.

Um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo, no Brasil, tem sido atribuído à pequena participação de perfilhos férteis. Esse problema está relacionado à grande diversidade no padrão de perfilhamento dos genótipos de trigo, o que faz com que não haja clareza nos critérios para a escolha da densidade de semeadura mais adequada. Isso determina que, em muitos casos, não exista relação direta entre número de perfilhos férteis e rendimento de grãos (Sparkes et al., 2006). Segundo Ozturk et al. (2006), isto se deve, em parte, não só às diferenças no padrão de perfilhamento dos genótipos em cultivo, mas também à presença do forte efeito da interação genótipo x ambiente, relacionados à emissão e à sobrevivência de perfilhos.

A qualidade de uma cultivar ou linhagem é resultado de uma série de fatores, como característica genética, condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo, colheita, secagem e armazenamento, moagem e, por fim, no uso industrial a ser dado à farinha. Referidos resultados influem na expressão da qualidade industrial da cultivar (Gutdoski & Silveira, 1999).

O desenvolvimento de novas cultivares com maior produtividade tem sido a principal meta de programas de melhoramento (Carvalho et al., 2008). Entretanto, no caso da cultura do trigo, é preciso que os aspectos de qualidade industrial sejam considerados tão importantes quanto os de produtividade de grãos e de resistência às doenças (Peña et al., 1997).

Felicio et al. (1992) avaliaram a produtividade de cultivares de trigo em duas diferentes regiões ecológicas paulistas e concluíram que o regime hídrico das regiões foi importante para a produção de grãos: no Vale do Paranapanema (sequeiro), quando as chuvas foram bem distribuídas durante o ciclo contribuíram para o melhor desempenho da cultura; na região norte, a irrigação por aspersão, além de evitar a deficiência hídrica, propiciou rendimento elevado com baixos índices de doenças.

Em condições experimentais, em 16 ambientes das regiões tritícolas do Distrito Federal e dos estados de Minas Gerais e Goiás, nos anos de 2002, 2004 e 2005, o rendimento médio de grãos da cultivar Embrapa 22 foi de 5.652 kg/ha, 4% superior à média da cultivar Embrapa 42. Na área experimental da Embrapa Cerrados, sem a aplicação de redutor de crescimento, a cultivar Embrapa 22 alcançou rendimento de grãos de 7.040 kg/ha (Andrade et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi conduzido na área Experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG), situada à latitude de 21°14'S, longitude 45°00W e altitude de 918 m. O clima do município de Lavras tem duas estações definidas, seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março, é do tipo Cwb, conforme a classificação climática de Köppen (Antunes, 1986).

O solo em que foi instalado o experimento, é um Latossolo Vermelho Distroférico típico (LVdf), onde foi cultivado durante 10 anos sob sistema convencional. Apenas nos dois últimos cultivos anteriores a este ensaio foi utilizado o sistema plantio direto, com as culturas de milho e soja, respectivamente.

As amostras de solo foram coletadas 60 dias antes da instalação do experimento e analisadas no Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Os resultados das análises Químicas são apresentados no Quadro 1.

QUADRO1 Características químicas da amostra do solo

Camada de 0 a 20 cm			
Atributos	Unidades	Valor	Interpretação
pH em água(1:2,5)	--	5,5	Acidez média
P (fósforo Mehlich I)	mg/dm ³	8,0	Médio
K (potássio Mehlich I)	mg/dm ³	66,0	Médio
Ca (cálcio)	cmolc/dm ³	1,8	Médio
Mg (magnésio)	cmolc/dm ³	0,5	Baixo
Al (alumínio)	cmolc/dm ³	0,1	Baixo
H+Al (acidez potencial)	cmolc/dm ³	3,2	Baixo
S.B (soma de bases)	cmolc/dm ³	2,5	Baixo
t (CTC efetiva)	cmolc/dm ³	2,6	Baixo
T (CTC a pH 7.0)	cmolc/dm ³	5,7	Baixo
m (saturação por alumínio)	%	3,9	Baixo
V (saturação por bases)	%	43,6	Baixo
Matéria orgânica	dag/kg	2,9	Médio

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, constando de 16 tratamentos com 4 repetições, conduzido em duas faixas, sendo uma com o sistema plantio direto e outra, com sistema convencional. Nas parcelas foram distribuídos os espaçamentos de 17 cm ou 34 cm entre linhas, e nas subparcelas as cultivares.

Cada subparcela foi constituída de 5 fileiras de 5 m de comprimento cada uma. A área útil da subparcela foi constituída de três linhas centrais com 4 m de comprimento. Como bordadura foram considerados as 2 fileiras laterais e 0,5 m em cada extremidade das subparcelas. Dessa forma, a

subparcela com espaçamento de 17 cm ficou com área útil de 2,04 m² e a de espaçamento de 34 cm com área útil de 4,08 m².

