



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUÍS CÉSAR VIEIRA TAVARES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO
CULTIVADOS EM DIFERENTES AMBIENTES E
DENSIDADES DE SEMEADURA**

LUÍS CÉSAR VIEIRA TAVARES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO
CULTIVADOS EM DIFERENTES AMBIENTES E
DENSIDADES DE SEMEADURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egidio Cavenaghi Prete

Londrina
2013

**Catlogação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

T231D	Tavares, Luís César Vieira. Desempenho agrônômico de genótipos de trigo cultivados em diferentes ambientes e densidades de semeadura / Luís César Vieira Tavares. – Londrina, 2013. 66 f. : il. Orientador: Cássio Egidio Cavenaghi Prete. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, 2013. Inclui bibliografia. 1. Trigo – Cultivo - Fatores climáticos – Teses. 2. Trigo - Semeadura – Teses. 3. Trigo – Cultivares – Rendimento – Teses. I. Prete, Cássio Egídio Cavenaghi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título. CDU 633.11
-------	---

LUÍS CÉSAR VIEIRA TAVARES

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO
CULTIVADOS EM DIFERENTES AMBIENTES E DENSIDADES DE
SEMEADURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador: Dr. Cássio Egidio Cavenaghi
Prete
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
UEL – Londrina – PR

Dr. Manoel Carlos Bassoi
EMBRAPA Soja – Londrina – PR

Dr. Carlos Roberto Riede
IAPAR – Londrina – PR

Dr. Luiz Alberto Cogrossi Campos
IAPAR – Londrina – PR

Londrina, 19 de fevereiro de 2013

Dedico este trabalho à minha esposa Clarice, pelo amor de uma vida inteira. Aos meus filhos Felipe e Natália que me dão carinho e suporte para prosseguir meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente em minha vida.

Aos meus pais José (in memoriam) e Zilda pela vida, educação e exemplos de vida.

Aos meus irmãos Paulo e José Augusto pela amizade e incentivo.

A Universidade estadual de Londrina-UEL pela oportunidade de realizar o curso.

A Embrapa Soja por me dar condições de infraestrutura, para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete pela constante orientação e amizade durante todo esse trabalho.

Ao Dr. Manoel Carlos Bassoi pelo apoio e amizade.

Aos pesquisadores da área de Transferência de Tecnologia da Embrapa Soja Arnold, Balbinot, Divania e Pedro, pelo apoio, sugestões e amizade.

Aos pesquisadores José Salvador Simoneti Foloni e Cláudio Guilherme Portela de Carvalho pelas sugestões, apoio e amizade.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina-UEL, pelos conhecimentos e dedicação durante o curso.

Aos empregados da área do trigo da Embrapa: Sandro, Denilson, Ézio e Luciano, Fernando e Márcio (Fundação Meridional), pelo apoio e ajuda a mim prestado.

Aos colegas da Pós-Graduação em Agronomia da UEL, pelo convívio e pelas trocas de conhecimentos.

Às pessoas e instituições que de forma direta ou indireta contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

Obrigado

TAVARES, Luís César Vieira. **Desempenho agrônômico de genótipos de trigo cultivados em diferentes ambientes e densidades de semeadura**. 2013. 66f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina; Londrina, 2013.

RESUMO

Os objetivos desse estudo foram: i) avaliar genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de semeadura em diferentes condições ambientais; ii) comparar métodos de adaptabilidade e estabilidade como critérios de seleção de cultivares de trigo no Paraná. Foram conduzidos experimentos em Londrina e Ponta Grossa nos anos agrícolas de 2009 e 2010. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições. Foram avaliados aspectos agrônômicos de três genótipos de trigo (PF 014384, BRS Tangará e BRS Pardela), cultivados nas densidades de semeadura de 150, 250, 350 e 450 pl m⁻². No segundo objetivo, dados de rendimento de grãos foram obtidos de ensaios de Valor de Cultivo e Uso, avaliadas nos anos de 2006 e 2007, em 44 ambientes distribuídos em diferentes locais e época de semeadura. O estudo de adaptabilidade e estabilidade foi realizado com base nos métodos de Eberhart e Russell (1966), de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), de Porto et al. (2007) e de Rocha et al. (2005). Foi possível identificar cultivares de comportamento previsível e que foram responsivas às variações ambientais, em condições específicas. O efeito de anos foi significativo para a produtividade de grãos em ambas as localidades. O cultivo em Londrina apresentou maior produtividade de grãos, exceto em 2009 na densidade de 350 pl m⁻². Em Londrina, a máxima produtividade de grãos foi obtida em densidades próximas a 270 pl m⁻², enquanto que em Ponta Grossa houve ajuste linear (2009). Os genótipos PF 014384 e BRS Tangará apresentaram a maior altura de plantas em Londrina e Ponta Grossa, respectivamente. Não ocorreu ajuste para altura de plantas em função da densidade de semeadura. O número de espigas por área foi superior em Ponta Grossa (2009) e não diferiu entre locais no ano 2010. Em Ponta Grossa (2010) a maior massa de mil sementes estimada foi na densidade de 341 pl m⁻² e em Londrina (2010) nas densidades de 150 e 450 pl m⁻². Observou-se efeito significativo de anos para o peso do hectolitro. Os métodos de Eberhart e Russell, Lin e Binns modificado por Carneiro e Porto et al. apresentaram resultados similares e superior ao método de Rocha et al., que foi pouco rigoroso no processo seletivo. O método de Porto et al. teve a vantagem de simplificar as análises de adaptabilidade e estabilidade. As cultivares BRS Tangará, BRS Pardela e BRS 229 apresentaram altos rendimentos médios de grãos, adaptabilidade geral e estabilidade tolerável. As cultivares IAPAR 53 e IAPAR 78 mostraram alto rendimento de grãos, estabilidade tolerável e tiveram adaptabilidade a ambientes desfavorável e favorável, respectivamente.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Produtividade de grãos. Interação genótipo e ambiente.

TAVARES, Luís César Vieira. **Agronomic performance of wheat genotypes grown in different environments and different seed densities**. 2013. 66p. Thesis (Doctor in Agronomy) – Londrina State University, Londrina, 2013.

ABSTRACT

The aims of this study were: i) to evaluate wheat genotypes grown at different seed rates in different environmental conditions; ii) to compare methods of adaptability and stability as criteria selection for wheat cultivars in Paraná. The experiments were carried out in Londrina and Ponta Grossa in the crop seasons of 2009 and 2010. The field experiments at each location were established in a completely randomized block design with four replications. Three wheat genotypes namely: PF 014384, BRS Tangará and BRS Pardela were grown in population densities of 150, 250, 350 and 450 pl m⁻². In the second aim, the grain yield data were obtained from the network experiments Value of Cultivation and Use, as assessed in 2006 and 2007 in 44 different locations in distributed environments and sowing date. The study of adaptability and stability was done on the basis of Eberhart and Russell, Lin and Binns modified by Carneiro, Porto et al. and Rocha et al. It was possible to identify cultivars that had predictable behavior and responsive to environmental variations, under specific conditions. The effect of year was significant for grain yield in both locations. Cultivation in Londrina showed the higher grain yield, except in 2009 at plant density of 350 pl m⁻². In Londrina location, the better grain yield was found at densities close to 270 pl m⁻², while in Ponta Grossa location we observed a linear fit (2009). Genotypes PF 014384 and BRS Tangará showed the highest plant height in Londrina and Ponta Grossa locations, respectively. The plant height did not shown adjustment depending on seeding rate. The number of spikes per area was higher in Ponta Grossa (2009) and did not differ between locations in 2010 year. In Ponta Grossa location (2010) the higher estimated thousand kernel weight was in density of 341 pl m⁻², while in Londrina location (2010) the greatest thousand kernel weight occurred at densities of 150 and 450 pl m⁻². There was a significant effect of years for test weight. The methods of Eberhart and Russell, Lin and Binns modified by Carneiro and Porto et al. showed similar results and superior to the method of Rocha et al., which was less effective in the selection process. The method of Porto et al. had the advantage of simplifying the analysis of adaptability and stability. Tangara BRS, BRS 229 and BRS Pardela had higher average yields of grain, adaptability and tolerable stability. The IAPAR 53 and IAPAR 78 showed high grain yield, tolerable stability and had adaptability to unfavorable and favorable environment, respectively.

Key words: *Triticum aestivum* L. Grain yield. Genotype by environment interaction.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados de temperatura máxima e mínima, precipitação pluvial diária e acumulada para os locais de Londrina (A, B, C e D) e Ponta Grossa (E, F, G e H) nos anos 2009 e 2010, indicando a semeadura (S), espigamento (E) e maturação de colheita (M).30
- Figura 2** – Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de semeadura durante dois anos em dois locais.....38
- Figura 3** – Número de espigas por unidade de área em função da densidade de semeadura em genótipos de trigo.41
- Figura 4** – Massa de mil grãos em função de densidades de semeadura para o cultivo de trigo em Londrina e Ponta Grossa durante dois anos.....43
- Figura 5** – Massa de mil grãos em função de densidades de semeadura para o cultivo de genótipos de trigo em Londrina e Ponta Grossa.45
- Figura 6** – Regiões de Valor de Cultivo e Uso (VCU no Estado do Paraná.....52

ÍNDICE DE TABELAS

ARTIGO A:

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área dos experimentos nas camadas de 0-10, 10-20 cm de profundidade.	32
Tabela 2 – Análise de variância conjunta para a produtividade de grãos (PG), massa de mil sementes (MMS), peso hectolitro (PH), número de espigas por área (NEA) e altura de plantas (AP) para genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de semeadura, em dois locais durante dois anos.	35
Tabela 3 – Produtividade de grãos em trigo na interação de cultivares em cada local bem como o desempenho de cada cultivar entre locais em cada ano e o efeito de anos em cada cultivar para cada local.	36
Tabela 4 – Produtividade de grãos em genótipos de trigo na interação locais para uma mesma densidade de semeadura em cada ano de cultivo.	37
Tabela 5 – Altura de plantas (cm) de genótipos de trigo cultivados em diferentes localidades, em diferentes densidades de semeadura.	40
Tabela 6 – Número de espigas por unidade de área em genótipos de trigo na interação entre Anos e Locais.	40
Tabela 7 – Massa de mil sementes (g) na interação entre locais e genótipos de trigo para cada ano de cultivo.	42
Tabela 8 – Massa de mil sementes (g) na interação entre anos, locais e densidades de semeadura para genótipos de trigo.	42
Tabela 9 – Massa de mil sementes (g) na interação entre locais, cultivares e densidades de semeadura para genótipos de trigo.	44
Tabela 10 – Peso do hectolitro para o cultivo de trigo na interação entre locais e anos.	46

ARTIGO B:

Tabela 1 – Características dos locais em que foram conduzidos os ensaios de VCU de cultivares de trigo no estado do Paraná, nos anos de 2006 e 2007.....	53
Tabela 2 – Análise de variância conjunta para o rendimento de grãos obtidos nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de trigo para 18 cultivares em 44 ambientes do Estado do Paraná.	58
Tabela 3 – Estimativas do rendimento médio (β_1) em kg ha ⁻¹ dos coeficientes de regressão (σ^2d) e de determinação (R^2) segundo o método de Eberhart e Russel (1966), em 18 cultivares de trigo avaliadas em 44 ambientes no Estado do Paraná.	62
Tabela 4 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, pelos métodos de Lin e Binns (1988), Porto et al.,2007 e o Centróide (Rocha et al., 2005), para 18 cultivares de trigo, avaliados em 44 ambientes na no Estado do Paraná.	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 PANORAMA GERAL DA CULTURA DO TRIGO.....	14
2.2 FATORES CLIMÁTICOS QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM TRIGO	15
2.2.1 Temperatura e Radiação Solar	15
2.2.2 Relações Hídricas	17
2.2.3 Fotoperíodo	17
2.2.4 Interação Genótipo e Ambiente	18
2.3 DENSIDADE DE SEMEADURA	19
2.4 REFERÊNCIAS	21
3 ARTIGO A: DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO CULTIVADOS EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA E EM DUAS REGIÕES TRITÍCOLAS DO ESTADO DO PARANÁ	26
3.1 RESUMO	26
3.2 INTRODUÇÃO.....	27
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.3.1 Local de Experimentação	28
3.3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos	31
3.3.3 Implantação e Condução dos Experimentos	31
3.3.4 Avaliações	33
3.3.5 Análises Estatísticas	33
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
3.5 CONCLUSÕES.....	46
3.6 REFERÊNCIAS	47

4 ARTIGO B: ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE CULTIVARES DE TRIGO NO ESTADO DO PARANÁ	49
4.1 RESUMO E ABSTRACT	49
4.2 INTRODUÇÃO.....	50
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
4.3.1 Método de Eberhart e Russel (1966)	54
4.3.2 Método de Lin e Binns (1998) Modificado por Carneiro (1998).....	55
4.3.3 Método de Porto et al. (2007).....	56
4.3.4 Método de Rocha et al. (2005).....	56
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.5 CONCLUSÕES.....	61
4.6 REFERÊNCIAS	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	66

1 INTRODUÇÃO GERAL

Para atender ao aumento da demanda de alimentos no mundo há a necessidade de buscar constante aumento no potencial de rendimento das culturas, inclusive do trigo, o qual exige esforços da pesquisa agropecuária. O desenvolvimento de genótipos com elevado potencial produtivo, estáveis e amplamente adaptados bem como aliados à prática de manejo, é essencial na obtenção de maiores produtividades de maneira sustentável para a cultura.

Na região sul do Brasil, principalmente nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, o trigo é a principal cultura de inverno para produção de grãos. A região Sul é responsável por mais de 90% do volume de trigo produzido no país, sendo o restante produzido no centro-oeste e sudeste e com potencial de aumento de área e volume produzido. O Brasil é um dos poucos países com capacidade de expansão nas suas fronteiras agrícolas para produção de trigo.

