

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO E DOUTORADO EM  
AGRONOMIA

GERSON SANDER

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE TRIGO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES  
ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE SEMEADURA EM DOIS ANOS  
AGRÍCOLAS**

**Marechal Cândido Rondon**

**2012**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO E DOUTORADO EM  
AGRONOMIA

GERSON SANDER

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE TRIGO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES  
ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE SEMEADURA EM DOIS ANOS  
AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Nível Mestrado e Doutorado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Professor Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Co-orientador: Professor Dr. Jose Barbosa Duarte Júnior

**Marechal Cândido Rondon**

**2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,  
Brasil)

S214d	Sander, Gerson Desempenho agrônômico de trigo em função de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura em dois anos agrícolas / Gerson Sander. – Marechal Cândido Rondon, 2012. 52 p.
	Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa Co-Orientador: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior
	Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2012.
	1. Trigo. 2. Trigo - Semeadura. I. Costa, Antonio Carlos Torres da. II. Duarte Júnior, José Barbosa. III. Título.
	CDD 22.ed. 633.11 CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Engenheiro Agrônomo **Gerson Sander**. Aos vinte e um dias do mês de agosto 2012, às 13h30min, sob a presidência do Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação do Engenheiro Agrônomo Gerson Sander, discente do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agronomia – Nível Mestrado com área de concentração em **"PRODUÇÃO VEGETAL"**, visando à obtenção do título de **"MESTRE EM AGRONOMIA"**, constituída pelos membros: Prof. Dr. Francisco de Assis Franco (COODETEC), Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos, Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior (Co-Orientador) e Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa (Orientador).

Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: **"Desempenho agrônomico de trigo em função de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura em dois anos agrícolas"**.

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Prof. Dr. Francisco de Assis Franco.....Aprovado  
Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos.....Aprovado  
Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior (Co-Orientador).....Aprovado  
Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa (Orientador).....Aprovado

Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de **"MESTRE EM AGRONOMIA"**, área de concentração: **"PRODUÇÃO VEGETAL"**. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 21 de agosto de 2012.

Prof. Dr. Francisco de Assis Franco

Prof. Dr. Edmar Soares de Vasconcelos

Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior (Co-Orientador)

Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa (Orientador)

*A toda minha família.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por estar aqui presente.

Ao Professor, Orientador, e amigo Dr. Antonio Carlos Torres da Costa, pelo apoio, ensinamentos, conselhos e pela oportunidade.

Ao Professor Dr. José Barbosa Duarte Júnior, pela co-orientação, sugestões e amizade.

Ao professor Dr. Edmar Soares de Vasconcelos pelo apoio e sugestões.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA), pelo apoio, atenção e pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao meu pai Rudi Sander e minha mãe Iraci Sander pela dedicação, amor, educação e atenção durante toda minha vida.

A minha namorada Daiane Maier pelo amor, carinho, compreensão e amizade.

A todos meus familiares, principalmente minha irmã, pelos incentivos em todos os momentos.

A todos meus amigos que nunca mediram esforços em me ajudar.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

# DESEMPENHO AGRONÔMICO DE TRIGO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE SEMEADURA EM DOIS ANOS AGRÍCOLAS

## RESUMO

A otimização do uso de insumos agrícolas e o manejo eficiente da lavoura de trigo podem incrementar o potencial produtivo por unidade de área. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho agronômico de uma cultivar de trigo em função de diferentes espaçamentos, densidades de semeadura e anos agrícolas. O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2010 e 2011 no município de Marechal Cândido Rondon - PR. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 3x4. O primeiro fator foi constituído por três espaçamentos (13, 17 e 21 cm entre linhas) e o segundo fator constituído por quatro densidades de semeadura (200, 300, 400 e 500 sementes viáveis m<sup>2</sup>). Os resultados obtidos indicaram que as menores densidades avaliadas (200 e 300 sementes m<sup>2</sup>) condicionaram em maior número de espiguetas por espiga, comprimento de espigas, número de grãos em dez espigas e massa de cem grãos, bem como, menor número de afilhos inviáveis por m<sup>2</sup>. Os menores espaçamentos avaliados (13 e 17 cm) promoveram maior massa de espigas por m<sup>2</sup> e maior acúmulo de massa seca das plantas. A produtividade foi superior no ano de 2011 quando comparado a 2010. Além disso, menores densidades de semeadura (200 e 300 sementes por m<sup>2</sup>) e espaçamentos (13 e 17 cm) resultaram em menor custo de produção e maior relação custo/benefício.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; competição entre plantas; distribuição espacial de plantas.

# AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF A GROWING ROLE OF WHEAT IN DIFFERENT SPACING, DENSITIES SEEDING IN TWO YEARS AGRICULTURAL

## ABSTRACT

Optimizing the use of agricultural inputs and efficient management of the wheat crop may increase the potential yield per unit area. In this sense, the objective of this research was to evaluate the agronomic performance of wheat for different spacings, plant densities and crop years. The experiment was carried out in the years 2010 and 2011 in the municipality of Marechal Cândido Rondon - PR. We used the experimental design of randomized blocks in a 3x4 factorial design. The first factor consisted of three spacings (13, 17 and 21 cm between rows), the second factor consists of four seeding rates (200, 300, 400 and 500 viable seeds m<sup>2</sup>). The results indicated that the lower densities (200 and 300 seeds m<sup>2</sup>) conditioned to a greater number of spikelets per spike, spike length, number of grains in ten ears and weight of hundred grains, as well as fewer tillers unviable because m<sup>2</sup>. Smallest spacings evaluated (13 and 17 cm) promoted greater weight of ears per m<sup>2</sup> and greater accumulation of plant dry matter. One can show that productivity was higher in 2011 compared to 2010. In addition, lower seeding rates (200 and 300 seeds per m<sup>2</sup>) and spacings (13 and 17 cm) resulted in lower production cost and higher cost / benefit ratio.

**Key-words:** *Triticum aestivum*; competition between plants; the spatial distribution of plants.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1** Imagem aérea retirada a 3,61 km de altitude da propriedade rural no Distrito de Iguaporã, Marechal Cândido Rondon, PR, 2012.. .....26
- FIGURA 2** Dados meteorológicos da área experimental, UNIOESTE/CCA, durante as safras 2010 e 2011, no município de Marechal Cândido Rondon – PR.....27
- FIGURA 3** Número de afilhos inviáveis de trigo por m<sup>2</sup> da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.....37
- FIGURA 4** Número de espiga de trigo por m<sup>2</sup> da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.....38
- FIGURA 5** Número de espiguetas por espiga de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.....39
- FIGURA 6** Comprimento de espiga de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011 .....40
- FIGURA 7** Número de grãos em dez espigas de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.....41
- FIGURA 8** Massa de cem grãos de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.....42

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** Análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-10 cm. Marechal Cândido Rondon 2010. ....27
- TABELA 2** Resumo da análise de variância para altura de plantas (H), massa de espigas por m<sup>2</sup> (MESP), número de espigas por m<sup>2</sup> (NESP), produtividade (PROD), peso hectolítrico (PH), número de grãos em dez espigas (NGDEZ), comprimento de espiga (CESP), número de espiguetas por espiga (NESP), massa de cem grãos (MCEM), número de perfilho (NPER), número de afilhos inviáveis (NPERin) e massa seca das plantas (MS), cultivar BRS 208, em função dos espaçamentos, densidades de plantas e dois anos de implantação do experimento. Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011. ....33
- TABELA 3** Valores médios de massa de espiga por m<sup>2</sup> (MESP), número de afilhos (NPER) e massa seca de plantas (MS), cultivar BRS 208, em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.....34
- TABELA 4** Valores médios para o número de afilhos m<sup>2</sup>, cultivar BRS 208, em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, densidades e anos agrícolas (2010 e 2011), Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.....36
- TABELA 5** Valores médios de produtividade (PROD), peso hectolítrico (PH), altura de planta (H), número de afilhos (NPERF) e massa seca de plantas (MS), cultivar BRS 208, em dois anos de plantio, Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.. ....43
- TABELA 6** Custos variáveis de produção da cultura do trigo em função de diferentes densidades e espaçamentos de semeadura: Implantação da cultura (IC), sementes (S), adubação (A), agrotóxicos (AT), colheita (C), transporte (T) e custo total (CT), Marechal Cândido Rondon, 2010 e 2011.....45
- TABELA 7** Análise dos custos de produção e receita da cultura do trigo, em função de diferentes densidades e espaçamentos de semeadura: custo total (CT), produtividade média (PM), valor do Kg do produto (VP), faturamento bruto (FB), lucratividade (LC) e relação custo/benefício (C/B), Marechal Cândido Rondon, 2010 e 2011.....45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 Cultura do Trigo.....	14
2.1.1 Aspectos gerais e importância .....	14
2.1.2 Ciclo de desenvolvimento do trigo.....	15
2.1.3 Semeadura do trigo .....	16
2.1.4 Condições edafoclimáticas para o trigo.....	18
2.1.4.1 Solo .....	18
2.1.4.2 Temperatura do ar.....	18
2.1.4.3 Radiação solar .....	19
2.1.4.4 Fotoperíodo e Vernalização .....	20
2.1.4.5 Consumo de água e Umidade.....	21
2.1.5 Densidade de sementeira e Espaçamento entre linhas .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
3.1 Caracterização da área experimental.....	26
3.2 Descrição do material vegetal .....	28
3.3 Delineamento experimental.....	28
3.4 Implantação e condução dos experimentos .....	28
3.5 Variáveis analisadas .....	29
3.5.1 Matéria seca de plantas .....	29
3.5.2 Número de afilhos viáveis .....	29
3.5.3 Altura de plantas .....	30
3.5.4 Componentes de produção e produtividade.....	30
3.5.4.1 Número de espigas por metro quadrado .....	30
3.5.4.2 Peso de espiga.....	30
3.5.4.3 Avaliações de espigas e grãos.....	30

3.5.4.4 Massa de 100 grãos .....	31
3.5.4.5 Peso hectolítrico (PH).....	31
3.5.4.6 Produtividade .....	31
3.5.5 Custo de produção .....	31
3.5.6 Análise estatística .....	32
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>46</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais importantes e mais consumidos no mundo. Com a estimativa de produção mundial de 222,4 milhões de hectares para a safra 2011/2012 (CONAB, 2011), o grão de trigo é produzido principalmente visando a alimentação humana, bem como, seu beneficiamento gera subprodutos utilizados também na produção animal.

No Brasil, a cultura vem alcançando, gradativamente, maior importância econômica e social, envolvendo em sua cadeia produtiva cerca de 800 mil pessoas (IBGE, 2006). O Paraná, desde o início da década de 80, destaca-se, ocupando o primeiro lugar na produção agrícola deste cereal, contribuindo, na última safra, com 56,4% da produção nacional (CONAB, 2011). No Brasil, a produção atingiu aproximadamente seis milhões de toneladas nesse mesmo ano agrícola, o que não atende a demanda nacional deste grão (CONAB, 2011). Porém, o país tem potencialidade para atingir patamares mais elevados de produção para suprir o mercado interno de consumo.

O incremento no potencial de rendimento em condições de lavoura tem sido de fundamental importância para o Brasil atingir a auto-suficiência na produção deste cereal (SILVEIRA et al., 2010). O aumento da produtividade da cultura do trigo depende de um conjunto de estratégias que visem o maior aproveitamento da área e das condições de campo a que a mesma é submetida. Além disso, o manejo cultural que resulte no incremento de número de perfilhos pode contribuir efetivamente na obtenção de maiores produtividades da cultura (VALÉRIO et al., 2009).

O incremento no número de perfilhos é de extrema importância para a cultura do trigo. Este componente está diretamente envolvido com o número de espigas por unidade de área e indiretamente com os componentes de rendimento como número de grãos por espiga e massa dos grãos para a expressão do rendimento de grão final (ALMEIDA, 1998).

A densidade de semeadura e o espaçamento entre linhas adequadas otimizam a competição entre as plantas de trigo e assim, uma consequente melhora na interceptação de luz pelo dossel e na utilização dos recursos do meio (CHEN et al., 2008, VALÉRIO et al., 2009). A competição entre plantas e seus efeitos são determinantes na produção de perfilhos e atuam diretamente no rendimento de grãos e seus componentes (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006). Porém, genótipos

de trigo com diferentes potenciais de perfilhamento respondem de maneira diversa à densidade de semeadura e ao número de indivíduos por área.