3.2.1 Cultivares e suas características

Foram utilizadas quatro cultivares de trigo recomendadas para cultivo irrigado em Minas Gerais, ou seja, a Embrapa 22, Embrapa 41, BR 26 São Gotardo e a IAC 24-Tucuruí (Recomendações..., 1998).

A cultivar Embrapa-22 é recomendada para o estado de Minas Gerais, Distrito Federal e Goiás, em altitudes acima de 400 m, em solo fértil, sem toxidez nociva e com irrigação. A Embrapa-41 é recomendada para cultivo irrigado em Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal pela Comissão Centro Brasileiro de Pesquisa de Trigo, em 1996. A BR 26 São Gotardo é recomendada para o cultivo irrigado em Minas Gerais em altitudes acima de 400m em solos com boa fertilidade e sem alumínio trocável. A cultivar IAC 24-Tucuruí é recomendada para o cultivo irrigado em Minas Gerais em altitudes acima de 400 m para solos com boa fertilidade e sem alumínio trocável.

3.3. Instalação e preparo do solo

A instalação do experimento ocorreu no início de maio de 2007 e a colheita, na primeira semana de outubro do mesmo ano.

No sistema de plantio convencional, o preparo do solo constou de uma aração, duas gradagens e o sulcamento, uma semana antes da sementeira. Foi realizado o controle de plantas daninhas após a sementeira do trigo, utilizando-se o herbicida Pendimethalin, na dose de 3,0 L.ha⁻¹ de produto comercial.

Para área do sistema de plantio direto, a dessecação foi realizada com o herbicida Glyphosate. Depois, com o uso de uma sementeira de plantio direto, foi efetuado o sulcamento, para posterior sementeira manual. As plantas daninhas de folhas largas foram eliminadas manualmente.

Por ocasião da semeadura, foi realizada uma adubação de plantio no sulco com 570 kg da formulação 4-14-8.ha⁻¹, mais 1,33 kg de B na forma de ácido bórico. A adubação de cobertura foi realizada aos 21 dias após semeadura e foram utilizados 60 kg de N.ha⁻¹, na forma de sulfato de amônio.

A irrigação do ensaio foi realizada por aspersão com programação do turno de rega de 7 dias.

3.3.1 Cálculo da quantidade de sementes

As sementes foram obtidas junto à Embrapa Cerrados/CPAC de Planaltina, DF.

Os testes de germinação foram realizados pela Embrapa Cerrados/CPAC, visando efetuar a correção do número de sementes. Foram os seguintes: ‘BR 26 São Gotardo’ (PG - 90%), ‘Embrapa 41’ (PG - 90%), ‘Embrapa 22’ (PG - 90%), e ‘IAC 24 – Tucuruí’ (PG - 82%).

Realizou-se também a determinação do peso de 1.000 sementes para realização do cálculo do número de sementes/m², sendo usada a densidade de 330 sementes aptas/m² (Recomendações..., 1999).

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Estande inicial (EI)

A contagem do estande inicial foi realizada dez dias após a semeadura, dentro de 1 m de linha, demarcada por ocasião da contagem, expressa em plantas/ha.

3.4.2 Estande final (EF)

A contagem do estande final foi realizada após a maturação das espigas, dentro da mesma fileira demarcada para a contagem do estande inicial, expressa em plantas/ha.

3.4.3 Altura de plantas (AP)

Foi obtida da média de dez plantas/subparcela, tomadas ao acaso dentro da área útil da subparcela, medindo-se desde o nível do solo até o ápice da espiga, excluindo as aristas. Essa determinação foi realizada após a maturação plena das espigas, ou seja, no ponto de maturidade fisiológica, expressa em cm.

3.4.4 Número de grãos por espiga (GE)

Antes de realizar a colheita, foi realizada uma amostragem de 20 espigas dentro da área útil de cada subparcela. Estas espigas foram acondicionadas em sacos de papel. Posteriormente, foram debulhadas manualmente e o número de grãos determinados pela média de 20 espigas.

3.4.5 Massa de mil grãos (PG)

Após a determinação do número de grãos por espiga, realizou-se a pesagem dos grãos em balança eletrônica com sensibilidade de 0,1mg, expresso em g. Posteriormente, estes grãos foram reintegrados à parcela, para a obtenção do rendimento de grãos por parcela.

3.4.6 Peso do hectolitro (PH)

O peso do hectolitro é a massa de 100 litros de trigo, expressa em quilogramas. É utilizado como medida tradicional de comercialização em vários países e expressa indiretamente atributos de qualidade de grãos, em especial dos relacionados com a moagem. Atualmente, os materiais foram melhorados para apresentarem um peso do hectolitro compatível com a exigência do mercado. Sendo assim, esta característica não tem sido muito considerada. Até um tempo atrás, o peso do hectolitro era tido como referência na compra do trigo por moinhos e pelo governo.