O cultivo de trigo é realizado em diversas condições edafoclimáticas, o que exigiu da pesquisa novas tecnologias para o incremento do rendimento de grãos. Em especial, o maior avanço foi no desenvolvimento de novas cultivares com o advento do melhoramento genético. Além do melhoramento genético, novas tecnologias podem auxiliar o manejo da cultura como práticas associadas a época de semeadura, espaçamento adequado, densidade de semeadura compatível para cada cultivar, o que reflete no rendimento de grãos.

Portanto, o conhecimento das características agronômicas e fisiológicas que afetam o potencial de rendimento é importante no desenvolvimento de novos genótipos. Para isso, o interesse no aumento do rendimento de grãos em trigo tem sido proporcionado com manejo integrado, melhoria da fertilidade do solo, controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

O manejo da densidade de semeadura é importante prática de manejo que possibilita às plantas melhoria na captação dos recursos naturais. A pesquisa indica que a baixa participação dos perfilhos no rendimento de grãos em trigo é considerada um dos principais motivos da baixa produtividade. A baixa participação dos perfilhos é decorrente, principalmente, da baixa sobrevivência dos perfilhos, que está relacionada com o genótipo e com a interação genótipo e ambiente.

A densidade de semeadura afeta o perfilhamento, sendo que a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência de perfilhos em trigo estão diretamente vinculados ao número de espigas por unidade de área e indiretamente ao número de grãos por espiga e massa de grãos, número de grãos por espigeta e massa hectolétrica.

A adequação da densidade de semeadura em função de genótipos e ambiente propicia redução da competição e contribui no incremento da produtividade de grãos das novas cultivares. O objetivo geral desse estudo teve como finalidade subsidiar ou gerar informações para potencializar a produtividade de grãos dos genótipos BRS Pardela, BRS Tangará e PF 014384 com o manejo da densidade de semeadura no estado do Paraná. Outro objetivo foi comparar métodos de adaptabilidade e a estabilidade como critérios de seleção de cultivares de trigo no Paraná.

Como objetivos específicos tem-se: i) maior conhecimento da resposta dos três genótipos, quanto à variação na densidade de semeadura nas regiões de Londrina e Ponta Grossa; ii) recomendar a densidade de semeadura adequada às duas regiões de abrangência. iii) identificar métodos adequados para a seleção de trigo no estado do Paraná.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA GERAL DA CULTURA DO TRIGO

O trigo é o principal componente da dieta alimentar na maioria dos países, sendo um dos primeiros cereais cultivados pelo homem, com característica favorável ao armazenamento por longo período e elaboração de uma gama de alimentos. O volume produzido de trigo contribui com, aproximadamente, 30% da produção mundial de grãos. A espécie de destaque é o *Triticum aestivum* L. que participa com 90% da produção mundial e é usado na elaboração de pães; o restante da produção está distribuída em outras espécies sendo o *Triticum durum* o mais expressivo, com 5% da produção, destinando-se para massas finas.

A previsão para a safra 2010/2011 era de produção mundial de 652,8 milhões de toneladas (USDA, 2011). Em 2010, o cultivo de trigo ocorreu em 123 países (FAO, 2011). A concentração da produção mundial está localizada no hemisfério norte, em especial nos continentes europeu e asiático. Os principais produtores de trigo no mundo são: União Européia (20,6%), China (17,2%), a Índia (12,2%), os EUA (9,1%) e a Rússia (8,3%). Observa-se que os países como China, Índia, Rússia, Cazaquistão e o Paquistão aumentaram a produção nos últimos anos (USDA, 2011).

Nos últimos dez anos, o consumo mundial de trigo apresentou crescimento de 1,16% ao ano. Na América do Sul, o Paraguai e Uruguai ampliaram o cultivo do cereal, enquanto que a produção brasileira está estabilizada em, aproximadamente, 5 milhões de toneladas por falta de uma política agrícola e segurança alimentar. Além disso, o Brasil se destaca como um dos maiores importadores do cereal no mundo. Devido à necessidade de ocupação do solo durante o inverno o cultivo do trigo é uma opção de cultivo para esse período nos estados da região sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina), pois promove importante geração de renda ao agricultor na época de inverno.

Em 2011, a área cultivada com trigo no Paraná foi de 1,04 milhões de hectares, produção 2,5 milhões de toneladas e rendimento médio de grãos de 2933 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012). Já a produção brasileira em 2011 foi de 5,7 milhões de toneladas, numa área de 2,1 milhões de ha com produtividade de 2672 kg ha⁻¹.

Durante esse período a produção na região sul foi de 5,4 milhões de toneladas; portanto essa região é responsável por, aproximadamente, 95% da produção total.

2.2 FATORES CLIMÁTICOS QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM TRIGO

As condições edafoclimáticas apresentam influência na produtividade de grãos em trigo, sendo destaque os efeitos da temperatura, da radiação solar e da precipitação pluvial. Agronomicamente, o clima favorável para o cultivo de trigo deve apresentar inverno suave, verão quente com elevada radiação solar, sem chuvas fortes e suprimento de água fornecido pela umidade armazenada no solo (GUARIENTI et al., 2004). Além disso, esses fatores são importantes para formação dos componentes de rendimento da cultura.

A planta de trigo apresenta certa plasticidade dos componentes de rendimento em resposta às condições climáticas nas diferentes regiões de cultivo, contudo a produtividade é influenciada pelas condições de clima (CUNHA et al., 2009; FRANCESCHI, et al., 2010; SILVA et al., 2011). Esse aspecto é importante nas condições de cultivo no Brasil devido à ampla variabilidade climática entre as regiões tritícolas do país. No Estado do Paraná, por exemplo, o trigo é cultivado em diversas condições edafoclimáticas, as quais conferem diferentes riscos climáticos e potencial de rendimento para o cultivo de trigo (GONÇALVES et al., 1998).

2.2.1 Temperatura e Radiação Solar

No Brasil, a extensão da região tritícola é bastante ampla, sendo que nas condições de cultivo do Brasil-Central há necessidade de cultivares adaptadas à elevadas temperaturas (CASTRO et al., 2007; REYNOLDS et al., 2007). Por outro lado, para o cultivo na região Sul há frequente ocorrência de geadas, capazes de prejudicar severamente a produtividade de grãos em trigo (SILVA et al., 2008).

A temperatura e a radiação solar são os fatores de ambiente mais importantes, e apresentam variabilidade entre regiões de cultivo e no tempo para uma mesma região. A determinação da época de semeadura é fundamental para alcançar o sucesso da lavoura de trigo (SILVA et al., 2011) e está intrinsecamente relacionada à temperatura. Além disso, a temperatura desempenha papel essencial na duração das fenofases que, por sua vez, afetam a produtividade da cultura

(RODRIGUES et al., 2001). Enfim, o que se busca na definição da época de semeadura é a sintonia entre as exigências da planta e a disponibilidade dos recursos de ambiente.

A ocorrência de temperatura elevada implica em menor duração do ciclo da planta porque há aceleração do metabolismo (SLAFER; RAWSON, 1994; SIAL et al., 2005), o que pode causar distúrbios fisiológicos à cultura do trigo. O processo fisiológico mais importante e prejudicado é o fotossintético, haja vista que é inibido em condições de elevada temperatura. A redução na duração das fenofases, geralmente, resulta em redução na massa, no número e na produtividade de grãos (CARGNIN et al., 2006; GAJU et al., 2009).

Por outro lado, temperaturas amenas são favoráveis ao desenvolvimento da planta de trigo, principalmente, por alongar o ciclo e propiciar a formação de maior número de grãos por área e melhorar o enchimento de grãos. Contudo, temperaturas inferiores a 5°C são prejudiciais à planta de trigo, principalmente, se ocorrer no espigamento ou antese devido ao efeito da geada.

Os efeitos da geada ocorrem a partir do alongamento devido ao maior conteúdo hídrico e baixa concentração de solutos nas células, o que torna a planta menos resistente à ocorrência de geadas; além disso a geada apresenta efeitos visíveis na formação e desenvolvimento dos grãos (GUSTA et al., 1997). Quando há ocorrência de geadas no espigamento os colmos ficam estrangulados, há queima das folhas e dos primórdios frutíferos, o que impede a formação dos grãos e causa redução na produtividade (SILVA et al., 2008).

O número de flores férteis é incrementado quando há maior disponibilidade de assimilados próximo à antese, o que resulta em maior número e tamanho de grãos (SILVA et al., 2003). Apesar do efeito da radiação solar na cultura do trigo, a massa da matéria seca dos grãos é pouco afetada com mudanças ocorridas na fotossíntese durante o enchimento (BORRÁS et al., 2004). Isso é decorrência de que em condições de estresse os assimilados armazenados antes do enchimento de grãos contribuem com mais de 50% da massa final (GENT, 1994).

O ideal é que ocorra elevada radiação solar associada a temperaturas amenas entre a fase de espiguetas terminal e antese, o que resulta no incremento da produtividade de grãos em trigo. Essa condição ambiental é benéfica à cultura porque possibilita maior duração das fenofases da planta, o que resulta em maior diferenciação de perfilhos e primórdios florais, maior número e enchimento de

grãos (MORAL et al., 2003). Portanto, a melhoria desses componentes do rendimento é essencial para obtenção de elevados patamares de produção de grãos em trigo (GAJU et al., 2009).

2.2.2 Relações Hídricas

Devido às condições ambientais no centro de origem do trigo a planta possui relativa tolerância à deficiência hídrica em relação a outras plantas. Contudo, as condições hídricas em fases específicas do desenvolvimento contribuem na formação da produtividade de grãos em trigo. A ocorrência de período seco durante a fase de perfilhamento causa redução significativa na área da folha bandeira, ciclo, altura de planta bem como no número de espiguetas por espiga (RODRIGUES et al., 1998). Assim, cultivares tardias apresentam maiores reduções na produtividade de grãos sob condições de seca.

Estresse hídrico na fase de alongamento impede a emissão de espigas em alguns perfilhos. Da mesma maneira, há sensibilidade durante a formação dos órgãos reprodutivos e antese, o que afeta a produtividade de grãos devido à redução no número de grãos por espiga (RODRIGUES et al., 1998). Portanto, acredita-se que genótipos com valores elevados para os componentes do rendimento são mais adequados para o cultivo em condições de déficit hídrico.

2.2.3 Fotoperíodo

O requerimento em horas-luz necessárias para a indução da fase reprodutiva é quantitativa de dias longos. O estímulo fotoperiódico é percebido pelas folhas e transmitido ao ápice do crescimento, o que implica que o trigo 'percebe' o fotoperíodo apenas após a emergência.

Alguns genótipos de trigo brasileiros apresentam sensibilidade ao fotoperíodo, o que influencia na taxa de desenvolvimento e na duração do ciclo do trigo. Contudo, outras variedades de trigo não respondem ao fotoperíodo, ou as condições fotoperiódicas do cultivo de trigo no sul do Brasil não variam suficientemente de forma a provocar alterações significativas na ecofisiologia da planta (RIBEIRO et al., 2009). Portanto, nas condições de cultivo no Brasil os

processos de desenvolvimento da planta de trigo são controlados principalmente pela temperatura do ar.

2.2.4 Interação Genótipo e Ambiente

Nesse contexto, o cultivo de trigo em diferentes condições ambientais expõe os genótipos à interação genótipo e ambiente, a qual tem como resultante significativas variações no desempenho agrônômico dos materiais genéticos em cada ambiente (YAN e HOLLAND, 2010). O efeito devido ao ambiente ou da interação genótipo e ambiente pode ocorrer entre regiões, épocas de semeadura em um mesmo local ou mesmo entre os diferentes anos de cultivo (CAIERÃO et al., 2006; CARGNIN et al., 2006; FRANCESCHI et al., 2010; SILVA et al., 2011).

As regiões tritícolas do Brasil (Central, Centro-Sul e Sul) são divididas em função do regime hídrico, temperatura e altitude, que são denominadas regiões de valor de cultivo e uso (VCU) (SCHEEREN et al., 2002). Essas regiões de VCU são delimitadas em: úmida, fria e alta (VCU 1), úmida, moderadamente quente e baixa (VCU 2), moderadamente seca, quente e baixa (VCU 3) e seca, quente e cerrado (VCU 4).

No Estado do Paraná, por exemplo, o trigo é cultivado em diversas condições edafoclimáticas (VCU 1, 2 e 3), as quais conferem diferentes riscos climáticos e potencial de rendimento para o cultivo de trigo (GONÇALVES et al., 1998). A obtenção de elevada produtividade de grãos está relacionada à disponibilidade de elevada radiação solar bem como temperaturas amenas (MENÉNDEZ e SATORRE, 2007), que variam em decorrência do ambiente de cultivo. Franceschi et al. (2010), estudando 17 cultivares em seis localidades relataram produtividade de grãos de 4581, 4206 e 3552 kg ha⁻¹ nas regiões de VCU 1, 2 e 3, respectivamente.

Esses aspectos mencionados confirmam a diversidade edafoclimática no estado do Paraná, que exerce influência no comportamento dos genótipos de trigo e interferem no rendimento e qualidade do trigo colhido. Além dessas variações geográficas, observa-se oscilações climáticas de um ano para outro. Para amenizar a complexidade da interação genótipo ambiente a pesquisa procura selecionar cultivares de boa adaptabilidade e estabilidade em condições

subtropicais com invernos secos na região de Londrina e também para as condições temperadas e mais úmidas na região de Ponta Grossa.

2.3 DENSIDADE DE SEMEADURA

A produtividade de grãos em trigo, matematicamente, é determinada pelo produto entre o número de grãos por unidade de área e a massa média do grão. O número de grãos por unidade de área é o principal que explica alterações na produtividade de grãos em trigo, sendo mais importante que a massa do grão (SAVIN e SLAFER, 1991; MAGRIN, 1993). O número de grãos por unidade de área é determinante na produtividade de grãos, principalmente, porque a massa do grão é repetidamente restringida por fatores adversos durante o enchimento de grãos (BORRAS et al., 2004).