Genótipos com alto potencial de perfilhamento são dependentes do ajuste adequado da densidade de semeadura, pois competem mais por luz e nutrientes (VALÉRIO et al., 2009). Por sua vez, genótipos com reduzido potencial de perfilhamento apresentam menor efeito compensatório e, portanto, dependem de elevadas densidades de semeadura para manutenção do rendimento (VALÉRIO et al., 2008).

Sendo assim, o ajuste ideal do número de indivíduos, bem como a densidade de semeadura podem ser determinantes para alcançar a estabilidade e o balanço ideal dos componentes de rendimento da cultura (VALÉRIO et al., 2009). Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho agrônômico da cultura do trigo em função de diferentes espaçamentos, densidades de semeadura e anos agrícolas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do Trigo

#### 2.1.1 Aspectos gerais e importância

O trigo (*Triticum aestivum* L.) pertence à família Poaceae, tribo Triticeae, subtribo Triticinae e faz parte do grupo dos cereais. É um grão originário do Sudoeste da Ásia (TERUEL e SMIDERLE, 1999).

As diferentes espécies de trigo formam uma série poliplóide, com número básico de cromossomos igual a sete e três níveis diferentes de ploidia: diplóide (14 cromossomos), tetraplóide (28 cromossomos) e hexaplóides (42 cromossomos). Estudos indicam que as espécies diplóides são os mais primitivos e tiveram uma origem única e são caracterizados por apresentar usualmente um grão por espiguetas. Já os tetraplóides são anfiploides, possuem maior variabilidade genética com dois conjuntos de cromossomos derivados de ancestrais diplóides diferentes. As espécies hexaplóides com três conjuntos distintos de cromossomos apresentam dois derivados de um trigo tetraplóide (provavelmente *T. turgidum*) e um derivado de um trigo diplóide (*T. tauschii*). Os hexaplóides compreendem as espécies *T. Zhukovskyi* e *T. aestivum*. Apesar de um grande número de espécies de trigo ter sido cultivado ao longo dos anos, o cultivo se restringiu, em sua grande maioria, ao trigo comum hexaplóide, *T. aestivum* (FERNANDES, 1982).

Considerado o “rei dos cereais”, o trigo tem sido cultivado do Equador até 60° de latitude, desde o nível do mar até a 3.000 m de altitude (TERUEL e SMIDERLE, 1999). É uma planta que se caracteriza por apresentar cultivo anual sendo bem adaptada em solos drenados, argilo-siltosos e em zonas de temperatura áridas ou semi-áridas, porém, é bastante exigente em variação térmica. Há uma grande variedade genética nas cultivares de trigo que permitiu que a cultura se estabelecesse em regiões diversificadas, podendo ser cultivado tanto na Finlândia (60° N) como na Argentina (40° S) (TERUEL e SMIDERLE, 1999). Neste sentido, os mesmos autores admitem que em função da criação de variedades adaptadas a ambientes específicos é possível o seu cultivo nos pólos e no Equador. No Brasil, o trigo trazido pelos navegantes portugueses (por volta de 1534) se instalou na antiga

Capitania de São Vicente e no planalto de Piratininga, daí estendendo-se para a região Sul do país (CUNHA, 1999).

Em termos de produção, o trigo é a segunda cultura de grãos em nível mundial, ficando atrás apenas do milho. É uma cultura de grande importância econômica no mundo e estima-se que o cultivo mundial deste cereal para safra 2011/2012 atinja uma área de 222,4 milhões de hectares. A produção mundial deve alcançar 672,1 milhões de toneladas, com taxa média de crescimento de 3,7% na safra 2011/2012. Enquanto a produção mundial avança, no Brasil se prevê uma queda na produção obtendo-se 5,28 milhões de toneladas, contra 5,88 milhões de toneladas no ano de 2010/2011. Com um consumo médio de 10,4 milhões de toneladas, o Brasil continua com alta dependência externa importando na última safra, 2010/2011, 5,77 milhões de toneladas do grão principalmente de países vizinhos (CONAB, 2011). A produção na Região Sul do Brasil equivale a 94,1% da produção brasileira e o Estado do Paraná, na safra 2010/2011, contribuiu com 3,3 milhões de toneladas, correspondendo a 56,4% da produção nacional sendo o maior produtor do país (CONAB, 2011).

No Brasil, a atividade tritícola tem grande importância econômica e social, pois está presente em 34 mil propriedades rurais envolvendo em sua cadeia produtiva cerca de 800 mil pessoas (IBGE, 2006). Porém, o segmento agrícola tritícola afirma que existem cerca de 130 mil propriedades rurais com plantio de trigo (CONAB, 2011). Seu cultivo é caracterizado, em sua grande maioria, como agricultura familiar, tendo em vista que é estabelecida em áreas com até 50 hectares (IBGE, 2006).

### 2.1.2 Ciclo de desenvolvimento do trigo

Os aspectos relacionados ao desenvolvimento da planta de trigo são de fundamental importância na compreensão do rendimento de grãos e das possíveis limitações causadas pelo ambiente (JUNGES, 2008). Neste sentido, as principais fases de desenvolvimento da cultura do trigo abrangem a fase vegetativa, reprodutiva e de enchimento de grãos. A fase vegetativa envolve desde a semeadura, germinação e emergência de plantas até o estágio de duplo-anel. A fase reprodutiva engloba o estágio de duplo-anel, espiguetas terminal e antese. Já a fase

de enchimento de grãos vai da antese até a maturação fisiológica (CUNHA et al., 2002). As condições meteorológicas, como a temperatura e o fotoperíodo, bem como, o genótipo e a data de semeadura determinam a ocorrência dos estádios de desenvolvimento do trigo (LEVY e PETERSON, 1972; STRECK et al., 2003).

Após a germinação das sementes, a emergência das plântulas é considerada quando 50% das plantas estão visíveis acima do nível do solo (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974). As plantas emergem das sementes com coleóptile e com raízes seminais, e, posteriormente, se desenvolvem os perfilhos e raízes para emergir na superfície do solo (TERUEL e SMIDERLE, 1999).

O estágio do duplo anel caracteriza o final da fase vegetativa e início do crescimento reprodutivo, quando a planta apresenta-se com duas a quatro folhas visíveis e ocorre o início do primeiro primórdio floral (RODRIGUES; HAAS; COSTENARO, 2011). No estágio de espigeta terminal, ocorre o final da diferenciação das espiguetas definindo o número final de espiguetas na espiga e, conseqüentemente, o potencial produtivo de grãos das plantas de trigo. Além disso, durante este estágio o colmo inicia sua alongação (RODRIGUES; HAAS; COSTENARO, 2011). A antese ocorre quando 50% das plantas de trigo se encontram com pelo menos uma flor aberta (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974).

A fase de enchimento de grãos pode ser dividida em maturação leitosa, pastosa e dura. Na primeira, o grão já atingiu o seu tamanho máximo e tem alta porcentagem de água sendo caracterizado por apresentar aspecto leitoso. A maturação pastosa é caracterizada pela modelagem do grão em função da perda de água. E, finaliza com a maturação dura onde os grãos obtêm a dureza máxima com porcentagem de umidade demandada para a colheita (FERNANDES, 2009).

### 2.1.3 Semeadura do trigo

Para a semeadura do trigo, não é necessário o incremento de maquinários, basta se utilizar máquinas e equipamentos empregados no sistema de manejo das culturas convencionais de soja e/ou milho, sendo necessário apenas realizar algumas regulagens (ZYLBERSZTAJN et al., 2004). No entanto, apesar de o trigo apresentar grande plasticidade em termos das características climáticas das diferentes regiões de cultivo, essa cultura tem o seu rendimento fortemente

influenciado pelas condições de clima. No Brasil, onde a cultura se estende em uma ampla região, abrangendo zonas temperadas, subtropicais e tropicais esse aspecto é, particularmente, importante (CUNHA et al., 2001).

A faixa ótima de temperatura para a germinação do trigo está entre 20° a 25°C. Porém, o processo de germinação pode ocorrer com temperaturas variando de 4° a 37°C e o teor de umidade mínima para ocorrer este processo é de 35 a 45% da massa seca da semente (TERUEL e SMIDERLE, 1999). No entanto, no período da germinação, em virtude da elevada temperatura do ar, o solo pode secar e rapidamente alcançar de 10° a 15°C acima da máxima da temperatura do ar, podendo atingir, nos primeiros centímetros, 45° a 50°C, que é muito superior à temperatura máxima tolerada pela semente para germinar (LAZZAROTTO, 1992). As perdas de rendimento do trigo em regiões subtropicais geralmente estão relacionadas ao excesso de chuva após o período de maturação fisiológica e ocorrência de geadas e déficit hídrico no florescimento. Já nas regiões tropicais os principais riscos incluem umidade e à temperatura do ar elevadas durante o período de florescimento e enchimento de grãos (DALMAGO et al., 2009). As condições adversas das diferentes regiões do país podem causar a perda de rendimento físico e afetar o padrão de qualidade dos grãos (DALMAGO et al., 2009).

No Brasil a cultura do trigo ainda é tratada como uma cultura secundária e considerada por grande parte dos agricultores como uma opção no período de ociosidade da terra entre a safra de verão e o plantio no ano agrícola seguinte. Assim, muitos produtores investem o “mínimo possível” no cultivo deste cereal. Porém, este preceito está sendo modificado em virtude do produtor agrícola, incentivado por pesquisadores e técnicos, entender que o cultivo seqüencial de diferentes culturas pode ser uma boa opção para se obter maiores lucros e melhorar a qualidade do solo (ZYLBERSZTAJN et al., 2004).

Para tanto, a época de semeadura é de fundamental importância para o sucesso da cultura do trigo. Esta é bastante variável e depende, principalmente, das características climáticas de cada região. Sendo assim, a indicação para época ou período de semeadura, para cada região com aptidão tritícola deve seguir o estabelecido pelo Zoneamento Agrícola para a cultura do trigo (CBPT, 2010).

A semeadura de uma única cultivar constitui um risco contribuindo para a instabilidade da produção tritícola. Portanto, deve-se priorizar a semeadura do trigo com escalonamento da produção, numa mesma propriedade, semeando diferentes

cultivares em diferentes épocas para minimizar os riscos que podem ser causados por adversidades climáticas, visando obter maior estabilidade de rendimento na lavoura (CBPT, 2010).

#### 2.1.4 Condições Edafoclimáticas para o trigo

##### 2.1.4.1 Solo

Para o bom desenvolvimento da cultura, o solo deve apresentar boas condições físicas e de fertilidade. Além disso, o solo deve ser, preferencialmente, de textura média, profundo e drenado (TERUEL e SMIDERLE, 1999). Quanto à compactação do solo, a limitação no desenvolvimento estrutural e na produção de plantas de trigo se dá a partir da densidade de  $1,3 \text{ Mg m}^{-3}$  (SILVA et al., 2011).

Normalmente, no Brasil, os solos destinados para o cultivo do trigo, em sua grande maioria, apresentam reação ligeiramente ácida, apresentando pH entre 5,5 a 6,5 (TERUEL e SMIDERLE, 1999; CAMARGO, 1984). No entanto, é válido ressaltar que solos ácidos ou alcalinos agem de maneira indireta e negativa no desenvolvimento da cultura do trigo, pois exerce influencia sobre a disponibilidade de nutrientes (TERUEL e SMIDERLE, 1999).

##### 2.1.4.2 Temperatura do ar

A temperatura tem sido considerada o principal fator que afeta a taxa de desenvolvimento da cultura, isoladamente ou em conjunto com os demais fatores meteorológicos, pois influencia, direta ou indiretamente, todos os processos fisiometabólicos das plantas de trigo (TERUEL e SMIDERLE, 1999). Os efeitos da temperatura variam entre as cultivares e se manifestam, especialmente, no período que se estende da emergência ao florescimento, e, eventualmente, afeta o período de enchimento dos grãos (JUNGES, 2008).

Na fase inicial de desenvolvimento, temperaturas baixas promovem o prolongamento do período vegetativo e conseqüente desenvolvimento de mais perfilhos e um sistema radicular mais abundante (SCHEEREN et al., 2000).