A amostra para a obtenção do peso do hectolitro foi retirada do total de grãos colhidos de cada parcela. Foi utilizada uma balança própria com

capacidade de 1/4 de litro, acompanhada de uma tabela de conversão para a determinação do peso do hectolitro.

3.4.7 Rendimento de grãos (RG)

Os grãos foram colhidos da área útil de cada parcela e com umidade corrigida para 13%, como segue:

$$MC = \frac{(100 - UI) \times MI}{100 - UC}$$

em que MI – massa inicial

MC – massa corrigida

UI – umidade inicial

UC – umidade corrigida

Os dados obtidos da subparcela útil foram transformados em kg.ha⁻¹.

3.5 Análise estatística

A partir dos dados coletados, foram realizadas análises de variância para os caracteres avaliados e as médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5%, de acordo com o programa computacional SISVAR® (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (tabela 1), verifica-se que, para a variável estande inicial, houve efeito altamente significativo de espaçamentos e da interação entre os fatores espaçamento x sistemas de plantio ($P < 0,01$). Para a variável estande final, houve também efeito significativo ($P < 0,01$) para a interação tripla entre os fatores cultivar x sistema de plantio x espaçamento. Para altura de plantas, nenhum dos fatores estudados exerceu efeito significativo. Para variável número de grãos por espiga, houve efeito significativo para sistema e para interação entre cultivar e sistemas de plantio ($P < 0,01$). Já para peso de mil grãos, houve efeito significativo apenas para sistemas de plantio ($P < 0,05$). Para o peso do hectolitro, houve efeito altamente significativo de cultivar ($P < 0,01$). Para o rendimento de grãos, houve efeito altamente significativo somente para espaçamento ($P < 0,01$).

TABELA 1 Resumo da ANAVA para as variáveis: estande inicial (EI), estande final (EF), altura de plantas (AP), acamamento de plantas (AC), número de grãos por espiga (GE), peso de mil grãos (PG), peso do hectolitro (PH), rendimento de grãos (RG), índice de perfilhamento (IP).

Fonte de variação	Gl	EI	EF	AP	GE	PG	PH	RG
Bloco	3	754,01	365,39	40,68	33,56	25,93	4,39	196344,09
Sistema	1	365,76	1570,14	210,25	210,25*	280,56*	7,56	817894,14
Erro a	3	334,01	554,22	45,12	16,41	25,18	1,06	592404,68
Espaçam	1	17062,89 **	25241,26**	27,56	12,25	45,56	18,06	803062,89 **
Espaçam × Sistema	1	5130,14 **	2929,51*	42,25	5,06	14,06	0,56	888906,64
Erro b	6	251,18	411,76	29,15	22,32	21,39	3,97	393131,93
Cultivar	3	255,05	231,30	10,35	148,35**	31,93	32,22**	390088,72
Cult × sistema	3	328,80	22,05	28,37	133,79**	31,77	0,22	78229,55
Cult × espaçam	3	369,51	535,68	51,43	6,54	39,93	0,39	382793,22
Cult × sist × espaç	3	183,01	1064,76**	49,29	20,10	11,43	3,22	204619,64
Erro c	36	308,23	298,30	38,08	12,54	16,68	1,96	290611,20
CV a (%)		23,69	23,56	7,19	10,36	11,41	1,37	25,35
CV b (%)		20,55	20,31	5,78	12,09	10,52	2,65	20,65
CV c (%)		22,76	17,28	6,60	9,06	9,29	1,86	17,76

** significativo, a 1% de probabilidade

* significativo, a 5% de probabilidade

4.1 Estande inicial e estande final

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios do estande inicial em função dos sistemas de plantio e espaçamentos estudados no experimento. Os resultados apresentados demonstram que tanto para sistema convencional de plantio como para o sistema plantio direto, o estande inicial de plantas germinadas foi superior quando considerado o espaçamento de 34 cm. Observando-se também que, no espaçamento de 34 cm, o sistema convencional de plantio apresentou melhor estande inicial de plantas, enquanto no espaçamento de 17 cm, não houve diferenças significativas entre os sistemas.

O maior estande inicial no espaçamento de 34 cm pode ser explicado, possivelmente, por uma menor concorrência com plantas daninhas, pois as linhas de plantio estão mais espaçadas quando comparadas ao espaçamento 17 cm e, talvez, pela maior incidência de luz, temperatura, etc.

TABELA 2 Valores médios do estande inicial, em função dos espaçamentos e sistemas de cultivo utilizados.

Espaçamento	¹ Estande inicial	
	Sistema convencional	Sistema plantio direto
17 cm	54,25 b A	67,37 b A
34 cm	104,80 a A	82,12 a B

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios de estande final (EF), em função do desdobramento da interação tripla entre os fatores Sistema de Plantio x Espaçamento x Cultivar.