Uma maneira de buscar melhor equilíbrio dos componentes do rendimento em trigo, especialmente, o número de grãos por unidade de área e a massa do grão, é por meio do adequado ajuste da densidade de semeadura. A densidade de semeadura afeta o perfilhamento, sendo que a emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência de perfilhos em trigo estão diretamente vinculados ao número de espigas por unidade de área e indiretamente ao número de grãos por espiga e massa de grãos (DAVIDSON e CHEVALIER, 1990; VALÉRIO et al., 2008), número de grãos por espiguetas e massa hectolétrica (BENIN et al., 2012).

A escolha da densidade de semeadura é uma prática que afeta a produtividade de grãos e os componentes do rendimento em trigo, pois condiciona a capacidade de captura de recursos como minerais, água e interceptação e eficiência da radiação solar (LLOVERAS et al., 2004).

Para os cereais, como o trigo, a produtividade de grãos apresenta ampla resposta para a densidade de semeadura em que, frequentemente, é possível observar um ponto de máxima produtividade de grãos. Há vários fatores que alteram a resposta, dentre os quais destacam-se os fatores ambientais, manejo cultural e capacidade de perfilhamento das cultivares (SPARKES et al., 2006; SILVEIRA et al., 2010; FIOREZE et al., 2012).

Há diferenças na capacidade de perfilhamento entre genótipos conforme a densidade de semeadura, em que ocorre maior competitividade intra-planta e inter-planta quando ocorre baixa e elevada densidade de semeadura,

respectivamente. O efeito da competição entre plantas é determinante na produção de perfilhos e implica diretamente na produtividade de grãos e seus componentes (OZTURK et al., 2006).

Cultivares com alto potencial de perfilhamento apresentam capacidade superior em manter elevada produtividade de grãos quando cultivadas em baixa densidade de semeadura (WHALEY et al., 2000; VALÉRIO et al., 2009). Descrições convencionais sobre o desenvolvimento do trigo sugerem que o declínio no número de perfilhos inicia-se no início do alongamento do colmo. Contudo, quando a população de plantas é reduzida o período de produção de perfilhos é estendido, o que atrasa o início da morte de perfilhos (WHALEY et al., 2000).

Valério et al. (2008) observaram que com o incremento da densidade de semeadura em trigo houve redução no número de perfilhos, no número e na massa de grãos por espiga. Além disso, relataram menor número de espigas por unidade de área em cultivo sob reduzida densidade de semeadura.

A emissão de perfilhos também é influenciada pela qualidade da luz incidente, descrita como a razão entre os valores de radiação vermelha (V) e vermelha extrema (Ve) (SCHMITT e WULFF, 1993). As alterações na qualidade da luz promovem mudanças no padrão do alongamento do colmo, internós da planta e afeta o desenvolvimento dos perfilhos. Essas alterações são em decorrência, principalmente, do decréscimo na relação V:Ve (SAWERS et al., 2005). Além disso, a qualidade da luz, em vez da intensidade da luz, é o fator determinante na sobrevivência de perfilhos em trigo (SPARKES et al., 2006).

O melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes, o que pode refletir na capacidade de emissão de afilhos influenciando nos componentes de rendimento e a produtividade final (ARGENTA, et al., 2001). Atualmente, a densidade utilizada na cultura do trigo pode variar de 300 à 400 sementes viáveis por metro quadrado; tal indicação não considera efetivamente a resposta diferenciada de cada cultivar, principalmente no que diz respeito a emissão e sobrevivência de afilhos, ciclo vegetativo e altura de planta.

Além disso, a densidade ideal a ser utilizada deveria levar em consideração a forte influência das condições ambientais: altitude, temperatura, solo, época de semeadura e genótipo (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001; VALÉRIO et al., 2008; SILVEIRA et al., 2010). Tais efeitos têm sido observados em condições de

ambientes favoráveis e desfavoráveis, onde nos primeiros há uma produção uniforme de uma população de colmos com o surgimento de afilhos regularmente espaçados e, nos segundos, em condições de estresse há ocorrência de padrões irregulares (RICKMAN et al., 1983), o que resulta em um menor aproveitamento de nutrientes pela planta, em função da desigualdade de competição.

Nesse contexto, o ambiente é determinante na produtividade de grãos, conforme o genótipo de trigo e a densidade de semeadura, sendo que período de inverno seco seguido de elevadas temperaturas afetam a produção de perfilhos, bem como o número de perfilhos férteis por unidade de área (VALÉRIO et al., 2009). Portanto, a definição da densidade de semeadura apropriada para os diferentes genótipos precisa ser fundamentada em mais do que um ano de experimentação devido ao efeito ambiental (VALÉRIO et al., 2009; SILVEIRA et al., 2010).

Sendo assim, o trigo apresenta uma faixa de população que garante rendimento elevado de grãos e a densidade de semeadura irá variar em função do potencial genético da cultivar, sistema de cultivo, tipo de solo, clima, bem como a qualidade fisiológica da semente. A produtividade e a qualidade final de rendimento de grãos são resultantes desses fatores complexos no sistema produtivo. Dentre as cultivares que são indicadas para o estado do Paraná, algumas tem alta capacidade de afilhamento e outras baixa capacidade de afilhamento. Portanto, a obtenção de altos rendimentos de trigo só é possível quando todos esses fatores de produção são manejados corretamente.

2.4 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.L.de; MUNDSTOCK, C.M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v31, n.3, p.401-408, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

BENIN, G.; PINNOW, C.; SILVA, C.L. da; PAGLIOSA, E.S.; BECHE, E.; BORNHOFEN, E.; MUNARO, L.B.; SILVA, R.R. Análises biplot na avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo. **Bragantia**, v.71, n.1, 2012.

BORRÁS, L.; SLAFER, G. A.; OTEGUI, M. E. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. **Field Crops Research**, v.86, n.1, p.131-146, 2004.

CAIERÃO, E.; SILVA, M.S. e; SCHEEREN, P.L.; DEL LUCA, L.J.A.; JUNIOR NASCIMENTO, A.; PIRES, J.L. Análise da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na indicação de novas cultivares. **Ciência Rural**, v.36, n.4, 2006.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; ROCHA, V.S.; MACHADO, J.C.; PICCINI, E. Tolerância ao estresse térmico em genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.8, p.1269-1276, 2006.

CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E.; BARNI, N. A.; CAETANO, V. da R.; CARBONERA, R.; DIDONÉ, I. A.; FEDERIZZI, L. C.; GABE, N. L.; LOPES, E. J. C.; LOSSO, A. C.; MARCHIORO, V. S.; MISSIO, E.; PACHECO, M. T.; PIRES, J. L. F.; ROSA, A.; ROSA, O. de S.; ROSA FILHO, O. de S.; RUBIN, S. de A. L.; SCHEEREN, P. L.; SÓ E SILVA, M.; SVOBODA, L. H.; TOIGO, M. de C.; TONON, V. D.; WENDT, W.; ZANOTTELLI, V. **Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de trigo avaliadas no Ensaio Estadual do Rio Grande do Sul, no ano 2006**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 1.; SEMINÁRIO TÉCNICO DO TRIGO, 7., 2007, Londrina. Ata, resumos e palestras... Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional: IAPAR, 2007. p. 278-282. (Embrapa Soja. Documentos, 293).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2012). **Oferta e demanda de trigo**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteúdos.php?a=1253et=2>> acesso em 30.10.2012

CUNHA, G.R. da; PIRES, J.L.F.; DALMAGO, G.A.; CAIERÃO, E.; PASINATO, A. Trigo. In.: MONTEIRO, J.E.B.A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. INMET, 2009, p.279-293.

DAVIDSON, D.J.; CHEVALIER, P.M. Pre-anthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, v.30, p.832-836, 1990.

FAO-Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Banco de dados estatísticos**. Rome:2011. Disponível em <http://www.org.br>. Acesso em 25.08.2011

FIGLIORINI, S.L.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L.A.; PIVETTA, L.G.; FERNANDES, D.M.; BÜLL, L.T. Tillering of two wheat genotypes as affected by phosphorus levels. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.34, n.3, p.331-338, 2012.

FRANCESCHI, L. de; BENIN, G.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N.; SILVA, R.R.; SILVA, C.L. da. Métodos para análise de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de trigo no estado do Paraná. **Bragantia**, v.69, n.4, p.797-806, 2010.

GAJU, O.; REYNOLDS, M.P.; SPARKES, D.L.; FOULKES, M.J. Relationships between large-spike phenotype, grain number, and yield potencial in spring wheat. **Crop Science**, v.49, n.3, p.961-973, 2009.

GENT, M. P. N. Photosynthate reserves during grain filling in winter wheat. **Agronomy Journal**, v.86, p.159-167, 1994.

GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGE, M.S.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. Regionalização para épocas de semeadura de trigo no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.2, p.239-248, 1998.

GUARIENTI, E.M. ; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R. da; DEL DUCA, L.J.A.; OLIVEIRA, C.M. de; CAMARGO, C.M.O. Influência das temperaturas mínima e máxima em características de qualidade industrial e em rendimento de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.505-515, 2004.

GUSTA, L.V.; WILLEN, R.; FU, P.; ROBERTSON, A.J.; WU, G.H. Genetic and environmental control of winter survival of winter cereals. **Acta Agronomica Hungarica**, v.45, p.231-240, 1997.

LLOVERAS, J.; MANENT, J.; VIUDAS, J.; LÓPEZ, A.; SANTIVERI, P. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a mediterranean climate. In Wheat. **Agronomy Journal**, v.96, p.1258-1265, 2004.

MAGRIN, G.O. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 67, p. 29-41, 1993.

MENÉNDEZ, F.J.; SATORRE, E.H. Evaluating wheat yield potential determination in the Argentine Pampas. **Agricultural Systems**, v.95, n.1-3, p.1-10, 2007.

MORAL, L. F. G.; RHARRABTI, Y. D. V.; ROYO, C. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under mediterranean conditions: an ontogenic approach. **Agronomy Journal**, v.95, n.2, p.266–274, 2003.

OZTURK, A. et al. 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**, v.192, p.10-16, 2006.

REYNOLDS, M.P.; PIERRE, C.S.; SAAD, A.S.I.; VARGAS, M. and CONDON, A.G. Evaluating potencial genetic gain in wheat associated with stress-adaptive trait expression in elite genetic resources under drought and heat stress. **Crop Science**, Madison, v.47, p.172-189, 2007.

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**, v.44, n.11, p.1383-1390, 2009.

RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.L.; PETERSON, C.M. Time distributions for describing appearance of specific culms of winter wheat. **Agronomy Journal**, v.75, p.551-556, 1983.

RODRIGUES, O.; DIDORET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; ROMAN, E.S. **Modelo para previsão de estádios de desenvolvimento em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 11p.html. (Embrapa trigo. Circular técnica online, 5). Disponível em : http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci5.htm.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J.C.B.; DIDONET, A.D.; MARCHESE, J.A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 839-846, 1998.

SAVIN, R., SLAFER, G. A. Shading effects on yield of an Argentinean wheat cultivar. **Journal of Agricultural Science**, v. 116, p. 1-7, 1991.

SAWERS, R. J. H., SHEEHAN, M. J.; BRUTNELL, T. P. Cereal phytochromes: targets of selection, targets for manipulation? **Trends in Plant Science**, v.10, n.3, p. 138-143, 2005.

SCHEEREN, P. L.; SOUSA, C. N. A. de; DEL DUCA, L. de J. A.; SÓ E SILVA, M.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. do; CUNHA, G. R. da; CAETANO, V. da R.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; BASSOI, M. C.; SOUSA, P. G. de; ALBRECHT, J. C.; ANDRADE, J. M. V. de; CÁNOVAS, A.; SOARES SOBRINHO, J. **O melhoramento e as cultivares de trigo da Embrapa em cultivo no Brasil em 2002**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 5 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 98). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co98.htm

SCHMITT, J., WULFF, R.D. Light spectral quality phytochrome and plant competition. **Tree Physiology**, v.8, p.47-51, 1993.

SIAL, M. A.; Arain, M. A.; Naqvi, S. K. M. H; Dahot, M. U.; Nizamani, N. A. Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing dates and high temperature stress. **Pakistan Journal of Botany**, v.37, n.3, p.575-584, 2005.

SILVA, E.P. da; CUNHA, G.R. da; PIRES, J.L.F.; DALMAGO, G.A.; PASINATO, A. Fatores abióticos envolvidos na tolerância de trigo à geada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1257-1265, 2008.

SILVA, R.R.; BENIN, G.; SILVA, G.O. da; MARCHIORO, V.S.; ALMEIDA, J.L.; MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1439-1447, 2011.

SILVA, S. A.; CARVALHO, F. I. F. de; NEDEL, J. L.; CRUZ, P. J.; PESKE, S. T.; SIMIONI, D.; CARGNIN, A. Enchimento de sementes em linhas quase-isogênicas de trigo com presença e ausência do caráter "stay-green". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.5, p.613-618, 2003.

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

SLAFER. G.A.; RAWSON, H.M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a reexamination of some assumptions made by physiologists and modellers. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, 393-426, 1994.

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

USDA-Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **Estatísticas de oferta e demanda mundial de commodities agrícolas**. Disponível em <<http://www.fas.usda.gov/psdonline>> acesso em 15.12.2011.

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

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de; MACHADO, A.A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.de; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 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**, v.137, p.164-177, 2000.

YAN, W.; HOLLAND, J.B. A Heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, v.171, n.3, p.355-369, 2010.