Temperaturas muito baixas, com formação de geadas, a partir do estágio de alongamento, podem prejudicar severamente a cultura provocando a “queima” de folhas e “estrangulamento” do colmo do trigo (SCHEEREN et al., 2000), além de, atingir os primórdios frutíferos e impedir a formação dos grãos (TERUEL e SMIDERLE, 1999), bem como, prejudicar o processo de formação do grão, paralisando o seu enchimento e resultando em grãos enrugados com menor rendimento e qualidade final (SCHEEREN et al., 2000). A temperatura ideal no período de perfilhamento é de 15 a 20°C, enquanto para a formação das folhas é de 20 a 25°C.

Temperaturas acima de 25°C são prejudiciais a cultura, pois aceleram o crescimento e reduzem o período de formação dos tecidos, influenciando negativamente na produção do cereal, uma vez que ocorre a redução da área foliar, diminuindo a interceptação de radiação solar necessária para o completo desenvolvimento da cultura (TERUEL e SMIDERLE, 1999).

#### 2.1.4.3 Radiação solar

A quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, interfere diretamente na produção de biomassa pela cultura do trigo, afetando direta e positivamente o rendimento e qualidade dos grãos (GUARIENTI et al., 2003). A quantidade de absorção da radiação solar, segundo Teruel e Smiderle (1999), depende do tamanho, forma, ângulo e orientação azimutal das folhas. Além disso, as cultivares respondem diferentemente a suplementação luminosa (ALMEIDA et al., 2002).

A relação entre a luz vermelha e luz vermelho extremo e a quantidade de radiação solar incidente sobre o dossel da planta age diretamente sobre o perfilhamento em plantas de trigo (VALÉRIO et al., 2009), sendo considerado o sinal do ambiente mais importante neste estágio (GAUTIER; GRANCHER; HAZARD, 1999). O incremento da intensidade de luz durante o desenvolvimento do trigo tem ação direta na taxa de crescimento e de perfilhamento em virtude de uma maior área fotossinteticamente ativa (VALÉRIO et al., 2009). Uma maior disponibilidade de luz vermelha, detectada precocemente pelas plantas, induz uma maior emissão de perfilhos em função da menor dominância apical do colmo principal sobre os

perfilhos (ALMEIDA et al., 2000). Além de maior emissão de perfilhos, observa-se aumento de sua massa seca e maior equilíbrio na distribuição de massa seca entre os perfilhos e o colmo principal (ALMEIDA, 1998).

O número de perfilhos também pode ser afetado pela área foliar, em nível de competição, reduzindo a superfície fotossinteticamente ativa, restringe-se a disponibilidade de carboidratos para sustentar a produção de perfilhos (ALMEIDA et al., 2004). Em elevadas densidades de plantas, com maior fechamento do dossel, ocorre a absorção de luz vermelha na parte superior e a luz vermelho extremo passa para as camadas inferiores reduzindo o perfilhamento em função da maior incidência de luz vermelho extremo (ALVES, 1998).

Além disso, as condições de luz do ambiente, influenciada pelo nível de competição estabelecido entre as plantas, promovem alterações na alongação do colmo e internós de planta (VALÉRIO et al., 2009).

A radiação solar nos estádios iniciais da cultura determina o número de espigas, espiguetas e flores, bem como, a interceptação e assimilações fotossintéticas no período de alongamento do colmo, interferem diretamente no número de espigas e o desenvolvimento de espiguetas (TERUEL e SMIDERLE, 1999). Durante o período de enchimento de grãos, menores densidades de radiação solar atuam negativamente na cultura, reduzindo a taxa fotossintética e conseqüentemente diminuindo o enchimento, o peso e o número de grãos (JUNGES, 2008).

#### 2.1.4.4 Fotoperíodo e Vernalização

Plantas de trigo são de dia longo, ou seja, aumentam a taxa de desenvolvimento com o aumento do fotoperíodo, provocando encurtamento do ciclo até a floração (RIBEIRO et al., 2009). A sensibilidade ao fotoperíodo se dá de maneira independente nas diferentes fases de desenvolvimento da planta de trigo e entre cultivares (RIBEIRO et al., 2009).

Em dias curtos, a taxa de surgimento de perfilhos aumenta (MIRALLES e RICHARDS, 2000) e o trigo responde com um aumento do número final de folhas, o que aumenta a longevidade das plantas (BROOKING; JAMIESON; PORTER, 1995). Esta adaptação da cultura possibilita a redução da taxa de desenvolvimento durante

o inverno e possibilita que a antese ocorra após o inverno quando as temperaturas são mais elevadas e o risco de geada é menor (ALBERTO, 2008).

A sensibilidade a vernalização é dependente da cultivar sendo que, cultivares de trigo de inverno e de primavera reagem de maneira diferencial a vernalização (LIMIN e FOWLER, 2002). Trigos de inverno mostram uma resposta clara e quase obrigatória a vernalização, e os trigos de primavera, mostram pequenas respostas a vernalização, porém, quando sensíveis, respondem mais rapidamente e necessitam de uma duração menor de dias de frio para estarem completamente vernalizados (TERUEL e SMIDERLE, 1999; LIMIN e FOWLER, 2002).

As temperaturas ótimas de vernalização são de 3°C para trigos de inverno e de 10°C para trigos de primavera (TERUEL e SMIDERLE, 1999) e geralmente 50 dias, em temperatura ótima, são suficientes para que as maiorias dos genótipos de trigo estejam completamente vernalizados (STRECK et al., 2003).

#### 2.1.4.5 Consumo de água e Umidade

O rendimento máximo e o completo desenvolvimento de plantas de trigo só são possíveis de ser obtidos quando há suprimento adequado de água em todo ciclo da cultura. Porém, em períodos não críticos, breves períodos de suprimento inadequado de água são compensados pela planta (TERUEL e SMIDERLE, 1999). Porém, pode haver redução no tamanho e número de perfilhos quando há deficiência de água antes da antese e morte dos perfilhos quando a deficiência ocorre após a antese (VALÉRIO et al., 2009).

O excesso de água também é prejudicial restringindo o metabolismo das raízes com interrupção do crescimento radicular quando o mesmo é submetido a 24 horas de inundação do solo, interferindo substancialmente na produtividade de grãos (MEYER et al., 1985).

O valor médio de consumo de água total pela planta de trigo é na ordem de 347,20 mm, sendo o consumo de água crescente até a fase de formação de grãos, quando a cultura apresenta uma demanda média de 5,48mm dia<sup>-1</sup> e diminui na fase de maturação. Porém estes valores podem diferir em função da singularidade das condições climáticas de cada região (LIBARDI e COSTA, 1997).

Altas umidades, acima de 90%, não são desejadas durante o ciclo de desenvolvimento da planta, pois favorece a ocorrência de doenças foliares, como ferrugem, giberela e hemintosporiose. Valores ótimos de umidade encontram-se abaixo de 70% e se correlacionam com uma boa produtividade deste cereal (GUARIENTE et al., 2003).

#### 2.1.5 Densidade de semeadura e Espaçamento entre linhas

O espaçamento entre linhas de semeadura e a população de plantas são práticas que afetam, principalmente, a competição entre as plantas pelos recursos do meio, fazendo com que ocorram modificações morfológicas e, por consequência acarretam efeitos sobre suas características agrônomicas. Quando há uma boa distribuição espacial das plantas aumenta-se a eficiência na interceptação da luz, porém, uma distribuição inadequada submete à cultura a uma competição maior por luz, água e nutrientes (CHEN et al., 2008; VALÉRIO et al., 2009).

A densidade de semeadura é uma das técnicas culturais que mais influenciam a produção de grãos, bem como outros caracteres agrônomicos na cultura do trigo (VALÉRIO et al., 2009). Assim, o potencial de rendimento do trigo pode ser otimizado melhorando a densidade de semeadura (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006). O trigo apresenta manutenção do rendimento de grãos, com diferentes densidades de plantio, em função de sua elevada capacidade de compensação em relação à falta ou excesso de um componente pelo ajuste nos demais componentes de rendimento de grãos (HOLEN et al., 2001). Porém, é importante salientar que diferentes cultivares de trigo respondem de maneira distinta a variação na densidade de semeadura em relação ao potencial de emissão, desenvolvimento e/ou sobrevivência de perfilhos, o que pode ser diretamente relacionado com a produtividade final na cultura do trigo (SILVEIRA et al., 2010).

Segundo Ozturk; Caglar e Bulut (2006) a competição entre plantas é determinante na produção de perfilhos, com implicações diretas no rendimento de grãos e seus componentes. Ainda, segundo os mesmos autores, a maximização do rendimento de grãos em relação à densidade de semeadura esta relacionada ao potencial de perfilhamento das diferentes cultivares, que de forma direta, influencia o número de espigas produzidas por unidade de área. Sendo assim, genótipos de trigo

com menor capacidade de perfilhamento são dependentes de elevada densidade de semeadura para manutenção do rendimento de grãos, pois possuem menor efeito compensatório. Porém, cultivares com elevado potencial de perfilhamento apresentam maior competição por luz e nutrientes, e, densidades elevadas diminuem a produção de perfilhos e são, portanto, dependentes do ajuste adequado da densidade de semeadura (VALÉRIO et al., 2008; VALÉRIO et al., 2009).

O trigo cultivado sob altas densidades de semeadura apresenta maior número de espigas por unidade de área em função do maior número de colmos atingido precocemente em relação a menores densidades (ALVES, 1998). Porém, nestas condições, os perfilhos apresentam menor número de grãos por espiga e elevada porcentagem de espiguetas inférteis (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006; SPARKES; HOLME; GAJU, 2006; VALÉRIO et al., 2009). Segundo Valério et al. (2008) a explicação para isto deve-se à grande competição, entre plantas, pelos recursos do ambiente durante seu desenvolvimento, além disso, em maiores densidades ocorre menor eficiência na radiação capturada, com menor conversão da radiação em assimilados (WHALEY et al., 2000). Almeida; Mundstock e Sangoi (2000) observaram que plantas de trigo que recebem luz de qualidade apresentam maior massa seca de perfilhos, em contrapartida, há modificação de alocação de massa seca entre o colmo principal e os perfilhos, em decorrência da alteração da qualidade da luz, plantas que recebem luz vermelho extremo em maior quantidade apresentam maior massa seca de colmos e menor massa seca de perfilhos, podendo assim, apresentar menor massa de grãos por espiga em consequência da menor alocação de massa para os perfilhos.

A cultura apresenta uma faixa de população de plantas recomendada que garante elevadas produções. Esta faixa depende de fatores genéticos das cultivares e aos tipos de clima e solo de cada região (CBPT, 2010). No Paraná, a densidade recomendada varia entre 200 a 400 sementes viáveis m<sup>2</sup>.

Zagonel et al. (2002), Ozturk; Caglar e Bulut (2006), Fernandes (2009) e Chen et al. (2008) avaliando diferentes densidades de semeadura em trigo, encontraram resultados onde, plantas, semeadas em maiores densidades apresentaram mais espigas por metro quadrado. Estes resultados também foram alcançados por Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009) trabalhando com as densidades de 150, 300, 450 e 600 sementes por m<sup>2</sup> com diferentes cultivares de trigo. Porém, estes autores verificaram que à medida que houve aumento na densidade de semeadura, o

número de espiguetas férteis reduziu significativamente em função da competição intraespecífica por luz, água e nutrientes.

Fontes et al. (1997) e Fontes et al. (2000) observaram que altas densidades de semeadura estão relacionadas com menor número de grãos por espiga. Estes resultados corroboram com os obtidos por Ozturk; Caglar e Bulut (2006) que observaram que a partir de 425 sementes  $m^2$  o número de grãos por espiga diminui consideravelmente. Além disso, Chen et al. (2008) verificaram que nas maiores densidades (323 e 430 sementes por  $m^2$ ) houve redução significativa do número de grãos por espiga. Porém, há compensação no rendimento de grãos associado com o maior número de espigas por metro quadrado (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006).