Observando-se os dados, verifica-se que, no sistema convencional de plantio, todas as cultivares estudadas apresentaram estande final superior, quando cultivadas no espaçamento de 34 cm, enquanto no sistema de plantio

direto apenas a cultivar Embrapa 41 obteve estande final superior no espaçamento de 34 cm. O estande final das demais cultivares não foi afetado pelo espaçamento neste sistema.

No espaçamento de 34 cm, provavelmente ocorre maior competição entre plantas nas linhas de cultivo, promovendo uma maior sobrevivência de perfilhos nesta área. Há que se considerar, no entanto, que, em áreas com maior infestação de plantas daninhas, espaçamentos mais largos dificultam seu controle.

TABELA 3 Valores médios do estande final em função de cultivares, sistemas de plantio e espaçamentos estudados no experimento.

Cultivar	Plantio convencional		Plantio direto	
	17 cm	34 cm	17 cm	34 cm
Embrapa 22	74,25 B	125,75 A	91,75 A	89,50 A
Embrapa 41	91,50 B	129,00 A	68,00 B	106,50 A
BR 26 São Gotardo	68,25 B	136,25 A	78,75 A	110,25 A
IAC 24 Tucuruí	79,00 B	135,00 A	89,00 A	126,00 A

¹ Médias seguidas por mesma letra, na linha, em cada sistema de plantio, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.2 Altura de plantas (AP)

Para a característica altura de plantas, não houve efeito significativo de nenhum dos fatores estudados, bem como de suas interações. Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios encontrados para altura de plantas, em função das cultivares estudadas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (1986) e Silva & Gomes (1990), os quais citam que a característica altura de plantas não foi afetada pela variação do espaçamento, tendo sido influenciado apenas pela densidade. Nesse caso, devido à uniformidade das cultivares utilizadas com relação à altura e os espaçamentos que não foram muito extremos, não foram

observadas diferenças importantes. Todas as cultivares são materiais de porte mais baixo, visando reduzir o acamamento das plantas no cultivo irrigado.

TABELA 4 Valores médios de altura de plantas (cm), em função das cultivares estudadas.

Cultivares	¹ Altura de plantas
Embrapa 22	94,50 a
Embrapa 41	92,56 a
BR 26 São Gotardo	93,56 a
IAC 24 Tucuruí	93,25 a

Médias seguidas por mesma letra, minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.3 Número de grãos por espiga (GE)

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios do número de grãos por espiga (GE), em função do desdobramento da interação dupla entre os fatores sistema de plantio x cultivar.

Os resultados demonstram que, no sistema de plantio convencional, a cultivar Embrapa 41 apresentou número médio de grãos por espiga menor que as demais cultivares analisadas. Ainda neste mesmo sistema de plantio, as cultivares Embrapa 22, BR 26 São Gotardo e IAC 24 Tucuruí não diferiram entre si quanto a este parâmetro.

No sistema plantio direto, a cultivar BR 26 São Gotardo apresentou maior número de grãos por espiga, seguida da Embrapa 41 e IAC 24 Tucuruí e o menor número de grãos por espiga foi apresentado pela cultivar Embrapa 22.

Com relação ao efeito do sistema de plantio sobre o número médio de grãos por espiga, verifica-se, ainda, na Tabela 5, que as cultivares Embrapa 41 e BR 26 São Gotardo apresentaram as maiores produções de grãos por espigas no sistema de plantio direto, o que foi indiferente para

‘Embrapa 22’ e ‘IAC 24 Tucuruí’ que tiveram comportamento semelhante em ambos os sistemas de plantio.

TABELA 5 Valores médios do número de grãos por espiga (g), em função dos sistemas de plantio de cultivares estudadas.

Cultivares	Sistemas de plantio	
	Convencional	Plantio direto
Embrapa 22	37,00 a A ¹	35,12 d A
Embrapa 41	32,62 b B	42,62 b A
BR 26 São Gotardo	39,62 a B	46,62 a A
IAC- 24 Tucuruí	39,87 a A	39,25 c A

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.4 Peso de mil grãos (PG)

Na tabela 6 estão apresentados os valores médios do peso de mil grãos (PG) em função dos sistemas de plantio avaliados. De acordo com os resultados apresentados o peso médio de mil grãos é estatisticamente superior no sistema de plantio convencional.

O maior peso de mil grãos no sistema de plantio convencional deve-se ao fato do sistema de plantio direto não ter um adequado estoque de matéria orgânica nos primeiros anos. Esse fato pode ser atribuído a maior imobilização do nitrogênio, visto que o plantio direto em sua fase de implantação, não apresenta equilíbrio entre imobilização e mineralização.

TABELA 6 Valores médios da massa de mil grãos (g) em função dos sistemas de plantio estudados.