3 ARTIGO A

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE TRIGO CULTIVADOS EM DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA E EM DUAS REGIÕES TRITÍCOLAS DO ESTADO DO PARANÁ

3.1 RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de semeadura durante dois anos em duas regiões tritícolas do estado do Paraná. Foram conduzidos experimentos em Londrina e Ponta Grossa nos anos agrícolas de 2009 e 2010. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições. Foram avaliados aspectos agronômicos de três genótipos de trigo (PF 014384, BRS Tangará e BRS Pardela), cultivados nas densidades de semeadura de 150, 250, 350 e 450 pl m⁻². Os dados foram analisados utilizando-se a análise de variância, teste Tukey e quando necessário a análise de regressão. O efeito de anos foi significativo para a produtividade de grãos em ambas localidades. O cultivo em Londrina apresentou maior produtividade de grãos, exceto em 2009 na densidade de 350 pl m⁻². Em Londrina, a máxima produtividade de grãos foi obtida em densidades próximas a 270 pl m⁻², enquanto que em Ponta Grossa houve ajuste linear (2009). Os genótipos PF 014384 e BRS Tangará apresentaram a maior altura de plantas em Londrina e Ponta Grossa, respectivamente. Não ocorreu ajuste para altura de plantas em função da densidade de semeadura. O número de espigas por área foi superior em Ponta Grossa (2009) e não diferiu entre locais no ano 2010. Em Ponta Grossa (2010) a maior massa de mil sementes estimada foi na densidade de 341 plantas e em Londrina (2010) nas densidades de 150 e 450 pl m⁻². Observou-se efeito significativo de anos para o peso do hectolitro. O efeito de anos apresenta efeito significativo sobre a produtividade de grãos. O cultivo em Londrina apresenta limite definido quanto à densidade de semeadura para a produtividade de grãos, enquanto que em Ponta Grossa não se observa uma tendência consistente. A massa de mil sementes é afetada pela densidade de semeadura. A altura de plantas é afetada pelo genótipo e local de cultivo. O peso do hectolitrico é influenciado pelo efeito de ano.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Ambiente. Produtividade de grãos. Massa de mil sementes. População de plantas.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF WHEAT GENOTYPES GROWN WITH DIFFERENT SEED RATES AT TWO WHEAT-GROWING REGIONS OF PARANÁ STATE

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate three wheat genotypes grown at four seeding rates during two years in two wheat-growing areas of Paraná State. The experiments were carried out in Londrina and Ponta Grossa in the crop seasons of 2009 and 2010. The field experiments at each location were performed in a

completely randomized block design with four replications. Three wheat genotypes namely: PF 014384, BRS Tangará and BRS Pardela was grown in population densities of 150, 250, 350 and pl m^{-2} . The effect of year was significant for grain yield in both locations. Cultivation in Londrina showed the higher grain yield, except in 2009 plant density of 350 pl m^{-2} . In Londrina location, the better grain yield was found at densities close to 270 pl m^{-2} , while in Ponta Grossa location we observed a linear fit (2009). Genotypes PF 014384 and BRS Tangará showed the highest plant height in Londrina and Ponta Grossa locations, respectively. The plant height not shown adjustment depending on seeding rate. The number of spikes per area was higher in Ponta Grossa (2009) and did not differ between locations in 2010 year. In Ponta Grossa location (2010) the biggest estimated thousand kernel weight was in density of 341 pl m^{-2} , while in Londrina location (2010) the greatest thousand kernel weight occurred at densities of 150 and 450 pl m^{-2} . There was a significant effect of years for test weight. We concluded that the effect of years showed highly significant effect on grain yield. The cultivation in Londrina has a limit on seeding rate for grain yield, while in Ponta Grossa not observed a consistent fit. The thousand kernel weight is affected by seeding rate. Plant height is affected by genotype and wheat-growing area. The test weight is influenced by the year effect.

Key-Words: *Triticum aestivum* L. Environment. Grain yield. Thousand kernel weight; Plant population.

3.2 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum spp.*) é um dos mais antigos cultivos explorados pelo homem. É um dos principais cereais cultivados no mundo, com produção anual de, aproximadamente, 650 milhões de toneladas (USDA, 2012). No Brasil, o volume produzido é em torno de 5 milhões de toneladas (CONAB, 2012), enquanto que o consumo é o dobro do volume produzido. Além disso, no contexto brasileiro o trigo é importante devido à necessidade de ocupação e cultivo durante o inverno, constituindo eficiente opção de cultivo para esse período nos estados da região sul (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina).

Portanto, há necessidade de aumento da produção desse cereal, pois o que é produzido corresponde a aproximadamente a metade do consumo. O ganho em volume produzido pode ser obtido com a utilização de cultivares adaptadas a cada região de cultivo, técnicas de manejo diferenciadas e uso adequado de insumos, tanto em quantidade, quanto em qualidade (ZAGONEL et al., 2002). Nesse contexto, a densidade de semeadura adequada para cada material genético e condições ambientais são essenciais no incremento da produtividade do trigo e, conseqüentemente, do volume produzido.

A produtividade de grãos em trigo, matematicamente, é determinada pelo produto entre o número de grãos por unidade de área e a massa média do grão. A densidade de semeadura adequada pode propiciar melhor equilíbrio dos componentes do rendimento em trigo, porque condiciona a capacidade de captura de recursos como minerais, água e interceptação e eficiência da radiação solar (LLOVERAS et al., 2004). Na cultura do trigo a densidade usualmente recomendada é entre 200 a 450 pl m⁻², sendo que as características do genótipo, condições ambientais e de solo determinarão a densidade de semeadura mais adequada. Entretanto, é inviável tecnicamente a indicação generalizada da densidade de semeadura para trigo. Tal fato é verdadeiro, porque os fatores ambientais, manejo cultural e a genética alteram a resposta à densidade de semeadura em trigo (SPARKES et al., 2006; SILVEIRA et al., 2010; FIOREZE et al., 2012).

Nesse sentido, cultivares de elevado potencial de perfilhamento são capazes de manter elevada produtividade de grãos quando cultivadas em baixa densidade de semeadura, enquanto outras cultivares apresentam redução na produtividade de grãos (WHALEY et al., 2000; VALÉRIO et al., 2009). Além disso, o efeito ambiental impõe maior rigor na definição da melhor densidade de semeadura para determinado local ou genótipo. Portanto, é imperativo que essa indicação seja embasada em mais de um ano e local de cultivo (VALÉRIO et al., 2009; SILVEIRA et al., 2010).

Assim, tendo em vista a constante atualização de materiais genéticos disponíveis para cultivo é importante a geração de informações a respeito da densidade de semeadura adequada para o cultivo de trigo. O objetivo desse estudo foi avaliar genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de semeadura no estado do Paraná.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

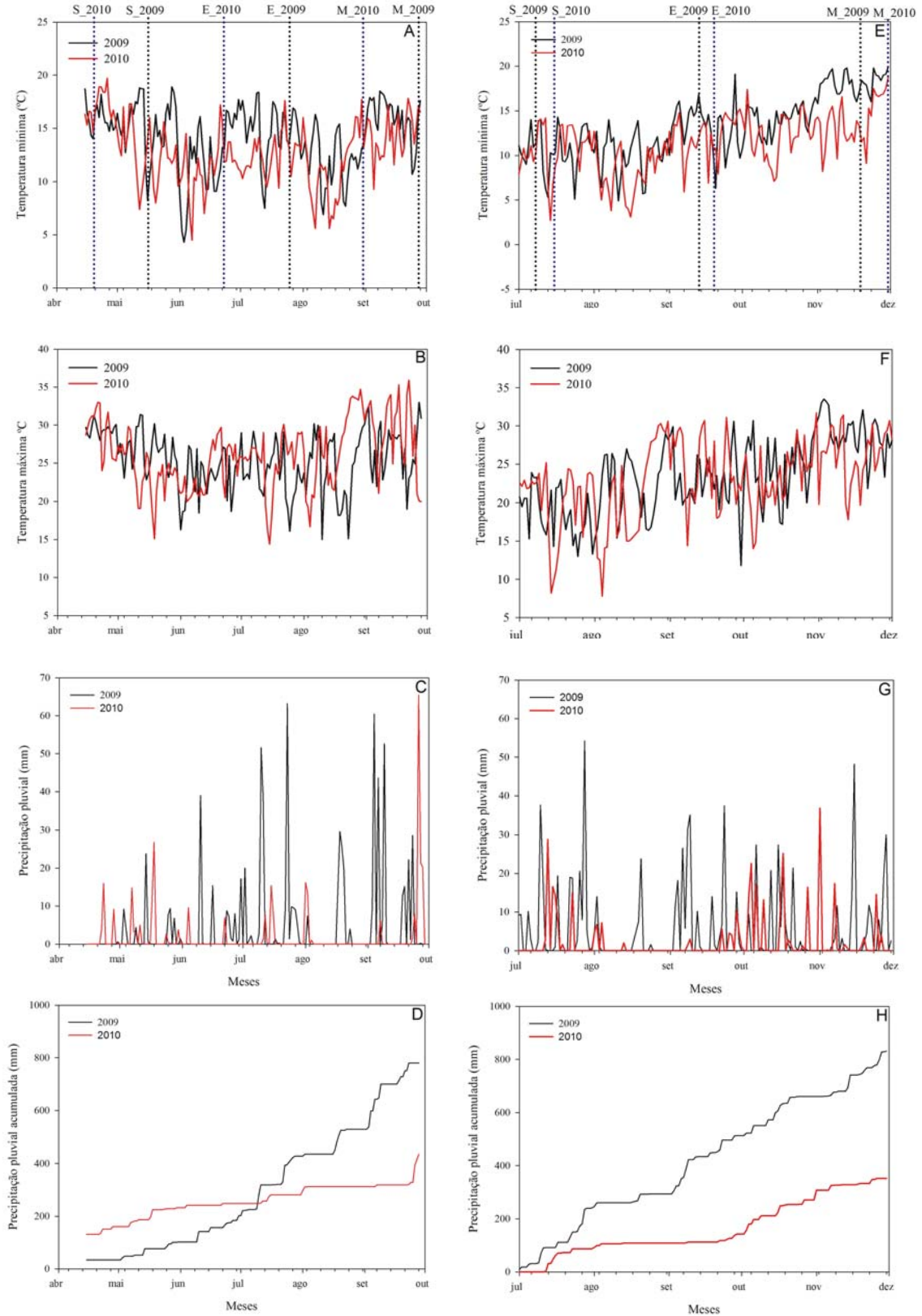
3.3.1 Local de Experimentação

Foram conduzidos experimentos em dois locais nos anos agrícolas de 2009 e 2010. Um deles foi instalado na área experimental da Embrapa Soja no distrito de Warta em Londrina, PR, em Latossolo Vermelho distroférico, cujas coordenadas geográficas são 23°11'37''S e 51°11'03'' W, com altitude de 630

metros. Outro experimento foi instalado na área experimental da Embrapa Produtos e Mercados em Ponta Grossa, PR, em Latossolo vermelho distroférico, cujas coordenadas geográficas são 25°06'42''S e 51°10'43'' W, com altitude de 869 metros.

O clima predominante no distrito de Warta é do tipo Cfa, descrito como Subtropical úmido com verão quente. Dentre as regiões de Valor de Cultivo e Uso (VCU), o distrito de Warta é classificado como VCU 3 (quente, moderadamente seca e baixa), e apresenta precipitação média anual em torno de 1500 mm e temperatura média anual de 22°C. O clima predominante em Ponta Grossa é do tipo Cfb, descrito como clima temperado, classificada como região de VCU 1 (fria, úmida e alta), com precipitação média anual de 1800 mm e temperatura média de 17°C. Os valores médios de temperatura e precipitação para o período de condução dos experimentos são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Dados de temperatura máxima e mínima, precipitação pluvial diária e acumulada para os locais de Londrina (A, B, C e D) e Ponta Grossa (E, F, G e H) nos anos 2009 e 2010, indicando a semeadura (S), espigamento (E) e maturação de colheita (M).



3.3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

Foi utilizado o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com quatro repetições. Foram avaliados três genótipos de trigo (PF 014384, BRS Tangará e BRS Pardela). Os referidos genótipos foram cultivados em dois anos (2009 e 2010) e manejados nas seguintes densidades de semeadura: 150, 250, 350 e 450 pl m⁻².

A cultivar BRS Pardela tem porte médio (79 cm de altura) ampla adaptabilidade para todas regiões tritícolas do Paraná e apresenta média de rendimento de grãos de 4253 kg ha⁻¹, sendo enquadrada na classe comercial do tipo melhorador. Juntamente com as características industriais, a cultivar apresenta resistência a oídio, moderada resistência a ferrugem da folha, mancha foliar, brusone e vírus do nanismo amarelo da cevada, densidade de semeadura 43-51 sementes viáveis por metro linear (REUNIÃO, 2009).

A cultivar BRS Tangará se destaca pela resistência ao oídio e ferrugem da folha. Tem ampla adaptação para todas regiões tritícolas do Paraná. É moderadamente tolerante ao alumínio tóxico e boa resistência a germinação pré-colheita. Além disso, é moderadamente resistente ao acamamento e pertence à classe trigo Pão. O rendimento médio de grãos da cultivar no Paraná é de 4424 kg ha⁻¹, porte médio e densidade semeadura 43-51 sementes viáveis por metro linear (REUNIÃO, 2011).

A linhagem PF 014384 se destaca pela sanidade, boa resistência a ferrugem da folha, oídio e manchas foliares. Apresenta porte médio (87 cm de altura), boa resistência ao acamamento e moderadamente tolerante ao alumínio. O rendimento médio nas regiões de VCU 1, 2 e 3 no Paraná é de 4350 kg ha⁻¹. É pertencente à classe comercial pão tendendo a básico, porte médio e densidade de semeadura 43-51 sementes viáveis por metro linear

3.3.3 Implantação e Condução dos Experimentos

Previamente à instalação dos experimentos foi realizada coleta e análise química do solo das áreas experimentais na camada de 0-20 cm (Tabela 1). A adubação de base foi realizada no sulco de semeadura com as dosagens conforme resultados da análise de solo.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo da área dos experimentos nas camadas de 0-10, 10-20 cm de profundidade.