Acréscimo no rendimento de grãos em função do aumento da densidade de semeadura foi observado por Ozturk; Caglar e Bulut (2006) a partir de 525 sementes por  $m^2$  e também por Chen et al. (2008), porém, neste, os autores observaram similaridade no rendimento de grãos a partir da densidade de 215 sementes por  $m^2$ . Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira et al. (2010) onde os maiores valores de rendimento foram obtidos nas densidades de 350, 500 e 600 sementes por  $m^2$ . Valério et al. (2008) verificaram que cultivares com baixa capacidade de perfilhamento respondem melhor, com aumento na produção de perfilhos, ao aumento da densidade de semeadura, enquanto que, cultivares com alto potencial de perfilhamento respondem negativamente ao aumento da densidade. Fontes et al., (1997) observaram redução linear na produção, com a cultivar EMBRAPA-22 com o aumento da densidade. Além disso, Fontes et al. (2000), também trabalhando com a cultivar EMBRAPA-22, verificaram que a variação na densidade de semeadura não influenciou a produção de grãos, mas o seu aumento reduziu o índice de perfilhamento. Fato também observado por Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009).

A altura de plantas parece não ser influenciada pelo aumento da densidade de plantas, como observado por Ozturk; Caglar e Bulut (2006), trabalhando com densidades entre 325 a 625 sementes por  $m^2$ , e por Trindade et al. (2006), com densidades entre 270 a 370 sementes por  $m^2$ . Porém, as plantas apresentam tendência geral ao estiolamento quando o espaçamento entre linhas e a densidade de semeadura são aumentados. Possivelmente em função da competição pela luz devido à redução da distância entre plantas na linha propiciar maior sombreamento (FONTES et al., 2000).

De acordo com a CBPT (2010) o espaçamento entre linhas de plantas de trigo normalmente usado pelos agricultores é de 17 cm, embora outros espaçamentos sejam possíveis, porém, não devem ultrapassar 20 cm.

Fontes et al. (1997) e Fontes et al. (2000), trabalhando com diferentes espaçamentos entre linhas e densidade de plantas, observaram que o espaçamento entre linhas influenciou a produção de grãos. O aumento no espaçamento entre linhas ocasionou perdas significativas na produção de grãos, obtendo o maior rendimento, com a cultivar EMRAPA-22, com o espaçamento de 16 cm.

Chen et al. (2008) observaram que o menor espaçamento entre linhas testado (15 cm) contribuiu para uma maior biomassa nas plantas, maior rendimento de grãos, maior índice de colheita, maior número de espigas e maior número de perfilhos em plantas de trigo. Os autores descrevem que em menor espaçamento ocorre maior uniformidade espacial das plantas dentro da linha e assim, as plantas tendem a otimizar a utilização dos recursos nutricionais bem como, melhorar a interceptação de luz pelo dossel.

A relação entre o número de grãos e a produtividade é bastante complexa. Para diferentes condições de solo, clima, cultivar e tratos culturais, há um número de plantas por unidade de área, em determinado espaçamento entre linhas, que conduz a mais alta produtividade. Assim, a identificação de qual densidade de semeadura é mais responsiva bem como, o espaçamento entre linhas ideal, podem determinar o máximo rendimento de grãos, com o balanço ótimo dos componentes do rendimento, sem o risco de ter excesso ou falta de plantas (VALÉRIO et al., 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2010 e 2011 em uma propriedade rural no município de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Estado do Paraná, situada a uma latitude de 24° 33'40''S e longitude de 54°04'00'' W, com altitude de 410 metros. De acordo com a Embrapa (2006) o solo predominante é do tipo LATOSSOLO VERMELHO eutroférico.

O clima local, classificado segundo Köppen, é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29°C e a anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam entre 1600 e 1800 mm, com o trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro) apresentando totais variando entre 400 e 500 mm (IAPAR, 2008).



**Figura 01:** Imagem aérea retirada a 3,61 km de altitude da propriedade rural no Distrito de Iguaporã, Marechal Cândido Rondon, PR, 2012.

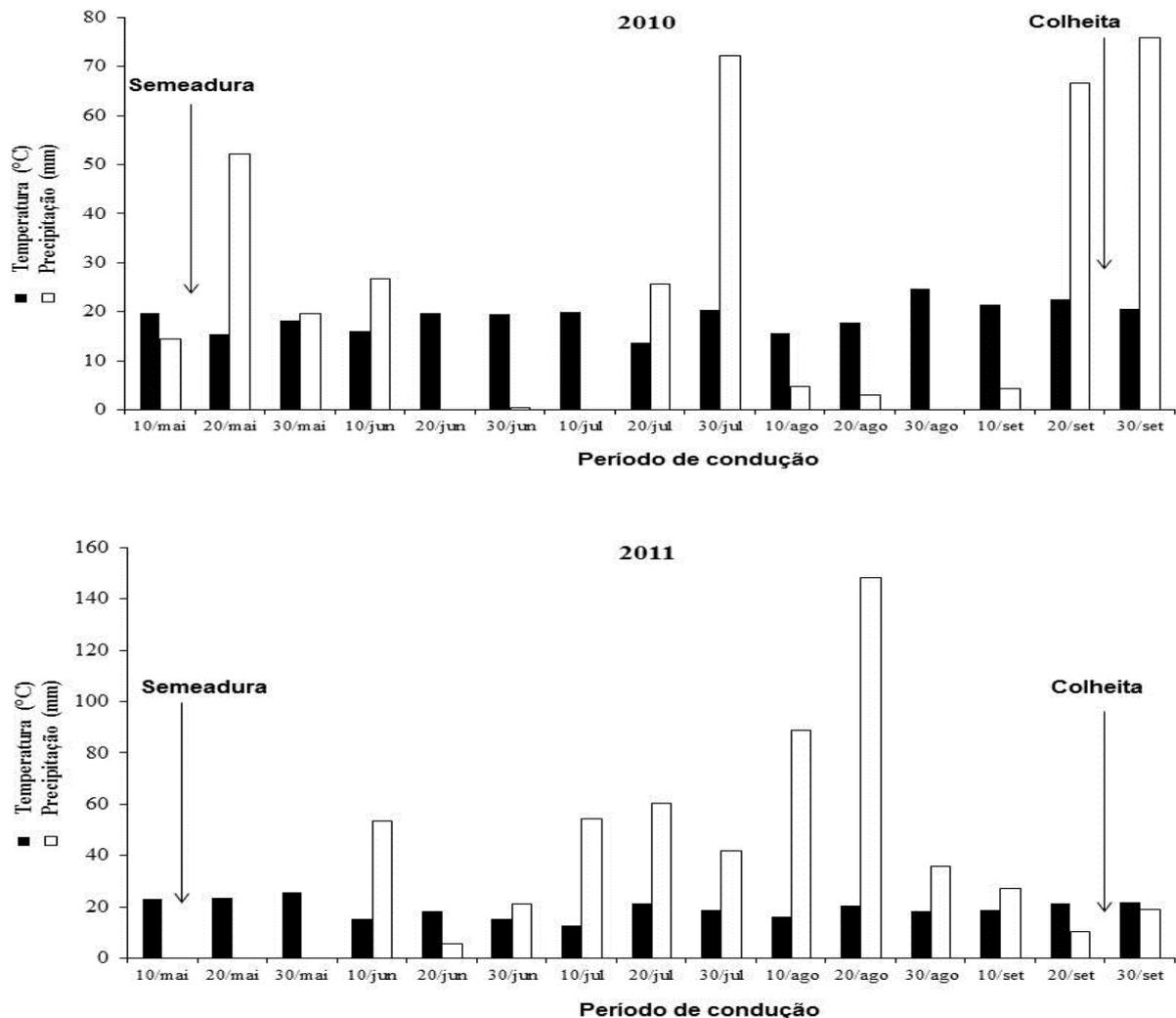
Na tabela 1 são apresentados os resultados das análises químicas do solo da área, para 0-10 cm de profundidade.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-10 cm. Marechal Cândido Rondon 2010.

Descrição	M.O g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> -----	Al <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	P	V(%)
			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						mg dm <sup>-3</sup>	
0-10cm	28,43	5,69	3,76	0,00	9,38	2,72	1,34	17,20	8,43	78,14

O solo da propriedade se enquadra na classe textural Argiloso, apresentando 64,08 g Kg<sup>-1</sup> de areia, 492,92 g Kg<sup>-1</sup> de silte e 443,0 g Kg<sup>-1</sup> de argila.

Os valores de temperatura e pluviosidade durante o período de condução dos experimentos são apresentados na figura 2.



**Figura 02:** Dados de meteorológicos da área experimental, UNIOESTE/CCA, durante as safras 2010 e 2011, no município de Marechal Cândido Rondon – PR.

### **3.2 Descrição do material vegetal**

Foi utilizado a cultivar de trigo BRS 208 (Embrapa). Esta cultivar destaca-se pela resistência às principais doenças do trigo, principalmente, à ferrugem da folha, às manchas foliares e ao oídio.

Apresenta ciclo médio. No Paraná, o espigamento ocorre, aos 67 dias, em média, a partir da emergência, e a maturação aos 123 dias. É tolerante ao alumínio tóxico do solo e moderadamente resistente ao acamamento. Apresenta qualidade industrial relativamente estável nos diferentes ambientes, sendo classificada como trigo pão. O potencial produtivo da cultivar é superior a 4.000 Kg ha<sup>-1</sup> tendo apresentado elevados rendimentos com pouco uso de fungicidas. Quanto a doenças, sugere-se atenção especial no controle da brusone e giberela, em ambientes favoráveis a sua ocorrência.

### **3.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 4 com quatro blocos. O primeiro fator foi constituído por 3 espaçamentos (13, 17 e 21 cm entre linhas) e o segundo fator constituído por 4 densidades de sementes (200, 300, 400 e 500 sementes m<sup>2</sup>), conduzidos durante as safras de 2010 e 2011. Cada experimento foi constituído de 48 parcelas de 2 x 6 m, com 12 m<sup>2</sup> de área.

### **3.4 Implantação e condução dos experimentos**

O experimento foi instalado no período de maio a setembro de 2010 e 2011. O solo da área em estudo encontrava-se em sistema de plantio direto há 20 anos e teve como cultura antecessora a soja. Antes da implantação do experimento realizou-se a dessecação do material vegetal presente na área com a aplicação do herbicida glyphosate (1.560 g ha<sup>-1</sup> do i.a).

A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada levando-se em consideração a análise de solo e as recomendações para a cultura segundo (IAPAR 1998), aplicando-se 250 Kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 08-20-20.

A adubação de cobertura foi realizada com uréia na dose de 150 Kg ha<sup>-1</sup> no início do perfilhamento. Durante a condução dos experimentos foi realizada a aplicação com herbicida pós-emergente *metsulfuom-metilico* na dose de 6,6 g ha<sup>-1</sup> no controle das principais plantas daninhas. Foram realizadas aplicações com inseticida *dimetoato* na dose de 0,630 L ha<sup>-1</sup> e *clorpirifós* na dose de 0,75 L ha<sup>-1</sup> para controle de pulgão e lagarta. Para controle de doenças utilizou-se duas aplicações de fungicida, sendo uma de 0,8 L ha<sup>-1</sup> de *piraclostrobina + epoxiconazol* e uma de 0,75 L ha<sup>-1</sup> de *propiconazole*.

A colheita das parcelas foi realizada manualmente no mês de setembro de 2010 e 2011, momento em que a cultura se encontrava em estágio final de maturidade fisiológica. Para retirada das amostras utilizou-se uma área útil de 1 m<sup>2</sup> de cada parcela.

### 3.5 Variáveis analisadas

#### 3.5.1 Matéria seca de plantas

Ao final do ciclo da cultura foram coletadas as plantas de 1m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela para a determinação da matéria seca.

As amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, levadas ao laboratório e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 C°, até atingirem massa constante. Posteriormente as amostras foram pesadas em balança analítica de precisão 0,001g.

#### 3.5.2 Número de perfilhos viáveis

Para essa avaliação foram coletadas as plantas existentes em 1m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela, sendo realizada a contagem total do número de perfilhos e o número de perfilhos inviáveis.

### 3.5.3 Altura de plantas

A altura de plantas foi medida no estágio final de maturação das plantas com o auxílio de uma régua graduada, e foi definida como sendo à distância (cm) do nível do solo ao ápice das espigas, excluindo-se as aristas, medindo-se 10 plantas ao acaso de cada parcela útil.