Sistema de plantio	¹ Peso de mil grãos
Plantio Convencional	46,06 a
Plantio Direto	41,87 b

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.5. Peso do hectolitro (PH)

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios do peso do hectolitro (PH) em função das cultivares estudadas. De acordo com os resultados apresentados, a cultivar Embrapa 41 apresentou peso médio do hectolitro superior, quando comparada às demais cultivares. Essa cultivar tem melhor rendimento de farinha para cada 100 litros de grãos, ou seja, um trigo com melhor qualidade em relação às demais cultivares de acordo com a literatura existente.

As cultivares Embrapa 22 e IAC 24 Tucuruí apresentaram peso de hectolitro intermediário, sendo, no entanto, superiores à cultivar BR 26 São Gotardo.

Trabalhando com as cultivares Embrapa 22 e BR 26 São Gotardo, Scalco (2000) encontrou resultados de PH semelhantes aos observado neste trabalho.

O PH está associado a várias características do grão, como a forma, a textura do tegumento, o tamanho, o peso e as características extrínsecas ao material, como a presença de palha, terra e de outras matérias estranhas. Nesse sentido, Gottschold (1996), analisando várias linhagens de trigo, encontrou valores de PH variando de 72,2 a 76 kg.hl⁻¹ e alegou que essa variação pode ter sido causada por diferença no formato e no tamanho de grãos, o que permitiu diferentes acomodações no recipiente de determinação.

TABELA 7 Valores médios de peso do hectolitro, em função das cultivares estudadas.

Cultivares	¹ Peso do hectolitro
Embrapa 22	75,00 b
Embrapa 41	77,37 a
BR 26 São Gotardo	74,00 c
IAC 24 Tucuruí	75,25 b

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.6 Rendimento de grãos (RG)

Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios de produtividade de grãos, em função dos espaçamentos estudados. Os resultados apresentados demonstram que a produtividade de trigo no espaçamento de 17 cm foi de 3.619,37 kg/ha⁻¹, superior ao de 34 cm, que apresentou produtividade média de 2.452,03 kg.ha⁻¹.

Resultados semelhantes foram obtidos por Fontes (1995) e Silva & Gomes (1990) que verificaram que os maiores rendimentos de grãos ocorreram nos menores espaçamentos.

Nesse contexto, observa-se que o aumento do espaçamento entre linhas ocasiona perdas no rendimento de grãos, o que confirma os dados já observados por Siemens (1963), Briggs (1975), Oliveira & Bego (1981) e Pereira et al. (1988).

Os sistemas de cultivo convencional e plantio direto não influenciaram a produtividade de grãos de trigo no primeiro ano de cultivo. Como o plantio direto da área experimental encontra-se na fase de implantação, sendo realizado há apenas 2 anos, ressalta-se a importância de realizar mais experimentos, a fim de se obterem resultados mais conclusivos, uma vez que esse sistema de plantio vem se apresentando como um alternativa muito promissora para esta região e a região dos cerrados, com resultados experimentais muito semelhantes aos já obtidos nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul.

TABELA 8 Valores médios de rendimento de grãos (kg/ha), em função dos espaçamentos estudados.

Espaçamentos	¹ Rendimento de grãos
17 cm	3.619,37 a
34 cm	2.452,03 b

¹ Médias seguidas por mesma letra, minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Os dados apresentados confirmam a indicação do espaçamento de 17 cm como mais eficiente na produção de trigo irrigado, tanto no sistema de cultivo convencional quanto no plantio direto.

Os sistemas de cultivo, seja o convencional ou o plantio direto, não influenciaram no rendimento de grãos das cultivares Embrapa 22, Embrapa 41, BR 26 São Gotardo e IAC 24 Tucuruí.

O cultivo de trigo pode ser realizado em sistemas de cultivo convencional ou plantio direto, não apresentando variação no rendimento de grãos nestes casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, E.; SILVA, P.; SILVA, H. Wheat growth and physiology. In: CURTIS, B. C.; RAJARA, S.; MACPHERSON, H. G. (Ed.). **Bred wheat: improvement and production**. Rome: FAO, 2002. p. 39-70.
- ALBRECHT, J. C.; SILVA, M. S.; ANDRADE, J. M. V. de; SCHEEREN, P. L.; SOARES SOBRINHO, J.; CANOVAS, A.; SOUSA, C. N. de; BRAZ, A. J. B. P.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; TRINDADE, M. da G.; SOUSA, M. A. de; FRONZA, V.; YAMANAKA, C. H. **Trigo BRS 207: cultivar com alto potencial de produtividade indicada para os Estados de Minas Gerais, Goiás e o Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa, 2006. 22 p. (Documentos, 137).
- ALMEIDA, M. L. de. **Modificação do afilhamento de trigo e aveia pela qualidade da luz**. 1998. 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.
- AMADO, T. J. C.; NICOLOSO, R.; LANZANOVA, M.; SANTI, A. L.; LOVATO, T. A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 89, p. 34-42, out. 2005.
- ANDRADE, J. M. V. de; ALBRECHT, J. C.; SÓ, M. S.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. Experimentação de cultivares e linhagens de trigo conduzida pela Embrapa Cerrados em 2004. In: SEMINÁRIO TÉCNICO DE TRIGO, 2., 2004, Goiânia. **Atas e resumos expandidos...** Passo Fundo: Embrapa, 2006. p. 181-184.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRIANAUL. São Paulo: FNP, 2004. 104 p.
- BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, E. F. de. Efeito do sistema de preparo do solo no rendimento de grãos de trigo, soja e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., 1991, Londrina. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. v. 2, p. 1354-1360.
- BAYMA, A. da C. **Trigo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1960. (Estudos Técnicos, 14).
- BELLIDO, L. L. **Cultivo herbáceas: cereales**. Madrid: Mundi, 1991. 539 p.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livro Ceres, 1985. 392 p.