Características	Profundidade	
	00-10 cm	10-20 cm
	Unidade	Londrina
pH (CaCl ₂)		
Ca+2		
Mg+2		
K+	cmolc dm-3	
Al+3		
H + Al		
CTC		
V		%
C	g dm-3	
P	mg dm-3	
Ponta Grossa		
pH (CaCl ₂)		
Ca+2		
Mg+2		
K+	cmolc dm-3	
Al+3		
H + Al		
CTC		
V		%
C	g dm-3	
P	mg dm-3	

Cada unidade experimental foi composta por seis linhas espaçadas em 0,17 m entre si com seis metros de comprimento. O espaçamento entre parcelas foi de 0,75 m e entre blocos de 1 metro. Foi considerada como área útil de cada parcela as cinco linhas e 5,5 metros de comprimento, totalizando 5,61 m².

As sementes receberam tratamento com inseticida (Imidacloprido 45 g 100 kg⁻¹ de sementes). A semeadura foi realizada com uma semeadora de parcelas, sendo que as sementes ficaram a uma profundidade de 3 cm. Após a emergência das plântulas foi realizada contagem do número de plantas para fins de monitoramento da uniformidade da população de plantas, ajustando-se por meio de desbaste quando necessário e em função da germinação e vigor das sementes.

Em Londrina a semeadura foi realizada no dia 16 de maio de 2009 e em 19 de abril de 2010, enquanto que em Ponta Grossa foi realizada no dia 07 de julho de 2009 e em 15 de julho de 2010. A adubação de base foi realizada com 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 08-28-16 (NPK). Foi realizada adubação de cobertura na

dose de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (sulfato de amônio) no início do perfilhamento da cultura.

3.3.4 Avaliações

Foram realizadas as seguintes avaliações: 1) Altura de plantas: na maturação foram medidas 15 plantas, por unidade experimental, desde o nível do solo ao ápice da espiga, excluindo-se as aristas. 2) Massa de mil grãos: considerada a massa de 1000 grãos tomados ao acaso em cada parcela, corrigida para 13% de umidade. 3) Peso do hectolitro: determinada em balança de 0,25 L, com correção para 13% de umidade. 4) Número de espigas por unidade de área. 5) Produtividade de grãos: considerada a produção de grãos da área útil de cada unidade experimental, que após colhidos e trilhados foram pesados e estimada a produtividade grãos em kg ha⁻¹, com umidade de 13%.

3.3.5 Análises Estatísticas

As análises dos dados foram precedidas pela verificação das pressuposições do modelo matemático (homogeneidade da variância dos erros e normalidade da distribuição dos erros estimados). Posteriormente, foi realizada análise de variância conjunta (ANAVA), para detectar pelo teste F as significâncias dos efeitos de cultivares, manejo da densidade de semeadura, ano e local de experimentação. Na ANAVA todos efeitos foram considerados como fixos. Foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey a nível de 5% bem como análise de regressão para o efeito de densidades de semeadura.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (ANAVA) demonstraram que para a produtividade de grãos (PG) todos os efeitos isolados foram significativos ($P < 0,01$). O local de cultivo não influenciou ($P > 0,05$) o número espigas por área (NEA). Além disso, para a variável NEA o efeito de cultivares foi não significativo ($P > 0,05$). A densidade de semeadura não influenciou as variáveis: peso de mil sementes, peso hectolitro e altura de planta (Tabela 2).

As variáveis peso do hectolitrico e número de espigas por área foram influenciadas significativamente ($P < 0,01$) pelas interações ano x local (para ambas variáveis) e ano x cultivares (peso do hectolitrico). Para as demais variáveis o estudo foi baseado nas seguintes interações triplas: produtividade de grãos (Ano x Local x Cultivar e Ano x Cultivar x Densidade de semeadura), peso de mil sementes (Ano x Local x Cultivar, Ano x Cultivar x Densidade de semeadura e Local x Cultivar x Densidade de semeadura) e altura de plantas (Local x Cultivar x Densidade de semeadura).

Os coeficientes de variação dos caracteres agronômicos avaliados oscilaram entre 1,31 (peso do hectolitrico) e 22,91% (número de espigas por unidade de área). Exceto para a variável número de espigas por unidade de área, os demais coeficientes de variação indicam boa precisão aos experimentos. Segundo Lúcio et al. (1999), tais valores para o coeficiente de variação são classificados como baixo e são rotineiramente observados em ensaios agrícolas.

Tabela 2 – Análise de variância conjunta para a produtividade de grãos (PG), massa de mil sementes (MMS), peso do hectolitrico (PH), número de espigas por área (NEA) e altura de plantas (AP) para genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de semeadura, em dois locais durante dois anos.

Fontes de variação	Características				
	AP	PG	MMS	PH	NEA
Bloco ^(GL 12)					
QM	7,63	180860	2,76	1,73	28220
p valor	0,1491	0,033	0,04	0,1038	<0,001
Ano (A) ^(GL 1)					
QM	34,17	1,22E+08	96,33	3064	791817
p valor	0,0117	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Local (L) ^(GL 1)					
QM	51,05	15879644	1837,69	333	30050
p valor	0,0022	<0,001	<0,001	<0,001	0,0633
Cultivar (C) ^(GL 2)					
QM	734,85	2994914	268,6	28,33	10149
p valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,3092
Densidade (D) ^(GL 3)					
QM	0,77	690850	2,03	1,01	71483
p valor	0,9316	<0,001	0,2556	0,4325	<0,001
A*L ^(GL 1)					
QM	0,63	10809465	6,02	1235	70917
p valor	0,7293	<0,001	0,0459	<0,001	0,0046
A*C ^(GL 2)					
QM	62,92	1582341	179,41	15,94	7703
p valor	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,4095
L*C ^(GL 2)					
QM	321,52	1305330	138,86	2,1	9999
p valor	<0,001	<0,001	<0,001	0,1501	0,3145
A*D ^(GL 3)					
QM	6,26	242608	2,49	0,88	14470
p valor	0,3147	0,053	0,1899	0,4923	0,1726
L*D ^(GL 3)					
QM	19,8	1226517	2,52	0,17	10001
p valor	0,0122	<0,001	0,1702	0,9247	0,3248
C*D ^(GL 6)					
QM	8,95	60651	1	1,16	7017
p valor	0,1241	0,6846	0,6697	0,3871	0,5572
A*L*C ^(GL 2)					
QM	9,69	4606909	64,01	1,88	6316
p valor	0,1613	<0,001	<0,001	0,1825	0,4805
A*L*D ^(GL 3)					
QM	4,8	301610	4,52	1,63	3614
p valor	0,4354	0,0234	0,031	0,2191	0,7377
A*C*D ^(GL 6)					
QM	10,42	135538	1,26	1,44	10790
p valor	0,0716	0,1941	0,5347	0,2516	0,2807
L*C*D ^(GL 6)					
QM	14,02	165641	4,48	0,77	13460
p valor	0,0175	0,1051	0,0084	0,6487	0,1606
A*L*C*D ^(GL 6)					
QM	1,57	125549	2,38	0,46	4933
p valor	0,9363	0,2357	0,1506	0,8614	0,7492
Resíduo ^(GL 143)					
QM	5,93	92362	1,48	1,09	8570
Média	82	3882	35,4	79,5	432
CV (%)	2,95	7,82	3,44	1,31	22,91

No ano de 2009 a PG em Londrina foi inferior apenas para o genótipo PF014384, enquanto que no ano de 2010 a PG em Londrina foi superior para todos os genótipos (Tabela 3). No ano 2009, as médias das cultivares em Londrina não diferiram entre si, enquanto que para o cultivo em Ponta Grossa o genótipo PF014384 apresentou a maior produtividade de grãos. Por outro lado, no ano 2010 o cultivo em Londrina propiciou a maior produtividade para os genótipos PF014384, BRS Tangará e BRS Pardela. Para a condição ambiental de Ponta Grossa (2010) os genótipos PF014384 e BRS Tangará foram os mais produtivos, não diferindo significativamente entre si. Além disso, ficou evidente que o efeito de anos foi significativo em ambas as localidades e para todos os genótipos testados. Portanto, no cultivo em Londrina e Ponta Grossa o ano de 2010 apresentou a maior média produtiva para todas as cultivares.

Tabela 3 - Produtividade de grãos em trigo na interação de cultivares em cada local bem como o desempenho de cada cultivar entre locais em cada ano e o efeito de anos em cada cultivar para cada local.

Cultivares	2009		2010	
	Londrina	Ponta Grossa	Londrina	Ponta Grossa
PF014384	3011 aB	3852 aA	5476 aA	4144 abB
BRS Tangará	3169 aA	2525 bB	5215 bA	4394 aB
BRS Pardela	3221 aA	2722 bB	4925 cA	3929 bB

Cultivares	Londrina		Ponta Grossa	
	2009	2010	2009	2010
PF014384	3011 B	5476 A	3852 B	4144 A
BRS Tangará	3169 B	5215 A	2525 B	4394 A
BRS Pardela	3221 B	4925 A	2722 B	3929 A

Letras minúsculas comparam entre linhas (cultivares) e letras maiúsculas comparam entre colunas (locais e anos). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O cultivo no ano 2010 resultou em produtividade de grãos significativamente superior em ambas localidades, bem como em todas as densidades de semeadura (Tabela 4). Não ocorreu efeito de local para o cultivo no ano 2009 e densidade de semeadura de 350 pl m⁻². Em 2009 e na densidade de 450 pl m⁻² a produtividade de grãos foi superior no cultivo em Ponta Grossa. Nas demais densidades, em ambos anos, o cultivo em Londrina apresentou produtividade de grãos superior ao observado em Ponta Grossa.

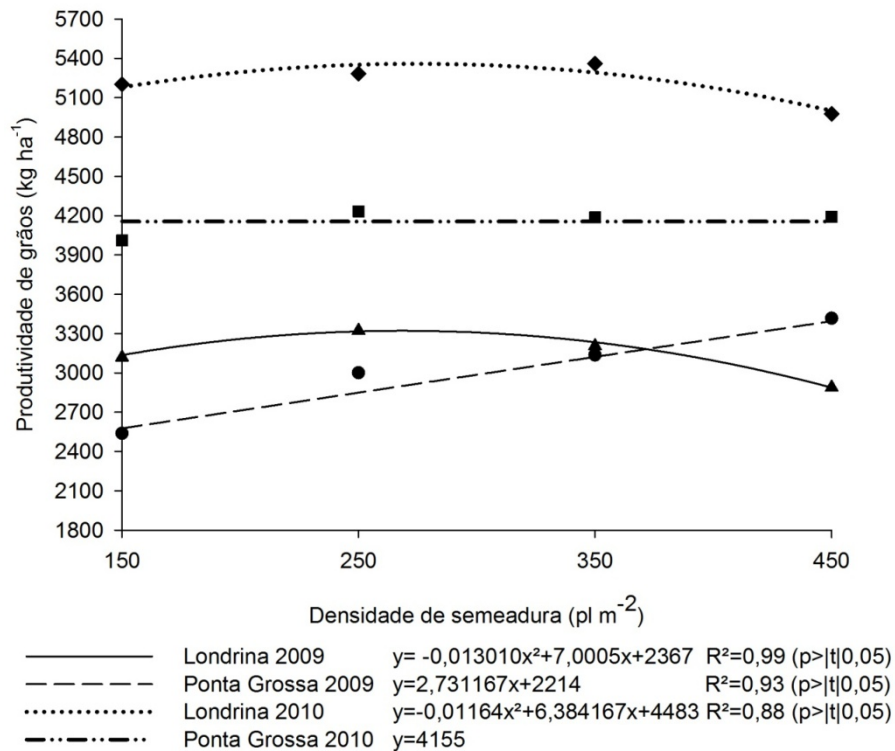
Tabela 4 - Produtividade de grãos em genótipos de trigo na interação locais para uma mesma densidade de semeadura em cada ano de cultivo.

Local	Densidades de Semeadura	
	150 pl m ⁻²	
	2009	2010
Londrina	3129 aB	5023 aA
Ponta Grossa	2492 bB	3936 bA
Local	250 pl m ⁻²	
	2009	2010
Londrina	3337 aB	5116 aA
Ponta Grossa	2992 bB	4160 bA
Local	350 pl m ⁻²	
	2009	2010
Londrina	3214 aB	5177 aA
Ponta Grossa	3092 aB	4125 bA
Local	450 pl m ⁻²	
	2009	2010
Londrina	2895 bB	4813 aA
Ponta Grossa	3368 aB	4131 bA

Letras minúsculas comparam entre locais e letras maiúsculas comparam entre anos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O efeito de densidades de semeadura para cada local e ano pode ser visualizado na Figura 2. Para o cultivo em Londrina houve ajuste quadrático da produtividade de grãos, sendo a máxima produtividade obtida na densidade de 269 e 274 pl m⁻² nos anos de 2009 e 2010, respectivamente. Portanto, a melhor densidade de semeadura para Londrina é aquela próxima de 270 pl m⁻². Já para a condição de Ponta Grossa, no ano de 2009 houve ajuste linear, enquanto que em 2010 não houve influência de densidades de semeadura para a produtividade de grãos.

Figura 2 – Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de genótipos de trigo cultivados em diferentes densidades de sementeira durante dois anos em dois locais.



A produtividade de grãos é de caráter complexo, com diferentes componentes, sendo que diversos fatores a condicionam, dentre os quais a origem genética e o efeito ambiental. Além disso, a expressão do potencial de rendimento de grãos de um genótipo em uma região depende de fatores genéticos e ambientais.

Nesse sentido, Cargnin et al. (2006) também observaram efeito do ambiente de cultivo na produtividade grãos. Além disso, a maior produtividade observada em Londrina em relação à Ponta Grossa também já foi relatada por Franceschi et al (2010). Da mesma maneira, Silva et al. (2011) estudando cultivares de trigo em duas regiões em 3 anos, observaram ampla variação na produtividade de grãos entre anos e entre épocas de sementeira. Tais resultados confirmam o efeito significativo de anos e de local de cultivo (condição ambiental) para a produtividade de grãos, principalmente porque no ano 2009 as condições climáticas foram bastante desfavoráveis (Figura 1).