### 3.5.4 Componentes de produção e produtividade

#### 3.5.4.1 Número de espigas por metro quadrado

Na ocasião da colheita, foi determinado por meio de contagem, o número de espigas por metro quadrado de cada parcela, realizando-se a contagem de todas as espigas férteis existentes em 1m<sup>2</sup>.

#### 3.5.4.2 Peso de espiga

Obtido a partir da pesagem de todas as espigas coletadas em 1m<sup>2</sup> da parcela útil.

#### 3.5.4.3 Avaliações de espigas e grãos

Após a colheita, foram separadas 10 espigas de trigo de cada parcela, que foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados e levados para o laboratório, para as seguintes determinações:

- Comprimento de espiga: Considerando o comprimento médio das espigas, em centímetro, excluindo-se as aristas.

- Número de espiguetas por espiga: Determinado a partir da contagem de todas as espiguetas com grãos da espiga.
- Número de grãos por espiga: Obtido a partir da divisão do número de grãos pelo número de espigas.

#### 3.5.4.4 Massa de 100 grãos

Foi avaliado através da coleta ao acaso e pesagem de oito amostras de 100 grãos de cada parcela (BRASIL, 2009).

#### 3.5.4.5 Peso hectolítrico (PH)

Foi avaliada em balança especial para massa hectolítrica de 0,25L, com o teor de água dos grãos corrigidos para 13% de umidade, sendo utilizada uma amostra de cada parcela experimental.

#### 3.5.4.6 Produtividade

Foi determinada por meio da coleta de 1m<sup>2</sup> da área útil de cada parcela. Estas foram cortadas e submetidas à trilhagem mecânica, sendo os grãos pesados e os valores obtidos corrigidos para 13% de umidade.

#### 3.5.5 Custo de produção

A análise econômica de custos foi adaptada da metodologia proposta por Martin et al. (1994), sendo constituída pela soma dos seguintes componentes:

- a) Custo de implantação da cultura, que são os custos de hora máquina;
- b) Custo das sementes;
- c) Custo da adubação;
- d) Custo dos químicos aplicados;

- e) Custo de colheita;
- f) Custo de transporte do produto.

Para determinar a lucratividade da cultura do trigo foram calculados:

- a) Custo total de implantação e colheita da cultura = soma dos custos de implantação, custo das sementes, custo da adubação, custos com agrotóxicos, custo de colheita e custo com o transporte do produto;
- b) Faturamento bruto = Produtividade multiplicada pelo valor do Kg do produto no mercado atual;
- c) Relação custo/benefício.

#### 3.5.6 Análise estatística

Foi realizada a análise conjunta dos dados coletados durante as duas safras (2010 e 2011). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando o valor foi significativo ao nível de 5 ou 1% de probabilidade, foi aplicado o teste Tukey para comparação das médias. Foi realizada a análise de regressão quando o teste F foi significativo para densidade de semeadura. Para a análise estatística foi utilizado o programa SAEG 9.1.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 é apresentado o resumo da análise de variância das características agrônômicas avaliadas. Os caracteres, altura de plantas, produtividade, peso hectolítrico e massa seca de plantas foram influenciados apenas pelo fator ano de plantio. Para a variável massa de espigas por m<sup>2</sup> foi verificado efeito significativo apenas para o fator espaçamento entre linhas. Já em relação ao fator densidade de semeadura, houve respostas significativas para as variáveis de número de espigas por m<sup>2</sup>, número de grãos em dez espigas, comprimento de espiga, número de espiguetas por espiga e massa de cem grãos. Quanto ao número de perfilhos evidenciou-se efeito isolado e de interação entre os fatores espaçamento e densidade, bem como, interação entre os três fatores testados (A x E x D). Já em relação ao número de perfilhos inviáveis houve efeito significativo para o fator densidade de semeadura (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (H), massa de espigas por m<sup>2</sup> (MESP), número de espigas por m<sup>2</sup> (NESP), produtividade (PROD), peso hectolítrico (PH), número de grãos em dez espigas (NGDEZ), comprimento de espiga (CESP), número de espiguetas pro espiga (NESP), massa de cem grãos (MCEM), número de perfilho (NPER), número de perfilhos inviáveis (NPERin) e massa seca das plantas (MS), cultivar BRS 208, em função dos espaçamentos, densidades de plantas e dois anos de implantação do experimento. Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.

F.V.	G.L.	Quadrado médio					
		H	MESP	NESP	PROD	PH	NGDEZ
B/A	6	30,52**	1292,5*	747,3 <sup>ns</sup>	100070,1**	0,65 <sup>ns</sup>	359,3 <sup>ns</sup>
Ano (A)	1	73,32**	54,3 <sup>ns</sup>	57,0 <sup>ns</sup>	2253073,0**	130,9**	0,01 <sup>ns</sup>
Esp (E)	2	5,19 <sup>ns</sup>	1921,3*	1346,9 <sup>ns</sup>	53456,2 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	47,2 <sup>ns</sup>
Dens (D)	3	1,45 <sup>ns</sup>	255,9 <sup>ns</sup>	21456,9**	55596,4 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	11938,6**
AxE	2	4,75 <sup>ns</sup>	85,8 <sup>ns</sup>	509,6 <sup>ns</sup>	11258,7 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	255,0 <sup>ns</sup>
AxD	3	3,01 <sup>ns</sup>	159,7 <sup>ns</sup>	106,2 <sup>ns</sup>	9598,0 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	310,8 <sup>ns</sup>
ExD	6	8,88 <sup>ns</sup>	142,4 <sup>ns</sup>	1043,1 <sup>ns</sup>	13148,4 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	191,9 <sup>ns</sup>
AxExD	6	5,22 <sup>ns</sup>	65,5 <sup>ns</sup>	119,7 <sup>ns</sup>	2867,8 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	209,2 <sup>ns</sup>
Resíduo	66	7,97	427,9	660,0	24045,3	0,69	235,3
C.V. (%)		3,87	5,64	6,28	5,69	1,10	5,52
Média geral		73,01	366,78	408,88	2725,20	75,69	277,70

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		CESP	NESPIG	MCEM	NPER	NPERin

B/A	6	0,100 <sup>ns</sup>	0,568 <sup>ns</sup>	0,070 <sup>**</sup>	101,91 <sup>ns</sup>	384,99 <sup>ns</sup>	942,08 <sup>ns</sup>
Ano (A)	1	0,002 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	425,04 <sup>*</sup>	22,04 <sup>ns</sup>	3596004,0 <sup>**</sup>
Esp (E)	2	0,009 <sup>ns</sup>	0,055 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	792,95 <sup>**</sup>	1470,12 <sup>ns</sup>	22050,0 <sup>*</sup>
Dens (D)	3	2,188 <sup>**</sup>	12,271 <sup>**</sup>	0,223 <sup>**</sup>	59177,2 <sup>**</sup>	8955,46 <sup>**</sup>	2119,44 <sup>ns</sup>
AxE	2	0,017 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	11,18 <sup>ns</sup>	776,29 <sup>ns</sup>	8179,17 <sup>ns</sup>
AxD	3	0,044 <sup>ns</sup>	1,086 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	261,57 <sup>ns</sup>	103,90 <sup>ns</sup>	2212,50 <sup>ns</sup>
ExD	6	0,034 <sup>ns</sup>	0,060 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	489,53 <sup>**</sup>	961,46 <sup>ns</sup>	3173,61 <sup>ns</sup>
AxExD	6	0,117 <sup>ns</sup>	0,229 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	324,89 <sup>**</sup>	155,74 <sup>ns</sup>	5616,67 <sup>ns</sup>
Resíduo	66	0,059	0,395	0,019	100,86	669,74	6573,29
C.V. (%)		4,02	4,57	4,04	2,18	43,63	2,24
Média geral		6,04	13,77	3,39	467,33	59,31	3642,50

ns = Não significativo; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* = Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

As médias de massa de espiga por m<sup>2</sup> são apresentadas na Tabela 3. Para essa variável foi verificado efeito significativo em relação aos espaçamentos entre linhas (13, 17 e 21 cm). Pode-se evidenciar que a utilização do espaçamento de 13 cm entre linha resultou em maior massa de espiga (374,12 g m<sup>2</sup>) quando comparado ao espaçamento de 21 cm (358,68 g m<sup>2</sup>), porém, em relação às linhas espaçadas em 17 cm (367,54 g m<sup>2</sup>) não houve diferença significativa.

Em relação à quantidade de massa seca de planta por hectare, podem ser destacados os valores dos espaçamentos de 13 e 17 cm (3661,25 e 3653,75 Kg h<sup>-1</sup>, respectivamente), sendo estes significativamente superiores em relação ao espaçamento de 21 cm (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios de massa de espiga por m<sup>2</sup> (MESP) e massa seca de plantas (MS), cultivar BRS 208, em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.

Espaçamento	MESP	MS
	(g)	(Kg ha <sup>-1</sup> )
13 cm	374,12 a	3661,25 a
17 cm	367,54 ab	3653,75 a
21 cm	358,68 b	3612,5 b
DMS	12,63	48,00

Médias não seguidas da mesma letra minúscula na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Segundo a Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale - CBPT (2010), o espaçamento mais utilizado entre os produtores de trigo é de 17 cm, embora outros espaçamentos sejam possíveis, porém, não devem ultrapassar 20 cm.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que houve influência do espaçamento apenas em dois caracteres avaliados (Tabela 3), porém, pode se destacar que os espaçamentos de 13 e 17 cm, resultaram em plantas com espigas mais pesadas e com maior massa seca.

Resultados semelhantes foram obtidos por Chen et al. (2008), observando que o espaçamento entre linha mais reduzido (15 cm) contribuiu para uma maior biomassa nas plantas de trigo. Também, Fontes et al. (1997) e Fontes et al. (2000), ao trabalharem com diferentes espaçamentos entre linhas, observaram que o aumento do espaçamento resultou em perda de produtividade, tendo esses autores obtido maior rendimento para a cultivar BRS 22 semeada com espaçamento de 16 cm entre linhas.

Em menor espaçamento ocorre maior uniformidade espacial das plantas dentro da linha e assim, as plantas tendem a otimizar a utilização dos recursos nutricionais bem como, melhorar a interceptação de luz pelo dossel (CHEN et al., 2008).

Na tabela 4 são apresentados os valores médios do número de perfilhos por  $m^2$  em função dos diferentes espaçamentos, densidades e anos agrícolas avaliados. No ano agrícola de 2010, pode se observar o efeito de interação entre os diferentes espaçamentos e densidades de semeadura, tendo o espaçamento de 13 cm entre linhas quando utilizado na densidade de 200 sementes  $m^2$  resultado em maior número de perfilhos por  $m^2$  (429,50) em relação aos demais espaçamentos testados. Já na densidade de 500 sementes por  $m^2$  os espaçamentos de 13 e 17 cm entre linhas resultaram em menor número de perfilhos  $m^2$  quando comparados ao espaçamento de 21 cm (550,25). Na comparação dos demais espaçamentos não houve diferença significativa.

Já em relação ao efeito das diferentes densidades de semeadura, pode se observar que nos dois anos de condução do experimento (2010 e 2011) que a maior densidade testada (500 sementes  $m^2$ ) resultou em maior número de perfilhos por  $m^2$ . No entanto, é válido ressaltar que na densidade de 500 sementes por  $m^2$ , é observado em torno de 520, 532 e 550 perfilhos por  $m^2$ , para os espaçamentos de 13, 17 e 21 cm, respectivamente, ou seja, na média, uma planta produziu um pouco mais de 1,0 perfilho, ao passo que na densidade de 200 sementes por  $m^2$  observa-se, para estes espaçamentos, valor médio de 415 perfilhos por  $m^2$ , ou seja, uma planta produziu em média, mais de 2 perfilhos. Assim, observa-se que ocorre uma

diminuição do número de perfilhos por planta à medida que aumenta a densidade de semeadura. Darwinkel (1978), Galli (1996), Alves (1998), Zagonel et al. (2002), Evers et al. (2006) e Fernandes (2009), também obtiveram redução no número de perfilhos em função do aumento da densidade de semeadura.