BISOTTO, V. Algumas considerações sobre a cultura de trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO 37., 2005, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: FUNDACEP, 2005. p. 11-45.

BOLLER, W. **Desenvolvimento de complementos para semeadoras em solo sob preparo reduzido**. 1990. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BONFIL, D. J.; MUFRADI, I.; KLITMAN, S.; ASIDO, S. Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till and environment. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, n. 3, p. 368-373, May 1999.

BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica. Comissão de solos. **Levantamento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1960. 634 p. (Boletim, 12).

BRIGGS, K. G.; SHEBESKI, L. H. Visual selection for yielding ability of F₃ lines in a hard red spring wheat breeding program. **Crop Science**, Madison, v. 15, n. 3, p. 400-402, May 1975.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 813-819, jul./ago. 2005b.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOT, E. T. Particulate soil organic matter changes a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Amsterdam, v. 56, n. 3, p. 777-783, May 1992.

CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de S.; OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 7, p. 989-1000, jun. 2002.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho-Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 385-389, set./dez. 2002.

CARVALHO, F. I. F. de; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, S. A. **Condução de populações no melhoramento genético de plantas**. 2. ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2008. 288 p.

- CASTRO, O. M. de. Compactação do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Plantio direto no estado de São Paulo**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1989. p. 129-139.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais (trigo, milho, soja, arroz e mandioca)**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.
- CHAVES, H. M. L. Efeitos do plantio direto sobre o meio ambiente. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (Ed.). **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: Embrapa, 1997. cap. 3, p. 57-65.
- COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de pesquisa de trigo e triticale, 2004**. 36. ed. Passo Fundo: Embrapa, 2005. 152 p.
- CORRÊA, J. C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 11, p. 1317-1322, 1985.
- DE MARIA, I. C.; NNABUDE, P. C.; CASTRO, O. M. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 51, n. 1, p. 71-79, Jan. 1999.
- DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (Ed.). **O meio ambiente e o plantio direto**. Goiânia: Embrapa, 1997. p. 29-48.
- DOTTO, S. R.; LANGER, F. A.; PAN, C. L. Ensaio de população de plantas. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 4., 1972, Passo Fundo. **Resumos....** Passo Fundo: IPEAS/EEPF, 1972. p. 5.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Informações técnicas para a cultura de trigo na Região do Brasil Central, safras: 2005 e 2006. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 12., 2004, Goiânia. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 2005. p. 75.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O melhoramento e os trigos da Embrapa em cultivo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa, 2001. 96p. (Comunicado Técnico, 81).
- EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de trigo: 1975/1976**. Passo Fundo: Embrapa, 1977. 117 p.

EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de trigo: 1979/1980.** Passo Fundo: Embrapa, 1982. 176 p.

ENDRES, V. C. Populações e espaçamento em linhas simples e duplas na otimização do rendimento de grãos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16., 1991, Dourados. **Resumos...** Dourados: Embrapa, 1991. p. 53.

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

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O; GERMANI, R.; FREITAS, J. G. Rendimento e processo germinativo no grão na espiga de genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 289-294, mar. 2002.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; PEDRO JUNIOR, M. J.; FERREIRA FILHO, A. W. P. Avaliação de cultivares de trigo em duas regiões ecológicas do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 9, p. 1245-1252, set. 1992.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p.459-467, abr. 2000.

FREITAS, P. I. Manejo físico do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais...** Campinas: Cargill, 1992. p. 117-139.

GALANTINI, J. A.; LANDRISCINI, M .R.; IGLESIAS, J. O.; MIGLIERINA, A. M.; ROSELL, R. A. The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. 2. Nutrient balance, yield and grain quality. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, n. 2, p. 137-144, Apr. 2000.

GOTTSCHALD, S. K. B. **Caracterização da qualidade de novos genótipos de trigo obtidos do cruzamento de um cultivar de trigo comum (*T. aestivum* L.) com uma linhagem de trigo duro (*T. durum* L.).** 1996. Dissertação (Mestrado em tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GUARIENTI, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B. Influência do manejo do solo e da rotação de culturas na qualidade industrial do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p. 2375-2382, 2000. Disponível em:<[www.scielo.br /pdf/pab/v35n12/a07v3512.pdf](http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n12/a07v3512.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2009.