Portanto, considerando o cultivo de trigo em condições climáticas adequadas em Ponta Grossa (2010) é desnecessário o uso de mais do que 150 sementes viáveis m^{-2} . No caso de Londrina, independentemente, da condição climática (excesso de chuva ou condição adequada) a densidade de,

aproximadamente, 270 pl m⁻² é a ideal. Esses valores são importantes porque o excesso de sementes por unidade de área implica maior consumo de sementes, além de aumentar a predisposição ao acamamento de plantas.

Além disso, observou-se que a produtividade de grãos variou significativamente em uma mesma densidade de semeadura conforme o ano de cultivo. Tais resultados ressaltam a importância de utilizar cada ano como um ambiente distinto. Estresses causados por excesso de água no solo afetam de forma negativa o desenvolvimento da planta, com efeito direto na produtividade final na cultura do trigo (GUARIENTI et al., 2005). Portanto, a forma mais eficiente que o produtor dispõe para reduzir esses riscos é o emprego de práticas de manejo das culturas, tais como escolha de cultivar e de época de semeadura (SILVA et al. 2011), bem como a densidade de semeadura adequada.

O genótipo PF 014384 apresentou a maior altura de plantas para o cultivo em Londrina em qualquer das densidades de semeadura, exceto em 450 pl m⁻² em que não diferenciou da cultivar BRS Tangará (Tabela 5). Já em Ponta Grossa a cultivar que apresentou a maior altura de planta, em todas as densidades de semeadura, foi a BRS Tangará. Não foi possível obter ajuste da regressão até equação de segundo grau para a altura de plantas dos genótipos em função das densidades de semeadura. Na média, os genótipos PF 014384 e BRS Tangará apresentaram a maior altura de plantas em Londrina e Ponta Grossa, respectivamente.

De forma semelhante, Zagonel et al. (2002) relataram ausência do efeito da densidade semeadura sobre a altura de plantas em trigo. Por outro lado, o efeito ambiental significativo para a altura de plantas também foi observado por Cargnin et al. (2006), o que corrobora os resultados obtidos nesse estudo.

Tabela 5 – Altura de plantas (cm) de genótipos de trigo cultivados em diferentes localidades, em diferentes densidades de semeadura.

Cultivares	Densidade de semeadura	
	150	
	Londrina	Ponta Grossa
PF014384	87 aA	79 bB
BRS Pardela	79 cA	79 bA
BRS Tangará	82 bB	87 aA
Cultivares	250	
	Londrina	Ponta Grossa
	PF014384	84 aA
BRS Pardela	77 bA	79 bA
BRS Tangará	84 aB	87 aA
Cultivares	350	
	Londrina	Ponta Grossa
	PF014384	88 aA
BRS Pardela	80 cA	76 cB
BRS Tangará	83 bB	86 aA
Cultivares	450	
	Londrina	Ponta Grossa
	PF014384	86 aA
BRS Pardela	79 bA	79 bA
BRS Tangará	84 aB	86 aA

Letras minúsculas comparam entre cultivares e letras maiúsculas comparam entre locais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O número de espigas por unidade de área foi maior no cultivo em Ponta Grossa (2009), enquanto que não diferiu entre as localidades no ano 2010. Em ambas localidades o número de espigas por unidade de área foi superior no primeiro ano de experimentação (Tabela 6). Além disso, o número de espigas por unidade de área foi influenciado pelo efeito da densidade de semeadura, apresentando ajuste linear crescente (Figura 3).

Tabela 6 – Número de espigas por unidade de área em genótipos de trigo na interação entre Anos e Locais.

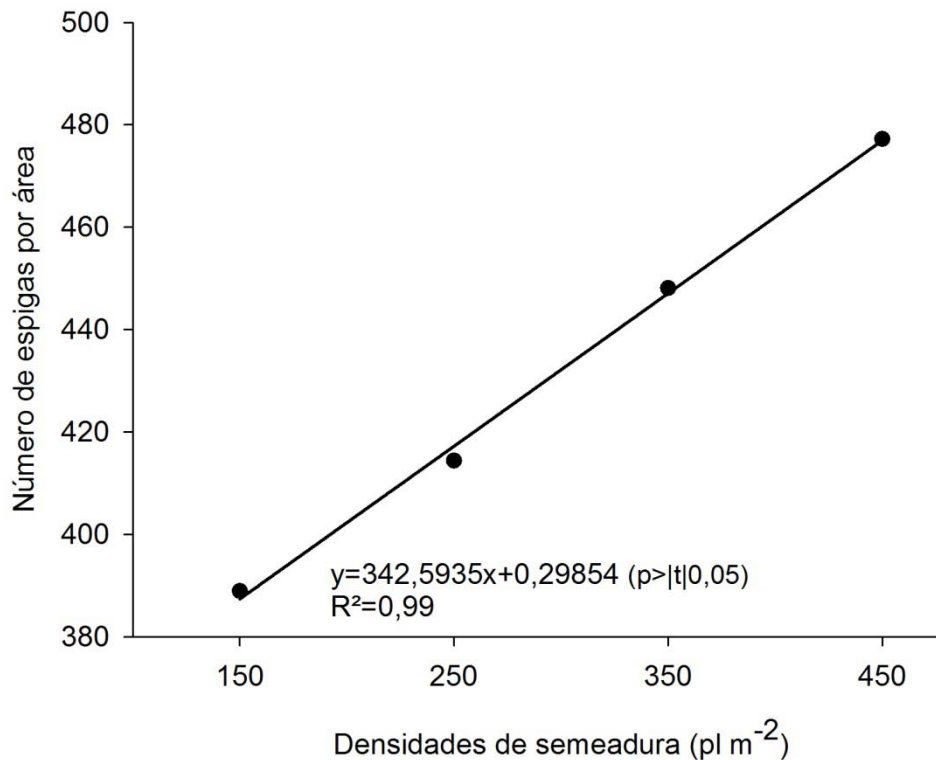
Local	2009	2010
Londrina	464 bA	374 aB
Ponta Grossa	528 aA	361 aB

Letras minúsculas comparam entre locais e letras maiúsculas comparam entre anos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Segundo Ozturk et al. (2006), a genética é determinante na definição da resposta das plantas à densidade de semeadura quanto ao potencial de emissão de espigas. De maneira semelhante, Valério et al., (2008), observaram que a

emissão de espigas apresentou resposta diferenciada às densidades de semeadura para cada cultivar.

Figura 3 – Número de espigas por unidade de área em função da densidade de semeadura em genótipos de trigo.



A cultivar BRS Tangará (2009 e 2010) e BRS Pardela (2010) apresentaram a maior massa de mil sementes em Londrina (Tabela 7). O genótipo PF014384 apresentou a menor massa de mil sementes no cultivo em Londrina (2009 e 2010). No cultivo em Ponta Grossa, a cultivar BRS Tangará e BRS Pardela apresentaram a maior e menor massa de mil grãos, respectivamente, no ano 2009. Por outro lado, em Ponta Grossa (2010) não se observou diferença significativa na massa de mil sementes entre cultivares. Em ambos os anos agrícolas, o cultivo em Ponta Grossa apresentou a maior massa de mil sementes para todas as cultivares. Além disso, para todos os genótipos a massa de mil sementes foi maior no ano 2010 em ambas regiões, exceto para a cultivar BRS Tangará, que não foi influenciada pelo ano de cultivo em Londrina.

Tabela 7 – Massa de mil sementes (g) na interação entre locais e genótipos de trigo para cada ano de cultivo.

Cultivares	2009		2010	
	Londrina	Ponta Grossa	Londrina	Ponta Grossa
PF014384	28,6 cB	37,7 bA	30,6 bB	38,9 aA
BRS Tangará	34,1 aB	43,3 aA	34,4 aB	38,9 aA
BRS Pardela	31,4 bB	32,8 cA	34,4 aB	39,1 aA

Cultivares	Londrina		Ponta Grossa	
	2009	2010	2009	2010
PF014384	28,6 B	30,6 A	37,7 B	38,9 A
BRS Tangará	34,1 A	34,4 A	38,9 B	43,3 A
BRS Pardela	31,4 B	34,4 A	32,8 B	39,1 A

Letras minúsculas comparam entre linhas (cultivares) e letras maiúsculas comparam entre colunas (locais e anos). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Em Ponta Grossa a massa de mil sementes foi superior em todas as densidades de semeadura e nos dois anos de cultivo. Para o cultivo em Londrina, a massa de mil sementes foi superior no ano 2010; enquanto que em Ponta Grossa apenas na densidade de 150 pl não foi observada diferença entre anos, sendo que nas demais densidades de semeadura o efeito de anos foi significativo (Tabela 8).

Tabela 8 – Massa de mil sementes (g) na interação entre anos, locais e densidades de semeadura para genótipos de trigo.

Local	Densidades de semeadura	
	150 pl m ⁻²	
	2009	2010
Londrina	31,5 bB	33,6 bA
Ponta Grossa	38,3 aA	37,9 aA

Local	250 pl m ⁻²	
	2009	2010
	Londrina	31,1 bB
Ponta Grossa	37,6 aB	39,6 aA

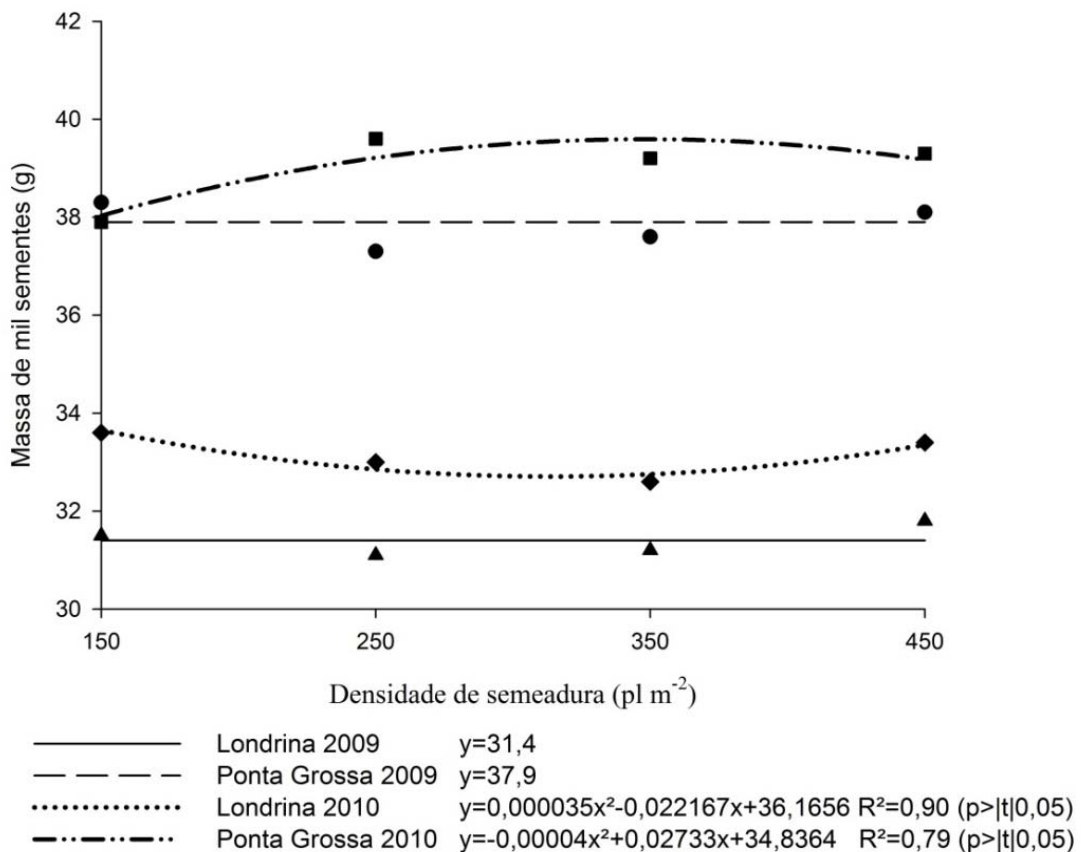
Local	350 pl m ⁻²	
	2009	2010
	Londrina	31,2 bB
Ponta Grossa	37,6 aB	39,2 aA

Local	450 pl m ⁻²	
	2009	2010
	Londrina	31,8 bB
Ponta Grossa	38,1 aB	39,3 aA

Letras minúsculas comparam entre linhas (locais) e letras maiúsculas comparam entre colunas (anos). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

A massa de mil sementes não foi influenciada pelas densidades de semeadura em ambas as localidades no ano 2009 (Figura 4). Por outro lado, em Ponta Grossa e Londrina (2010) ocorreu ajuste quadrático para a massa de mil sementes em função das densidades de semeadura. Em Ponta Grossa observou-se maior massa de mil sementes na densidade de 341 pl m^{-2} ; por outro lado, para o cultivo em Londrina (2010) a massa de mil sementes mostrou-se superior nas densidades de 150 e 450 pl m^{-2} .

Figura 4 – Massa de mil grãos em função de densidades de semeadura para o cultivo de trigo em Londrina e Ponta Grossa durante dois anos.



Em Londrina a maior massa de mil sementes foi observada para a cultivar BRS Tangará, exceto nas densidades de 250 e 450 pl m^{-2} que não diferiu da cultivar BRS Pardela. No cultivo em Ponta Grossa a cultivar BRS Tangará apresentou a maior massa de mil grãos em todas as densidades de semeadura. Em todas as densidades de semeadura e para todos genótipos estudados o cultivo em Ponta Grossa propiciou maior massa de mil sementes (Tabela 9).