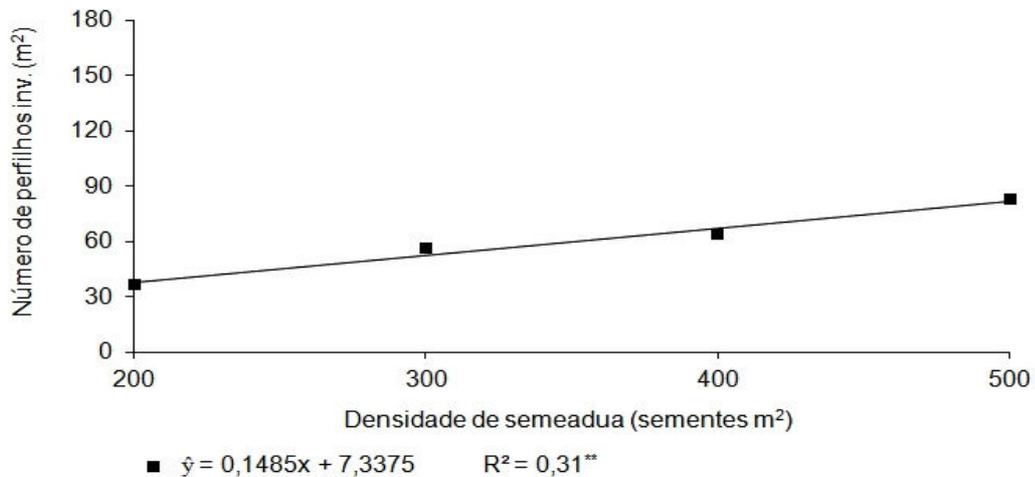
É importante salientar que diferentes cultivares de trigo respondem de maneira distinta ao aumento da densidade de semeadura em relação ao potencial de emissão, desenvolvimento ou sobrevivência de perfilhos (SILVEIRA et al., 2010). Efeito esse que possivelmente pode ter ocorrido no presente estudo, em função das características da cultivar utilizada.

**Tabela 4.** Valores médios para o número de perfilhos  $m^2$ , cultivar BRS 208, em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, densidades e anos agrícolas (2010 e 2011), Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.

Ano agrícola	Densidade (sementes $m^2$ )	Espaçamento (cm)		
		13,0	17,0	21,0
2010	200	429,50 cA	400,75 dB	399,00 dB
	300	447,00 bcA	443,00 cA	451,75 cA
	400	464,75 bA	465,25 bA	480,25 bA
	500	519,25aB	532,00 aB	550,25 aA”
2011	200	417,75 dA	415,50 dA”	411,75dA
	300	456,50 cA	447,50 cA	462,25 cA
	400	476,50 bA	472,00 bA	488,25 bA
	500	532,00 aA	520,75 aA	532,50 aA
DMS	Espaçamento		18,70	
	Densidade		17,01	
	Ano		14,17	

Médias que apresentam ” e médias não seguidas da mesma letra minúscula na coluna (densidades) e maiúscula na linha (espaçamentos) diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

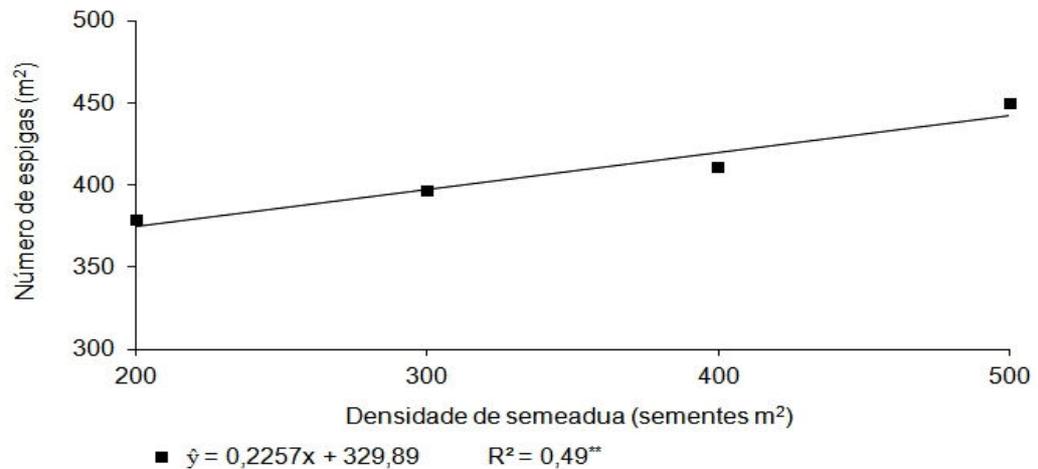
Foi verificado um comportamento linear crescente para o número de perfilhos inviáveis por  $m^2$  à medida que aumenta a densidade de semeadura, independentemente do espaçamento utilizado (Figura 3). Os resultados demonstraram que o maior número de sementes por  $m^2$  fez com que as plantas de trigo aumentassem sua capacidade de gerar perfilhos improdutivos.



**Figura 3.** Número de perfilhos inviáveis de trigo por m<sup>2</sup> da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009) que observou menor número de espiguetas férteis com o aumento da densidade de semeadura. Segungo Sparkes; Holme e Gaju (2006) a qualidade de luz incidida sobre a planta é um fator chave na morte de perfilhos, sendo que, com o aumento da densidade há uma elevada incidência de luz vermelho extremo na parte inferior das plantas reduzindo a qualidade da luz absorvida pela planta (ALVES, 1998). Nesse sentido, o aumento no número de sementes por área pode levar a competição entre as plantas e, assim, a um conseqüente aumento no número de perfilhos inviáveis por área (OZTURK; CAGLAR e BULUT, 2006).

Encontra-se na Figura 4, o efeito da densidade de semeadura em relação ao número de espigas por m<sup>2</sup>. Os espaçamentos de 13, 17 e 21 cm entre linha não diferiram entre si, apresentaram uma tendência linear crescente no número de espigas por m<sup>2</sup> com o aumento da densidade de semeadura, de acordo com o ajustamento das análises de regressão ( $R^2=0,49$ ).



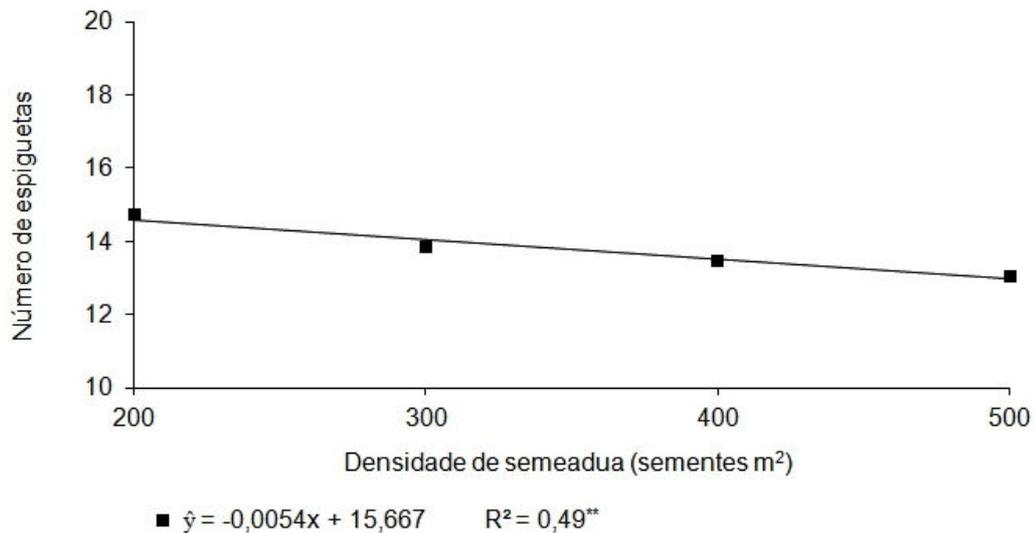
**Figura 4.** Número de espiga de trigo por m<sup>2</sup> da cultivar BRS 208, em função das densidades de sementeira de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.

Estes resultados coincidem com os obtidos por Zagonel et al. (2002), Ozturk; Caglar e Bulut (2006) e Chen et al. (2008) trabalhando com diferentes densidades de sementeira (55, 75 e 112 sementes por m<sup>-1</sup>), onde verificaram um aumento no número de espigas por área em função do aumento do número de sementes por metro. Também, Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009) trabalhando com as densidades de 150, 300, 450 e 600 sementes por m<sup>2</sup> com diferentes cultivares de trigo verificaram um incremento significativo para o número de espigas por área. Nesse sentido, Fernandes (2009), verificou o mesmo comportamento para a cultivar BRS 208, em relação ao aumento da densidade de sementes por m<sup>2</sup>.

Já em relação ao número de espiguetas por espiga (Figura 5), houve efeito contrário ao obtido para o número de espigas por m<sup>2</sup> (Figura 4), tendo essa variável, demonstrado um comportamento linear decrescente em função do aumento do número de sementes por m<sup>2</sup> com médias variando de 14,5 e 13,2 espiguetas por espiga para a menor e maior densidade testadas, respectivamente (Figura 5).

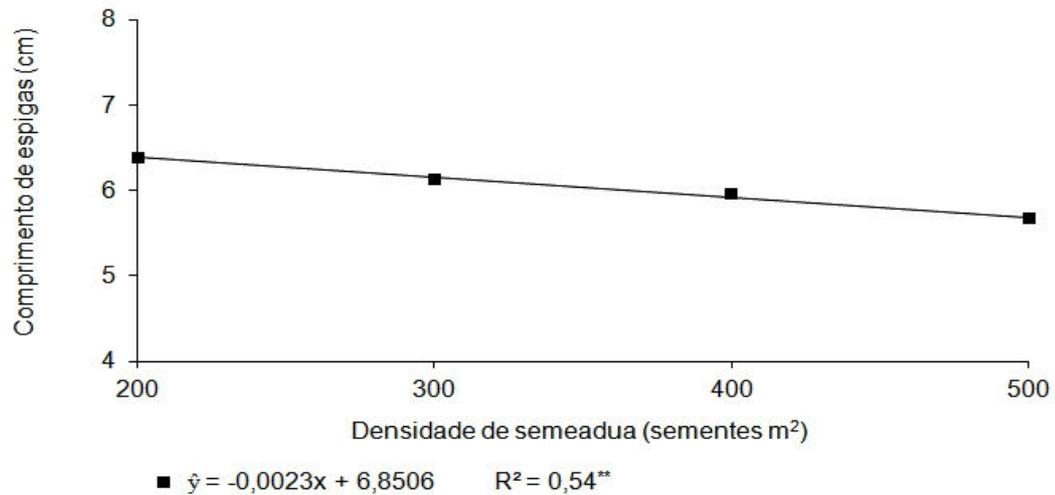
Resultados que corroboram com os obtidos no presente estudo foram obtidos por Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009) e Fernandes (2009) onde obtiveram menores médias de espiguetas por espigas em função do aumento da densidade de plantas. Assim a redução do número de espiguetas por espiga, pode ser uma

consequência da competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, decorrente do maior número de sementes por área (ZAGONEL et al., 2002).



**Figura 5.** Número de espiguetas por espiga de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.

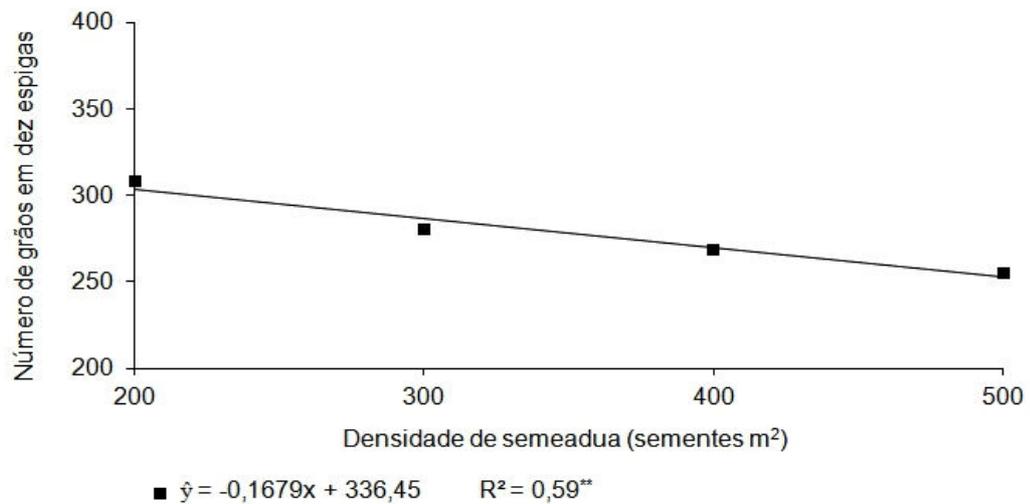
Os valores médios de comprimento de espiga diminuiram linearmente em função das densidades testadas, porém em relação aos diferentes espaçamentos não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 6). A população de plantas influenciou negativamente no comprimento de espiga variando de 6,2 a 5,8 cm para as densidades de 200 a 500 sementes por m<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6.** Comprimento de espiga de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.