GUTDOSKI, L. C.; SILVEIRA, L. Avaliação reológica de cultivares de trigo para a produção de biscoitos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 1999, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 1999. v. 2, p. 386-390.

HAVLIN, J. L.; KISSEL, D. E.; MADDUX, L. D.; CLAASSEN, M. M.; LONG, J. H. Crop – rotation and tillage effects on soil organic: carbon and nitrogen. **Soil Science Society of America Journal**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 448-452, Mar./Apr. 1990.

HERNANI, L. C. Manejo e conservação de recursos naturais da região Oeste do Brasil. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21., 1997, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa-Cpao, 1997. p. 39-67.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 667-676, ago. 1997.

JOHNSTON, A. W.; HULTGREEN, G. E. **Effect of row spacing on the yield of no-till wheat and barley.** [s.l.: s.n.], 1997. Disponível em: <<http://paridss.usack.ca/consrroup/ssca/97proced/posters/johnstab.Htm>>. Acesso em: 15 set. 2008.

JOHNSON, J. W.; HADGROVE, W. L.; MOSS, R. B. Optimizing row spacing and seeding rate for soft red winter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 2, p. 164-66, Mar. 1988.

KLEIN, V. A.; BOLLER, W. Avaliação de diferentes métodos de manejos de solo e métodos de semeadura em áreas sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 395-398, mar. 1995.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, mar. 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração, lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p. 499-523.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada no sistema de plantio direto e preparo convencional. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 1997. p. 243-246.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa, 2000. 36 p. (Documentos, 20).

LAGOS, M. B. **História do melhoramento do trigo no Brasil**. Porto Alegre: IPAGRO, 1983. 117 p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, 1992. 16 p. (Boletim técnico, 5).

LYON, D. J.; STROUP, W. W.; BROWN, R. E. Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiment. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 49, n. 1/2, p. 19-27, Jan. 1998.

MARTENS, J. R. T.; HOEPPNER, J. W.; ENTZ, M. H. Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: establishment, productivity, and microclimate effects. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 5, p. 1086-1096, Sept. 2001.

MASCHIO, J. Boom do agronegócio eleva safra de trigo. **Folha Online Dinheiro**, Londrina, 2008. Disponível em: <<http://www.consultores.com.br>>. Acesso em: 6 jul. 2008.

MENDES, J. O. Sobre a densidade de semeadura em trigo. **Agronomia**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 87-89, 1959.

MEROTTO JUNIOR, A. **Processo de afilamento e crescimento de raízes de trigo afetados pela resistência do solo**. 1995. 114 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOTZO, R.; GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expression of a tiller inhibitor gene in the progenies of interspecific crosses *Triticum aestivum* L. x *T. turgidum* subsp. *durum*. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 85, n. 1, p. 15-20, Mar. 2004.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evnagraf, 1999. 227 p.

OLIVEIRA, E. F.; BEGO, A. Efeito do espaçamento e densidade de plantio de trigo sobre o rendimento e algumas características agronômicas. In: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. **Resultados de pesquisa com trigo e triticales nos anos de 1979 e 1980**. Cascavel: [s.n.], 1981. p. 187-197.

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

PEÑA, R. J.; ORTIZ-MONASTEIRO, J. I.; SAYRE, K. D. Estratégias para mejorar (o mantener) la calidad panadera en trigo de alto potencial en rendimiento. In: KOHLI, M. M.; MARTINO, D. L. (Ed.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. Uruguay: Colonia, 1997. p. 289-306.

PEREIRA, L. R.; BAIER, A. C.; VELLOSO, J. A. R. de O.; BOUGLE, B. R. Interação de práticas: densidades, espaçamentos e cultivares. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1978, Porto Alegre. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 1972. p. 261.

PEREIRA, L. R.; BAIER, A. C.; VELLOSO, J. A. R. de O.; SANTOS, H. P. dos. Espaçamento e densidade de semeadura em duas cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 10, p. 1143-1149, 1988.

PORTO, V. H da F. **Análise econométrica de dados experimentais sobre um sistema de produção trigo-soja, para a cultura de trigo**. 1980. 109 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RECOMENDAÇÕES da comissão centro brasileira de trigo para os anos de 1999/2000. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: EPAMIG, 1998. 72 p.

RECOMENDAÇÕES da comissão centro brasileira de trigo para os anos de 1999/2000. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1998, Uberaba. **Anais...**Uberaba: Epamig, 1999. 73 p.

REEVES, D. W. Soil management under no-tillage: soil physical aspects. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Embrapa, 1995. 400p.