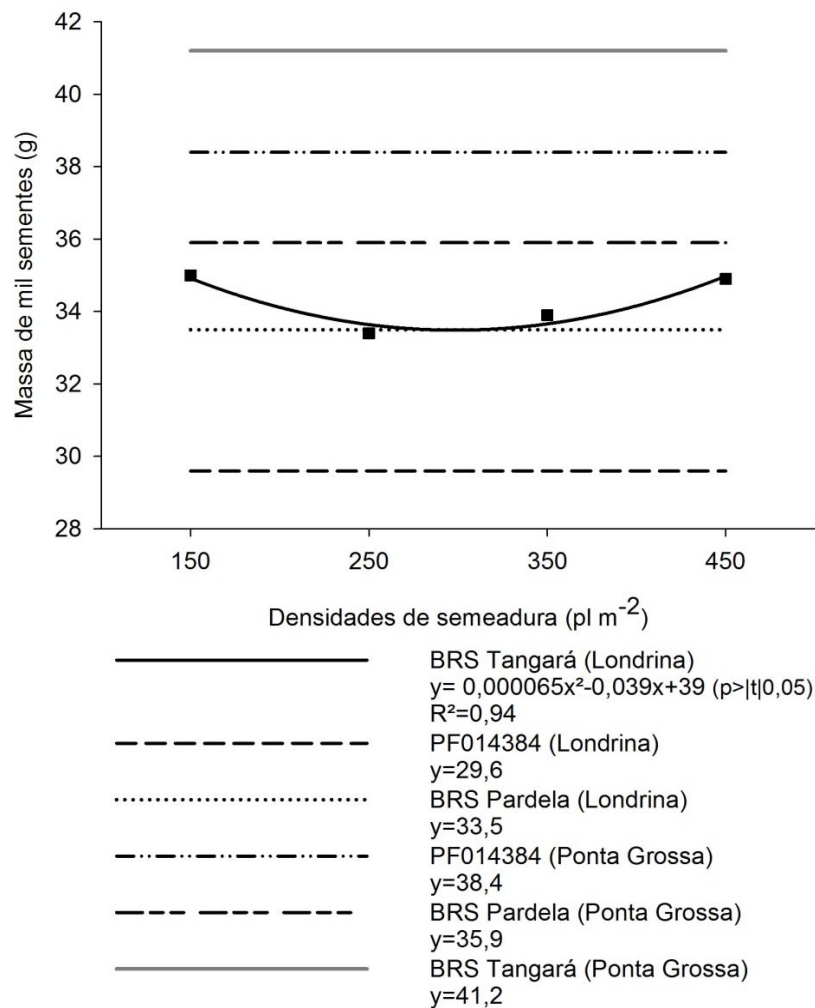
Tabela 9 – Massa de mil sementes (g) na interação entre locais, cultivares e densidades de semeadura para genótipos de trigo.

Cultivares	Densidades de semeadura	
	150 pl m ⁻²	
	Londrina	Ponta Grossa
PF 014384	30,3 cB	37,8 bA
BRS Pardela	32,4 bB	36,1 cA
BRS Tangará	35,0 aB	40,5 aA
Cultivares	Densidades de semeadura	
	250 pl m ⁻²	
	Londrina	Ponta Grossa
PF 014384	29,3 bB	38,8 bA
BRS Pardela	33,5 aB	35,4 cA
BRS Tangará	33,4 aB	41,8 aA
Cultivares	Densidades de semeadura	
	350 pl m ⁻²	
	Londrina	Ponta Grossa
PF 014384	29,4 cB	38,5 bA
BRS Pardela	32,4 cB	35,9 cA
BRS Tangará	33,9 aB	40,8 aA
Cultivares	Densidades de semeadura	
	450 pl m ⁻²	
	Londrina	Ponta Grossa
PF 014384	29,4 bB	38,3 bA
BRS Pardela	33,5 aB	36,3 cA
BRS Tangará	34,9 aB	41,5 aA

Letras minúsculas comparam entre linhas (cultivares) e letras maiúsculas comparam entre colunas (locais). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

No cultivo realizado em Ponta Grossa, para todas as cultivares não foi observado efeito de densidades de semeadura sobre a massa de mil sementes. Por outro lado, no cultivo em Londrina apenas a cultivar BRS Tangará foi influenciada pelo efeito de densidade de semeadura, sendo que a menor e a maior densidade de semeadura propiciaram a maior massa de mil sementes (Figura 5).

Figura 5 – Massa de mil grãos em função de densidades de semeadura para o cultivo de genótipos de trigo em Londrina e Ponta Grossa.



A menor massa de mil sementes no ano 2009 para as cultivares é devido ao excesso hídrico, principalmente, na fase de maturação das plantas (Figura 1). Guarienti et al. (2005) relataram que o excesso hídrico está relacionado à reduções na massa de mil sementes. Os mesmos autores observaram redução significativa nessa característica para o trigo quando há excesso hídrico entre os 40 dias até o dia anterior à colheita.

A ocorrência de temperaturas amenas em Ponta Grossa é a principal causa da maior massa de mil sementes nesta localidade. Em condições de temperatura amena há redução do metabolismo da planta e maior período de enchimento de grãos o que resulta em maior massa de mil sementes (GAJU et al., 2009).

O peso hectolitrico(PH) foi superior em Ponta Grossa (2009) e Londrina (2010). Com relação ao efeito de anos, observou-se que as condições climáticas de 2010 propiciaram maior PH em ambas localidades (Tabela 10). Quanto à interação (Cultivares x Ano), observou-se que os genótipos BRS Pardela (2009 e 2010) e PF014384 (2010) apresentaram o maior PH. O efeito de anos foi significativo para o PH para todas as cultivares, sendo que o ano 2010 propiciou PH superior ao verificado em 2009.

Tabela 10 – Peso do hectolitro para o cultivo de trigo na interação entre locais e anos.

Locais	2009	2010
Londrina	74,3 bB	87,3 aA
Ponta Grossa	76,6 aB	79,6 bA
Cultivares	2009	2010
PF014384	74,8 bB	83,9 aA
BRS Tangará	75,1 bB	82,7 bA
BRS Pardela	76,6 aB	83,8 aA

Letras minúsculas comparam entre linhas (locais e cultivares) e letras maiúsculas comparam entre anos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Da mesma maneira que para a massa de mil sementes, o peso hectolitro também é afetado pelas condições ambientais, em especial, a precipitação pluvial. Guarienti et al. (2005) relataram que nos 20 dias que antecedem à colheita há redução significativa do peso hectolitro em função do excesso hídrico. Portanto, a diminuição do peso do hectolitro pode ser atribuída às sucessivas mudanças na umidade do grão devido a sequencia de chuva e período seco ocorridos no ano 2009.

3.5 CONCLUSÕES

O fator ano de cultivo apresenta efeito significativo sobre genótipos e densidades de semeadura para a produtividade de grãos. O cultivo em Londrina apresenta limite definido quanto à densidade de semeadura para a produtividade de grãos, enquanto que em Ponta Grossa não se observa uma tendência semelhante nos dois anos de experimentação.

Dentre os componentes do rendimento e avaliações agronômicas, apenas a massa de mil sementes é afetada pela densidade de semeadura. A altura de plantas é afetada pelos efeitos de genótipo, local de cultivo e anos isoladamente. O peso hectolitro é influenciado pelas condições de ambiente de cada ano e de locais dentro de cada ano.

3.6 REFERÊNCIAS

- CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; ROCHA, V.S.; MACHADO, J.C.; PICCINI, E. Tolerância ao estresse térmico em genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.8, p.1269-1276, 2006.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2012). Acompanhamento da safra brasileira.
- FIGLIORINI, S.L.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L.A.; PIVETTA, L.G.; FERNANDES, D.M.; BÜLL, L.T. Tilling of two wheat genotypes as affected by phosphorus levels. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.34, n.3, p.331-338, 2012.
- FRANCESCHI, L. de; BENIN, G.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N.; SILVA, R.R.; SILVA, C.L. da. Métodos para análise de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de trigo no estado do Paraná. **Bragantia**, v.69, n.4, p.797-806, 2010.
- GAJU, O.; REYNOLDS, M.P.; SPARKES, D.L.; FOULKES, M.J. Relationships between large-spike phenotype, grain number, and yield potential in spring wheat. **Crop Science**, v.49, n.3, p.961-973, 2009.
- GUARIENTI, E.M.; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R.da; DEL DUCA, L.J.A.; CAMARGO, C.M.;O. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso de déficit hídrico do solo no peso hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.412-418, 2005.
- LLOVERAS, J.; MANENT, J.; VIUDAS, J.; LÓPEZ, A.; SANTIVERI, P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a mediterranean climate. In *Wheat*. **Agronomy Journal**, v.96, p.1258-1265.
- LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p.99-103, 1999.
- OZTURK, A. et al. 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**, v.192, p.10-16, 2006.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 5., 2011, Dourados. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2012**.

Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistema de produção, 9).

SILVA, R.R.; BENIN, G.; SILVA, G.O. da; MARCHIORO, V.S.; ALMEIDA, J.L.; MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1439-1447, 2011.

SILVEIRA, G. da; CARVALHO, F.I.F.de; OLIVEIRA, A.C.de; VALÉRIO, I.P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H.S.; SILVA, J.A.G. da. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, 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**, v. 24, n. 3, p. 212-217, 2006.

USDA-Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.**Estatísticas de oferta e demanda mundial de commodities agrícolas**. Disponível em <<http://www.fas.usda.gov/psdonline>>.acesso em 20.11.2012.

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

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de; MACHADO, A.A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.de; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 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**, v.137, p.164-177, 2000.

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

4. ARTIGO B

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE CULTIVARES DE TRIGO NO ESTADO DO PARANÁ

4.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo: O objetivo deste trabalho foi comparar métodos de adaptabilidade e a estabilidade como critérios de seleção de cultivares de trigo no Paraná. Os dados de rendimento de grãos foram obtidos de ensaios de Valor de Cultivo e Uso, avaliadas nos anos de 2006 e 2007, em 44 ambientes distribuídos em diferentes locais e época de semeadura. O estudo de adaptabilidade e estabilidade foi realizado com base nos métodos de Eberhart e Russell, de Lin e Binns modificado por Carneiro, de Porto et al. e de Rocha et al. Foi possível identificar cultivares de comportamento previsível e que foram responsivas às variações ambientais, em condições específicas. Os métodos de Eberhart e Russell, Lin e Binns modificado por Carneiro e Porto et al. apresentaram resultados similares e superior ao método de Rocha et al., que foi pouco rigoroso no processo seletivo. O método de Porto et al. teve a vantagem de simplificar as análises de adaptabilidade e estabilidade. As cultivares BRS Tangará, BRS Pardela e BRS 229 apresentaram altos rendimentos médios de grãos, adaptabilidade geral e estabilidade tolerável. As cultivares IAPAR 53 e IAPAR 78 mostraram alto rendimento de grãos, estabilidade tolerável e tiveram adaptabilidade a ambientes desfavorável e favorável, respectivamente.

Palavras chave: *Triticum aestivum*. Interação genótipos x ambientes. Melhoramento genético. Indicação de cultivares. Rendimento de grãos.

WHEAT ADAPTABILITY AND STABILITY AS CRITERIA FOR CULTIVAR SELECTION AT PARANÁ STATE

Abstract: The aim was compare some techniques to assess the adaptability and stability seeking the selection of wheat genotypes in Paraná State, Brazil. The grain yield data were obtained from trial experiments of the Value of Cultivation and Use experiments, assessed at 44 different locations in distributed environments and sowing dates. The study of adaptability and stability were performed based on Eberhart and Russell (1966), Lin and Binns (1988) revised by Carneiro (1998), Porto et al. (2007) and Rocha et al. (2005). It was possible to identify cultivars that had predictable behavior and responsive to environmental variations, under specific conditions. The methods of Eberhart and Russell (1966), Lin and Binns (1988) revised by Carneiro (1998), and the method of Porto et al. (2007) showed similar results and superior to the method of Rocha et al. (2005), which was in the selection process. The method of Porto et al. (2005) had the advantage of simplifying the analysis of adaptability and stability. BRS Tangará, BRS 229 and BRS Pardela cultivars had higher average yields of grain, adaptability and tolerable stability. The

IAPAR 53 and IAPAR 78 cultivars showed high grain yield, tolerable stability, and had adaptability to unfavorable and favorable environment, respectively.

Key-words: *Triticum aestivum*. Genotype x environment interaction. Genetic improvement, recommending cultivars grain yield.

4.2 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um alimento básico da população brasileira e está entre a espécies vegetais de maior importância para alimentação humana. A sua composição única de suas proteínas que permitem a obtenção de vários produtos por meio do processo de panificação (Joshi et al.,2007) o que justifica a sua importância na segurança alimentar do Brasil. Na safra 2011/2012, a produção nacional foi de 5,7 milhões de toneladas de grãos em uma área cultivada de 2,1 milhões de hectares (CONAB, 2012). Nesta safra, o estado do Paraná destacou-se como segundo maior produtor, com 47% desta produção.

O lançamento de novas cultivares mais produtivas é fundamental para manter ou aumentar a competitividade do trigo no Paraná e aumentar o retorno econômico em relação a outras culturas. Como o estado apresenta grandes diferenças edafoclimáticas e em riscos climáticos, a seleção de cultivares de trigo tem sido realizado com base no rendimento médio de grãos obtido em ambientes distintos (local, ano e época de semeadura) (Brasil, 2010). Contudo, interação genótipos x ambientes tem sido observada em ensaios de competição de cultivares de trigo no Estado (Franceschi et al., 2010 ; Silva et al., 2011). Na presença de interação, a seleção com base na média pode não identificar genótipos com bons desempenhos em condições específicas (ambientes favoráveis ou desfavoráveis).

O efeito da interação genótipos x ambientes pode ser atenuado utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (Ramalho et al.,1993). Este estudo torna possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz ee Carneiro, 2006).

Diversos métodos foram propostos para estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Eles diferenciam-se quanto aos parâmetros utilizados, na definição de adaptabilidade e estabilidade ou na análise estatística. Estudos de comparações de métodos para avaliar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade

em trigo no Brasil são escassos (Caierão et al., 2006; Albrecht et al., 2007; Cargnin et al., 2008; Franceschi et al., 2010). Alguns destes métodos, como o de Eberhart e Russell (1966), Linn e Binns (1988) – modificado por Carneiro (1998), têm sido usados em trigo no Paraná (Franceschi et al., 2010).