Resultados semelhantes foram obtidos por Teixeira Filho et al. (2008) e Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009), onde verificaram redução no comprimento das espigas de trigo em função do aumento da densidade de sementes por m<sup>2</sup>.

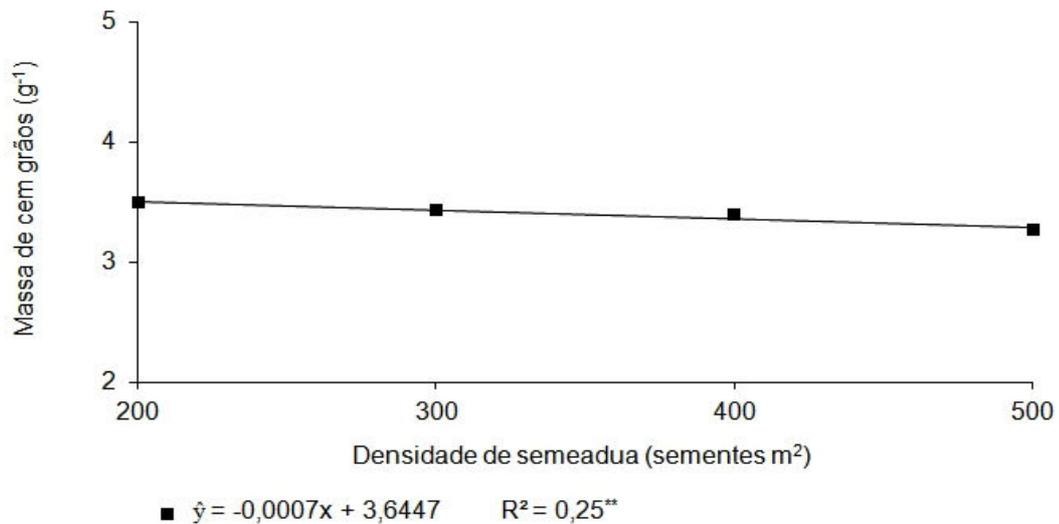
Em relação ao número de grãos em dez espigas (Figura 7), pode-se verificar que essa variável obteve um comportamento similar ao comprimento de espiga (Figura 6), onde se verificou uma redução linear em função das densidades de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, com valores de 303,3, 281,2, 272,2 e 254,2 sementes em dez espigas, respectivamente.



**Figura 7.** Número de grãos em dez espigas de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.

Da mesma forma, Fontes et al. (1997), Fontes et al. (2000), Teixeira Filho et al. (2008), Valério et al. (2008), e Alvarenga; Sobrinho e Santos (2009) trabalhando com diferentes densidades de semeadura na cultura do trigo, verificaram comportamento linear negativo para o número de grãos por espiga em função do aumento da densidade de semeadura. A interceptação de radiação solar pelas folhas fotossinteticamente ativas é um fator primordial e que pode refletir diretamente na quantidade e na qualidade dos grãos (GUARIENTI et al., 2003). Assim, no presente estudo, o aumento do número de sementes por área, resultou em um maior número de plantas, o que pode ter influenciado diretamente na radiação solar absorvida pelo dossel, refletido significativamente na redução do número de grãos produzidos pelas plantas.

Na avaliação da massa de cem grãos de trigo da cultivar BRS 208, não foram observados efeitos significativos em função dos espaçamentos, mas apenas em função das diferentes densidades testadas (Figura 8), tendo essa demonstrado comportamento linear decrescente em função do aumento do número de sementes por área.



**Figura 8.** Massa de cem grãos de trigo da cultivar BRS 208, em função das densidades de semeadura de 200, 300, 400 e 500 sementes por m<sup>2</sup>, Marechal Cândido Rondon, safra 2010 e 2011.

Da mesma maneira, Fernandes (2009) e Zagonel et al. (2002) verificaram que o aumento na densidade de semeadura, resultou na redução da massa de cem grãos. Estes autores conferem essa diminuição à competição existente em função do aumento na densidade de semeadura das sementes.

Os resultados de produtividade, peso hectolítrico, altura de plantas, número de perfilhos por m<sup>2</sup> e massa seca de plantas, em relação ao ano agrícola encontra-se na Tabela 5. As produtividades obtidas nos dois anos de cultivo, responderam dentro das expectativas para a região Oeste do Estado do Paraná, alcançando valores médios de 2572,02 e 2878,52 kg ha<sup>-1</sup>, para os anos de 2010 e 2011, respectivamente. Porém, quando comparadas às médias de produtividade evidenciou-se que o ano de 2011 obteve melhor resposta, tendo obtido valor significativamente superior ao ano de 2010. O plantio realizado em 2011, também resultou em valores significativamente superiores para as variáveis de peso hectolítrico (73,94%), altura de plantas (73,94 cm), número de perfilhos por m<sup>2</sup> (469,44), bem como, para a massa seca de planta (3836,04 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 5).

O que pode se observar na tabela 5, é que para o ano de 2011 as médias de peso hectolítrico, número de perfilhos, massa seca das plantas de trigo e produtividade final da cultura foram superiores em relação ao ano de 2010. Estes

resultados podem ser explicados em função da maior regularidade de precipitação em 2011 ou ainda, da existência de precipitação no período final de enchimento de grãos e maturação da cultura, sendo esse o período compreendido aproximadamente entre vinte e dez dias antes da colheita, indicando que essa variável meteorológica influenciou no rendimento da cultura durante o primeiro ano de cultivo (2010), dados estes que pode ser observados na figura 2.

Hirano (1976) relata que a ocorrência de chuvas 20 dias antes da colheita pode resultar em decréscimo no enchimento dos grãos, bem como, influenciar negativamente no peso hectolítrico, sendo esses efeitos consequentes da redução do potencial fotossintético e do aumento da respiração. Nesse sentido, Reichardt (1985) explica que sob condições de elevada umidade, o processo de difusão torna-se lento o que reduz substancialmente a perda de água pela planta. Essa redução no fluxo de água tende então a reduzir a absorção de nutrientes e de fotoassimilados, como, carboidratos e aminoácidos, responsáveis pelo enchimento dos grãos. Também Mellado; Maldonado e Granger (1985) verificaram a redução do peso hectolítrico em função de mudanças contínuas na umidade dos grãos, decorrentes do excesso de chuvas antes da colheita. Resultados estes justificados por Finney e Yamazaki (1967) que discutem que grandes variações de umidade dos grãos de trigo, tendem a reduzir o peso hectolítrico e consequentemente a produtividade da cultura. Assim, esses efeitos podem explicar as diferenças obtidas nos componentes citados anteriormente nos dois anos de cultivo do presente estudo.

**Tabela 5.** Valores médios de produtividade (PROD), peso hectolítrico (PH), altura de planta (H), número de perfilhos (NPERF) e massa seca de plantas (MS), cultivar BRS 208, em dois anos de plantio, Marechal Cândido Rondon, safras 2010 e 2011.

Ano agrícola	PROD kg ha <sup>-1</sup>	PH %	H Cm	NPERF --	MS kg ha <sup>-1</sup>
2010	2572,02 b	74,62 b	72,23 b	465,23 b	3448,96 b
2011	2878,52 a	77,10 a	73,94 a	469,44 a	3836,04 a
DMS	67,97	0,36	1,20	4,09	33,15

Médias não seguidas da mesma letra minúscula na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

A qualidade do produto final, bem como, a produtividade é resultante da interação do conjunto tecnológico adotado e condições ambientais, que pode melhorar ou diminuir a expressão desse potencial (TRINDADE et al., 2006).

As respostas obtidas para a produção de grãos no presente estudo evidenciou uma relação direta dependente do desempenho de cada componente de produção avaliado. De maneira geral o que se pode observar em relação aos resultados obtidos na análise das safras de 2010 e 2011, foi que altas densidades de semeadura responderam significativamente para as variáveis diretamente relacionadas com o aumento do número de sementes por  $m^2$ , ou seja, no número de perfilhos por área e espigas por área avaliada. Entretanto, essas respostas não refletiram nos componentes mais importantes de produção, massa de grãos e produtividade, bem como, pode-se verificar um reflexo negativo para componentes de grãos por espiga e espiguetas por espiga.

Os valores referentes ao custo de produção da cultura, produtividade, receita bruta e relação custo benefício para os dois anos de implantação do experimento, encontram-se nas Tabelas 6 e 7. Em relação ao custo total de produção, observa-se na Tabela 6, que os custos com sementes variaram de R\$ 70,00 na densidade de 200 sementes por  $m^2$ , até R\$ 175,00 para a densidade de semeadura de 500 sementes por  $m^2$  sendo este o fator decisivo no lucro final e na relação custo benefício, tendo em vistas que para os demais investimentos de implantação não houve variação nos custos.

A maior margem de lucro foi obtida para a semeadura do trigo realizada no espaçamento de 13 cm e densidade de 200 sementes por  $m^2$ , tendo alcançado o valor de R\$ 313,73 por hectare, bem como, este espaçamento obteve o maior índice de custo benefício (0,35). Os espaçamentos de 17 e 21 cm na densidade de 200 sementes por  $m^2$  alcançaram os valores de R\$ 284,73 e R\$ 250,73, respectivamente. Tendo estes valores sido superiores quando comparados com os demais métodos de manejo utilizados na semeadura do trigo (Tabela 7).

Uma análise geral dos lucros e da relação custo/benefício (Tabela 7), obtidos em função dos diferentes espaçamentos e densidades de semeadura, demonstrou que nas condições de realização do presente estudo, a utilização de densidades maiores que 200 sementes por  $m^2$  e espaçamento entre linhas acima de 13 cm, resultaram em menor lucratividade e conseqüentemente menor índices de relação custo/benefício, isto por que, o investimento em sementes realizado em função das densidades de 300, 400 e 500 sementes por  $m^2$ , não resultaram no incremento da produtividade da cultura.

**Tabela 6.** Custos variáveis de produção da cultura do trigo em função de diferentes densidades e espaçamentos de semeadura: Implantação da cultura (IC), sementes (S), adubação (A), agrotóxicos (AT), colheita (C), transporte (T) e custo total (CT), Marechal Cândido Rondon, 2010 e 2011.

Tratamentos		IC	S	A	AT	C	T	CT
Densidade	Espaçamento	R\$						
200	13	68,80	70,00	346,57	237,90	130,00	40,00	893,27
200	17	68,80	70,00	346,57	237,90	130,00	40,00	893,27
200	21	68,80	70,00	346,57	237,90	130,00	40,00	893,27
300	13	68,80	105,10	346,57	237,90	130,00	40,00	928,37
300	17	68,80	105,10	346,57	237,90	130,00	40,00	928,37
300	21	68,80	105,10	346,57	237,90	130,00	40,00	928,37
400	13	68,80	140,00	346,57	237,90	130,00	40,00	963,27
400	17	68,80	140,00	346,57	237,90	130,00	40,00	963,27
400	21	68,80	140,00	346,57	237,90	130,00	40,00	963,27
500	13	68,80	175,00	346,57	237,90	130,00	40,00	998,27
500	17	68,80	175,00	346,57	237,90	130,00	40,00	998,27
500	21	68,80	175,00	346,57	237,90	130,00	40,00	998,27

**Tabela 7.** Análise dos custos de produção e receita da cultura do trigo, em função de diferentes densidades e espaçamentos de semeadura: custo total (CT), produtividade média (PM), valor do Kg do produto (VP), faturamento bruto (FB), lucratividade (LC) e relação benefício/custo (B/C), Marechal Cândido Rondon, 2010 e 2011.