REICOSKY, D. C. Impactos do revolvimento do solo em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2000. p. 97-101.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 12., 2003, Uberlândia. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 2003. 109 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 19; REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRITICALE, 10., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2004. 218 p. (Documentos, 1).

RHOTON, F. E. Influence of time on soil response to no-till practices. **Soil Science Society of America Journal**, Amsterdam, v. 64, n. 2, p. 700-709, Mar. 2000.

RICHARDS, R A. A tiller inhibition gene in wheat and its effect on plant growth. **Australian Journal of Agricultural Science**, Austrália, v. 39, n. 5, p. 749-757, 1988.

ROS, C. O. da; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p.241-247, abr. 1997.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP, 1995. 134 p.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; DICK, W. A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E. Organic matter dynamic and carbon sequestration rates for a tillage chronosequences in a Brazilian Oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, Amsterdam, v. 65, n. 5, p. 1486-1499, Sept. 2001.

SALVADORI, J. R. Pragas da lavoura de trigo. In: CUNHA, G. R.; BACALTCHUK, B. **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa, 2000. p. 267-287.

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; LIMA, M. R. de. Efeito de manejo de solo e de rotação de culturas de inverno no rendimento e doenças de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2355-2361, 2000.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; LHAMBY, J. C. B. Plantio direto *versus* convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos em rotação de culturas com cevada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 449-454, ago. 1995.

SCALCO, M. S. **Características agrônômica e qualidade industrial do trigo sob irrigação e adubação nitrogenada**. Lavras: UFLA, 2000. 143 p.

SCHEEREN, P. L.; CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 605-619, 1995.

SIEMENS, L. B. The effect of varying row spacing on the agronomic and quality characteristics of cereals and fl ax. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 43, n. 1, p. 119-30, Jan. 1963.

SILVA, D. B. da. Efeito do espaçamento e densidade de plantio sobre a produção de trigo irrigado no cerrado. In: REUNIÃO SOBRE TRIGO IRRIGADO. 1986, Dourados. **Resumos...** Dourados: Embrapa, 1986. p. 25-31.

SILVA, D. B. da; GOMES, A. C. Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 305-315, mar. 1990.

SILVA, D. B. da; GUERRA, A. F. **Trigo para o abastecimento familiar: do plantio a mesa**. Brasília: Embrapa, 1996. 176 p.

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

SILVA, J. G. **Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada e respostas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1992. 180 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

SILVA, M. S. E. Trigo no Brasil começa nos Cerrados. **Anuário Brasileiro do Trigo**, Passo Fundo, v. 1, n. 1, 114p. jan. 2001

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P. dos; KOHHANN, R. A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 76, n. 1, p. 39-58, Feb. 2004.

SOARES SOBRINHO, J.; SOUZA, M. A. de. Origem, descrição botânica e desenvolvimento do trigo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 97, p. 9-13, 1983.

SOUZA, C. M. **Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um Latossolo vermelho-amarelo distrófico, fase cerrado, e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura de soja**. 1988. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOUZA, R. A. R. **Comportamento de cultivares de arroz de terras altas em função do preparo do solo e irrigação por aspersão, em latossolo vermelho de cerrado**. 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

SPARKES, D. L.; HOLME, S. J.; GAJU, O. Does light quality initiate tiller death in wheat? **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 24, n. 1-2, p. 212-217, July 2006.

STALEY, T. E.; EDWARDS, C. L.; SCOTT, C. L.; OWENS, L. B. Soil microbial biomass and organic component alterations in a no-tillage chronosequence. **Soil Science Society of America Journal**, Amsterdam, v. 52, n. 4, p. 998-1000, July 1988.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeito do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 395-401, abr. 2001.

TEKA, A. H.; SNID, A.; WLACKY, T.; HAMILL, A. Row spacing and seed-rot effects on winter wheat in Ontario. **Jurnal of Plant Science**, Occanha, v. 71, n. 1, p. 31-35, Jan. 1993.

THIBAU, C. E. **A cultura do trigo e sua importância para Minas Gerais**. Belo Horizonte: Departamento de Produção Vegetal da Secretaria da Agricultura do Estado de Minas Gerais, 1950. 39p.

TOMPKINS, A. K.; HULTGREEN, G. E.; WRIGHT, A. T.; FOWLER, A. B. Seed rote and row spacing of no till whinter wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 4, p. 684-689, July 1991.

VIEIRA, M. L. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas do solo e rendimento de milho submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2006. 104 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

VIEIRA, M. J. Tecnologia poupadoras de insumos. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA NA AGRICULTURA, 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAC, 1985. p. 32-54.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.

VOORRHEES, W. B.; LINDSTROM, M. J. Long-term effects of tillage method on soil tilth independent of wheel traffic compaction. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, n. 1, p. 152-156, Jan. 1984.

WEINER, J.; GRIEPENTROG, H.; KRISTENSEN, L. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 38, n. 5, p. 784-790. Oct. 2001.