Tratamentos		CT	PM	VP	FB	LC	B/C
Densidade	Espaçamento	- R\$ -	Kgha <sup>-1</sup>	----- R\$-----			
200	13	893,27	2873,05	0,42	1.207,00	313,73	0,35
200	17	893,27	2804,77	0,42	1.178,00	284,73	0,31
200	21	893,27	2725,24	0,42	1.144,00	250,73	0,28
300	13	928,37	2777,28	0,42	1.166,00	237,63	0,25
300	17	928,37	2718,16	0,42	1.142,00	213,63	0,23
300	21	928,37	2751,18	0,42	1.155,00	226,63	0,24
400	13	963,27	2861,40	0,42	1.202,00	238,73	0,24
400	17	963,27	2835,55	0,42	1.191,00	227,73	0,23
400	21	963,27	2812,43	0,42	1.181,00	217,73	0,22
500	13	998,27	2917,17	0,42	1.225,00	226,73	0,22
500	17	998,27	2848,78	0,42	1.196,00	197,73	0,19
500	21	998,27	2929,12	0,42	1.230,00	231,73	0,23

De modo geral, os gastos com sementes e insumos para a cultura do trigo são altos, então devem ser utilizados de maneira coerente, sempre com orientação técnica para que o produtor venha a obter os resultados desejados e maximizar sua lucratividade.

## 5 CONCLUSÕES

Levando-se em consideração as condições experimentais deste trabalho, conclui-se:

- Os espaçamentos entre linhas de 13 e 17 cm promoveram maior massa de espigas por  $m^2$  e maior acúmulo de matéria seca de plantas por hectare;
- O aumento da densidade de semeadura refletiu no aumento do número de perfilhos por  $m^2$ , porém, reduziu o número de perfilhos por planta e aumentou o número de perfilhos inviáveis por  $m^2$ ;
- O aumento da densidade de semeadura resultou em um maior número de espigas por  $m^2$ , mas reduziu o número de espiguetas existentes nas espigas;
- O comprimento de espiga, o número de grãos em dez espigas e a massa de cem grãos reduziu em função do aumento da densidade de semeadura;
- A produtividade, o peso hectolítrico e a altura de planta, não foram influenciados pelo aumento da densidade e espaçamentos;
- Densidade de semeadura de 200 sementes por  $m^2$ , juntamente com o espaçamento de 13 cm resultou em menor custo de produção, maior lucratividade e maior índice de relação custo/benefício;
- As médias de produtividade, peso hectolítrico e a massa seca das plantas foram superiores para o ano de 2011 em função das melhores condições de precipitação durante a condução do experimento.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALBERTO, C. A. **Modelagem do desenvolvimento e do balanço de água no solo em trigo**. Santa Maria, 2008. 122 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria.
- ALMEIDA, M. L. de. **Modificação do afilhamento de trigo e aveia pela qualidade da luz**. Porto Alegre, 1998. 120 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ALMEIDA, M. L. de; SANGOI, L.; ENDER, M, TRENTIN, P. S. Determinação do momento da emissão de afilhos de trigo usando suplementação com luz vermelha e luz vermelha extrema. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 89-96, 2000.
- ALMEIDA, M. L. de; SANGOI, L.; TRENTIN, P. S.; GÁLIO, J. Cultivares de trigo respondem diferentemente à qualidade da luz quanto à emissão de afilhos e acumulação de massa seca. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 377-383, 2002.
- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; ALVES, A. C.; NAVA, I. C.; KNOPP, A. C. Tiller emission and dry mass accumulation of wheat cultivars under stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 266-270, 2004.
- ALMEIDA, M.L. de; MUNDSTOCK, C. M.; SANGOI, L. Evocação de afilhos pela qualidade da luz em plantas de trigo cultivadas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 25-36, 2000.
- ALVARENGA, C. B. de; SOBRINHO, J. S.; SANTOS, E. M. dos. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.
- ALVES, A. C. **Mecanismos de controle do desenvolvimento de afilhos em cereais de estação fria**. Porto Alegre, 1998. 114 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- BROOKING, I. R.; JAMIESON, P. D.; PORTER, J. R. The influence of daylength on final leaf number in spring wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 155-165, 1995.

CAMARGO, C. E. de O. O pH das soluções nutritivas no comportamento de cultivares de trigo à toxicidade de alumínio. **Bragantia**, Campinas, v. 43, n. 2, p. 327-335, 1984.

CBPT (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE). **Informações Técnicas para Trigo e Triticale para a safra 2011**. Cascavel: COODETEC, 2010. 170 p.

CHEN, C.; NEILL, K.; WICHMAN, D.; WESTCOTT, M. Hard red spring wheat response to row spacing, seeding rate, and nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 5, p. 1296-1302, 2008.

CONAB. **Estudos de prospecção de mercado para safra 2011/2012**. Brasília, set. 2011. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_09\\_22\\_14\\_05\\_58\\_prospecao\\_safra\\_2011-2012..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_22_14_05_58_prospecao_safra_2011-2012..pdf)>. Acesso em 21 jan. 2012.

CUNHA, G. R. A expedição de Martim Affonso. In: CUNHA, G. R. (Org.) **Trigo, 500 anos no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999, p. 40-44.

CUNHA, G. R. da; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; CARAMORI, P. H.; ASSAD, E. D.; BRAGA, H. J.; ZULLO JÚNIOR, J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para o trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3 (nº Especial: Zoneamento Agrícola), p. 400-414, 2001.

CUNHA, G. R. da; MALUF, J. R. T.; HASS, J. C.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M. **Regionalização climática e suas implicações para o potencial de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo, dez. 2002 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 11). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bp11.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp11.htm)>. Acesso em 16 jan. 2012.

DALMAGO, G. A.; PASINTO, A.; CUNHA, G. R. da; SANTI, A.; PIRES, J. L. F. **Cultivo do trigo: Zoneamento agrícola. Sistemas de Produção**. Passo Fundo, n. 4, set. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/zoneamento.htm>>. Acesso em 19 jan. 2012.

DARWINKEL, A. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 26, n. 4, p. 383-398, 1978.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2º ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 2006. 360p.

EVERS, J. B.; VOS, J.; ANDRIEU, B.; STRUIK, P. C. cessation of Tillering in Spring Wheat in Relation to Light Interception and Red: Far-red ratio. **Annals of Botany**, Londres, v. 97, n. 1, p. 649-658, 2006.

FERNANDES, E. C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. Ponta Grossa, 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

FERNANDES, M. I. B. M. Citogenética. In: OSÓRIO, E. A. (Coord.) **O trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. p. 97-143.

FINNEY, K.; YAMAZAKI, W. Quality of hard, soft and durum wheats. In: QUINSENBERRY, K. S.; REITZ, L.P.; **American Society of Agronomy**, 1967. Chap. 14, p. 471-503.

FONTES, J. R. M.; CARDOSO, A. A.; SOUZA, M. A. de; CRUZ, C. D. Relação do espaçamento e da densidade de semeadura com o rendimento de grãos e outras características agrônômicas do trigo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 269, p. 61-73, 2000.

FONTES, J. R. M.; SOUZA, M. A. da; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D. Efeito de espaçamento e densidades de semeadura sobre o rendimento de grãos e outras características agrônômicas do trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 251, p. 249-262, 1997.

GALLI, A.P. **Competição intraespecífica e o crescimento de trigo e aveia em duas épocas de cultivo**. Porto Alegre, 1996. 89p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GAUTIER, H., GRANCHER, C., HAZARD, I. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, London, v. 83, n. 4, p. 423-429, 1999.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R. da; DEL DUCA, L. de, J. A.; CAARGO, C. M. de, O. Avaliação do efeito de variáveis meteorológicas na qualidade industrial e no rendimento de grãos de trigo pelo emprego de análise de componentes principais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 500-510, 2003.

HIRANO, J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. **Japan Agricultural Research Quarterly**. Ibaraki, v. 53, n.36, p.1-10, 1974.

HOLEN, D. L.; BRUCKNER, P. L.; MARTIN, J. M.; CARLSON, G. R.; WICHMAN, D. M.; BERG, J. E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 1, p. 364-370, 2001.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: [Disponível em: <http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas\\_Climaticas/Classificacao\\_Climatica.htm>](http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm). Acesso em: 16 jan. 2012.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Paraná**. Londrina, 1998. 124 p. (Circular, 100).

IBGE, 2006. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em 27 jan. 2012.

JUNGES, A. H. **Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul**. Porto alegre, 2008. 125 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LAZZAROTTO, C. **Avaliação da produtividade da cultura de trigo (*Triticum aestivum*, L.), em função da época de semeadura, na região de Dourados**. Piracicaba, 1992. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LEVY, J.; PETERSON, M. L. Responses of spring wheats to vernalization and photoperiod. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 4, p. 487-492, 1972.

LIBARDI, V. C. M.; COSTA, M. B. Consumo d'água da cultura do trigo (*Triticum aestivum*, L.). **Revista Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguiana, v. 4, n. 1, p. 17-22, 1997.

LIMIN, A. E.; FOWLER, D. B. Developmental traits affecting low-temperature tolerance response in near-isogenic lines for the vernalization locus Vrn-A1 in wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, n. 5, p. 579-585, 2002.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A; OKAWA. H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.24, n.9, p. 97-122, set. 1994.

MELLADO, Z. M.; MALDONADO, I. I; GRANGER, Z. D. Efecto de la lluvia, pôster a la madurez de cosecha, sobre el grano de trigo. **Agricultura Tecnica**, Santiago, v. 45, n. 3, p. 247-251, 1985.

MEYER, W. S.; BARRS, W. D.; SMITH, R. C. G.; WHITE, N. S.; HERITAGE, A. D.; SHORT, D. L. Effect of irrigation on soil oxygenstatus and shoot growth of wheat in clay soil. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 36, n. 2, p. 171-185, 1985.

MIRALLES, D. J.; RICHARDS, A. Responses of leaf and tiller emergence and primordium initiation in wheat and barley to interchanged photoperiod. **Annals of Botany**, London, v. 85, n. 5, p. 655-663, 2000.

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**, Berlin, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: FERRI, M. G. coord. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA., 1985. V.1, Cap. 1, p. 3-24.

RIBEIRO, T. L. P.; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo à vernalização e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 44, n. 11, p.1383 -1390, 2009.

RODRIGUES, O.; HAAS, J. C.; COSTENARO, E. R. Manejo de trigo para alta produtividade II: caracterização ontogenética. **Revista Plantio direto**, Passo Fundo, v. 20, n. 125, p. 10-13, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48301/1/2011plantiodiretov20n125.pdf>>. Acesso em 12 jan. 2012.

SCHEEREN, P. L.; CUNHA, G. R.; QUADROS, F. J. S.; MARTINS, L. F. **Efeito do frio em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2p. (Embrapa Trigo, Comunicado Técnico Online, 57). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co57.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co57.htm)>. Acesso em 20 jan. 2012.

SILVA, E. M. B.; ANICÉSIO, E. C. A.; SILVA, F. C. M. da; DOURADO, L. G. A.; AGUERO, N. F. Compactação do solo na cultura do trigo em latossolo do cerrado. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-8, 2011.

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

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

STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, O.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 115, n. 3, p. 139-150, 2003.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. de C. F.; FREITAS, J. G. de; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Desempenho agrônômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e adubação nitrogenada. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 97-106, 2008.

TERUEL, D. A.; SMIDERLE, O. J. Trigo. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Coords.) **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. p. 13-40.

TRINDADE, M. da G.; BARROS, R. G.; SIQUEIRA, M. M. H.; MOREIRA, H. L. Produção de trigo irrigado no cerrado em diferentes densidades de semeadura. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes belos, v. 1, n. 1, p. 99-115, 2006. Disponível em: <<http://www.fmb.edu.br/revista>>. Acesso em 15 jan. 2012.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; MAIA, L. C.; SILVA, J. G. S.; SCHMIDT, D. M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1207-1218, 2009.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p.319-326, 2008.

WHALEY, J. N.; SPARKES, D. L.; FOULKES, M. J.; SPINK, J. H.; SCOTT, R. K. The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 137, n. 2, p. 164-177, 2000.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974.

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

ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F.; ROSSI, R. M.; FERRAZ, R. M. M.; CASTRO, L. T.; MARINO, M. K.; MIZUMOTO, F. M.; CONEJERO, M. A.; FERREIRA, T. F.; ORATI, R. A. **Estratégias Para o Trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004, 224 p.