Estes métodos selecionam as cultivares mais adaptadas e estáveis, dentre as mais produtivas. Contudo, eles não evidenciam cultivares que, apesar de apresentar desempenhos inferiores à média geral, se destacam em ambientes específicos. Além disso, Lin et al. (1986) apresentaram críticas aos métodos que se baseiam no desvio de regressão como parâmetro de estabilidade, tal como o de Eberhart e Russell (1966). Segundo os autores, esse parâmetro serve apenas para indicar o ajuste dos dados à equação obtida, ao invés de maior ou menor estabilidade da cultivar. Assim, alto desvio de regressão ou baixo coeficiente de regressão indicam que o uso do modelo de regressão não é apropriado para estimar a estabilidade.

Recentemente, outros métodos têm sido propostos e avaliados em outras culturas como o de Rocha et al. (2005) em eucalipto e o de Porto et al. (2007) em girassol. Rocha et al. (2005) utilizaram componentes principais para comparar resposta individual de cultivares com a resposta de quatro cultivares ideais, de máxima ou mínima resposta em relação ao conjunto de dados avaliados. Isto permite ordenar genótipos a grupos de adaptabilidade específicos, com facilidade de recomendação. Porto et al. (2007) definem a adaptabilidade e estabilidade de cultivares com base nas médias de ambientes favoráveis e desfavoráveis, podendo selecionar aquelas que apesar de apresentarem desempenhos inferiores à média geral, se destacam em ambientes específicos. Mas, para o uso destas metodologias em trigo, faz-se necessária sua validação.

O objetivo deste estudo foi comparar métodos de adaptabilidade e a estabilidade como critérios de seleção de cultivares de trigo no Paraná.

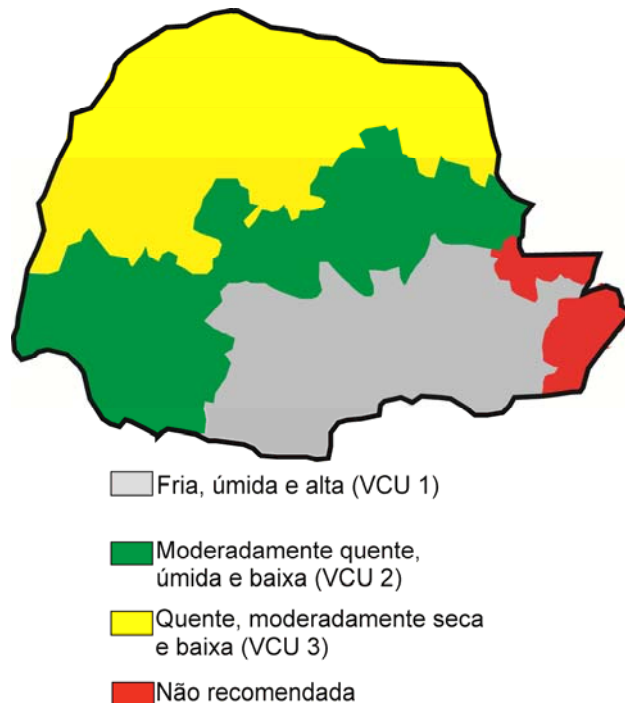
4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dados de rendimento de grãos obtidos nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de cultivares de trigo no estado do Paraná (Figura 6). Os ensaios foram conduzidos em 44 ambientes distribuídos em diferentes anos (2006 e 2007), locais e épocas de semeadura, indicados na Tabela 1. As

cultivares avaliadas foram BR 18, BRS 220, IPR 85, IPR 110, IPR 118, BRS 208, IAPAR 53, IAPAR 78, Ônix, BRS 248, BRS 249, BRS Tangará, BRS Pardela, IPR 128, IPR 129, IPR 130, IPR 136 e BRS 229.

Os ensaios foram instalados segundo a exigência mínima estabelecida para ensaio de VCU de trigo, Instrução normativa nº 3, de 31 de maio de 2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Os experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados, com três repetições, com a parcela constituída por seis fileiras de 5 m de comprimento.

Figura 6 – Regiões de Valor de Cultivo e Uso (VCU no Estado do Paraná).



* Pertencente à rede experimental formada pela Embrapa Soja, IAPAR e Fundação Meridional nas três regiões homogêneas do estado do Paraná

Tabela 1 – Características dos locais em que foram conduzidos os ensaios de VCU de cultivares de trigo no estado do Paraná, nos anos de 2006 e 2007.

Local	VCU	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Tipo de solo
Cambará	3	23°2'45"	50°4'26"	460	Latossolo Vermelho eutroférico
Londrina	3	23°18'36"	51°9'46"	580	Latossolo Vermelho eutroférico
Warta	3	23°11'37"	51°11'03"	630	Latossolo Vermelho distroférico
Cruzmaltina	2	24°0'46"	51°27'32"	680	Latossolo Vermelho distroférico
Palotina	3	24°17'2"	53°50'24"	320	Nitossolo Vermelho eutroférico
Cascavel	2	24°57'21"	53°27'18"	750	Latossolo Vermelho distroférico
Campo Mourão	2	24°2'45"	52°22'58"	620	Latossolo Vermelho distroférico
Pato Branco	2	26°13'44"	52°40'15"	775	Latossolo Vermelho distroférico
Guarapuava	1	25°23'42"	51°27'28"	1040	Latossolo Bruno distrófico
Ponta Grossa	1	25°5'42"	50°9'43"	850	Latossolo Vermelho distroférico
Mauá da Serra	1	23°54'3"	51°13'44"	1040	Latossolo Vermelho distroférico

O espaçamento entre fileiras foi de 0,2 metros com densidade de semeadura de 350 sementes aptas por m². A adubação de base e cobertura, assim como o controle de doenças, pragas e plantas daninhas foram realizadas, de acordo com as recomendações técnicas de pesquisa para a cultura (REUNIÃO, 2011) e as exigências de cada local.

As análises de variância foram realizadas para rendimento de grãos (kg ha⁻¹), corrigidos a 13% de umidade e aferidos em cada local, época de semeadura e ano. Como nem sempre os mesmos locais e épocas de semeadura foram avaliados nos dois anos, uma análise conjunta de ambientes (local, época de semeadura e ano específicos) foi realizada. Para isto, verificou-se a existência de homogeneidade das variâncias residuais, obtidas nas análises de ambientes, sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a 7 (Pimentel-Gomes, 1990). Além disso, os ensaios que apresentaram coeficientes de variação (CV) superiores a 20% não foram considerados na análise conjunta, conforme normas do VCU de trigo.

Foi feita a avaliação da adaptabilidade e estabilidade das cultivares, quanto a rendimento de grãos, pelos métodos de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), Porto et al. (2007) e Rocha et al.

(2005), que apresentam procedimentos biométricos distintos: análise de regressão, comparação de desempenhos em ambientes distintos e componentes principais.

4.3.1 Método de Eberhart e Russel (1966)

O método proposto por Eberhart e Russell (1966) é uma expansão do modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963), no qual foi incluído um parâmetro de estabilidade chamado de desvio da regressão. Este, aliado aos coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental (média de todos os genótipos no ambiente considerado, menos a média geral), proporcionam estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade.

A cultivar ideal no método de Eberhart e Russell é aquela que apresenta alto rendimento médio de grãos (RMG), adaptabilidade geral ($\beta_{1i} = 1$) e estabilidade alta ($\sigma_{\delta i}^2 = 0$). As cultivares com adaptabilidade a ambientes favoráveis e desfavoráveis apresentam $\beta_{1i} > 1$ e $\beta_{1i} < 1$, respectivamente. Quando $\sigma_{\delta i}^2 > 0$, diz-se que ela mostra estabilidade baixa. A classificação dos ambientes favoráveis (índice de ambiente > 0) ou desfavoráveis (índice de ambiente < 0) é efetuada por meio do índice de ambiente, que é a diferença entre a média das cultivares avaliadas em dado ambiente e a média geral dos experimentos.

O modelo de regressão linear proposto na metodologia foi:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = média do genótipo i no ambiente j;

β_{0i} = média geral do genótipo i;

β_{1i} = coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i-ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j = índice ambiental codificado; $\left(\sum_j I_j = 0 \right)$

σ_{ij} = desvio da regressão;

ε_{ij} = erro experimental médio.

4.3.2 Método de Lin e Binns (1998) Modificado por Carneiro (1998)

A metodologia de Lin e Binns (1988) estima a estatística P_i , reunindo, num único parâmetro, as medidas de adaptabilidade e estabilidade. Para se calcular o P_i é utilizada a seguinte expressão:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

em que, P_i estima o parâmetro de adaptabilidade e estabilidade do genótipo i ; Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; M_j é a resposta máxima observada entre todos os genótipos no ambiente j ; n é o número de locais.

O parâmetro relaciona a distancia do genótipo avaliado ao genótipo que apresentou maior produtividade em cada local. Portanto, quanto menor o valor de P_i maior será a adaptabilidade e estabilidade do material estudado.

A modificação do método de Lin e Binns (1988), proposta por Carneiro (1998), preconiza a decomposição da medida P_i , nas suas partes relativas a ambientes favoráveis (P_{if}) e a ambientes desfavoráveis (P_{id}). A indicação geral é feita com base no original P_i do método Lin e Binns, e para os ambientes desfavoráveis e favoráveis a indicação é feita com base nos P_{if} e P_{id} , respectivamente.

Para os ambientes favoráveis, onde os índices assumem valores maiores ou iguais a zero, o estimador P_{if} é dado por:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

onde Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; M_j é a resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j ; f é o número de locais (ambientes) favoráveis.

De forma análoga, é obtido o P_{id} nos ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

em que, d é o número de ambientes desfavoráveis.

Uma vez que M_j é a resposta máxima e P_{if} e P_{id} são os quadrados médios das distancias em relação à M_j , os genótipos que apresentam os menores valores de P_{if} e P_{id} são os mais estáveis e adaptados a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

4.3.3 Método de Porto et al. (2007)

A metodologia proposta por Porto *et al.* (2007), com base na Indicação da Decomposição da Média Geral (IDMG), decompõe a média geral dos genótipos em médias de ambientes favoráveis e desfavoráveis, comparando com a média das testemunhas em cada um destes ambientes. Foi considerado ambiente favorável aquele cuja média foi superior à média geral do ensaio e ambiente desfavorável, quando inferior (Verma *et al.*, 1978). Quando um genótipo for superior à média das testemunhas nos ambientes favoráveis, mas não nos desfavoráveis, tal genótipo poderá ser indicado para este tipo de ambiente. Da mesma forma, se a média desfavorável for superior, indica-se esse genótipo para este ambiente. Se as médias forem superiores às das testemunhas, nos dois tipos de ambientes, considera-se o material como indicação geral. Deste modo, este método fornece informações sobre qual ambiente um determinado genótipo apresentará melhor desempenho.

As análises do método da Indicação com Base na Decomposição da Média Geral (IDMG) não foram realizadas quando o número de ambientes favorável ou desfavorável foi igual ou inferior a dois para uma determinada safra ou safrinha (Porto *et al.*, 2007).

4.3.4 Método de Rocha et al. (2005)

O método do centróide, proposto por Rocha *et al.* (2005), tem como objetivo empregar a metodologia de componentes principais para representar a informação da performance diferencial dos genótipos diante das alterações ambientais (Rocha *et al.*, 2005). Esse método consiste na comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipo e quatro referências ideais (ideótipos). O ideótipo com máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores

máximos observados para todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II). Da mesma forma para o ideótipo com adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis, que apresenta máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima nos favoráveis (ideótipo III). Ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores observados em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

Os ambientes são classificados em favoráveis e desfavoráveis. Após essa classificação, são criados pontos referenciais, os ideótipos, e também calculada uma medida de probabilidade espacial (P), utilizando o inverso da distância cartesiana entre um tratamento aos quatro ideótipos.

$$P_{d(i,j)} = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum_{j=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

onde, $P_{d(i,j)}$ = probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao j-ésimo centróide; d_i = distância do i-ésimo ponto ao j-ésimo centróide. A classificação é feita por meio do maior valor de probabilidade (P) encontrado.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa GENES (Cruz, 2006). Os rendimentos RMD e RMF, utilizadas pelo método de Porto et al. (2007), foram obtidas também pelo referido programa.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância conjunta para rendimento de grãos foi observada interação genótipos x ambientes significativa ($P < 0,01$) pelo teste F (Tabela 2), indicando que as cultivares de trigo possuem desempenhos diferenciados diante das variações ambientais e revelando a importância de estudos de adaptabilidade e estabilidade das cultivares (Cruz e Carneiro, 2006). O coeficiente de variação da análise foi de 5,81, inferior ao limite de 20% estabelecido pela portaria nº294 (Lei de Proteção de Cultivares). Este valor indica boa precisão

experimental e é classificado como baixo e habitual para experimentos de trigo (Lúcio et al., 1999).

Tabela 2 – Análise de variância conjunta para o rendimento de grãos obtidos nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de trigo para 18 cultivares em 44 ambientes do Estado do Paraná.

Fontes Variação	GL	Quadrado Médio
Blocos /ambientes	86	97.630,19
Genótipos	17	2.780.973,18**
Ambiente	43	47.847.715,61**
GxA	731	680.565,67**
Resíduo	1.496	51.633,40
Média ^{1/}	3.907,85	
CV (%) ^{2/}	5,81	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ^{1/}Média geral, em Kg ha⁻¹. ^{2/}C.V.: Coeficiente de variação experimental, em %.

A presença de interação genótipos x ambientes significativa, verificada na Tabela 2, pode ser resultante das grandes diferenças edafoclimáticas e em riscos climáticos encontradas no Paraná. Estas diferenças faz com que o registro de cultivares de trigo neste estado seja realizado para cada uma das três regiões de adaptação (1, 2 e 3), com base no rendimento médio de grãos obtidos em ensaios de VCU (Brasil, 2010). Contudo, a adaptabilidade e estabilidade das cultivares foram verificadas para o Estado, e não para cada região de adaptação, o que possibilitou selecionar cultivares para todas as regiões tritícolas do Estado (Tabela 3 e 4).

No estudo de adaptabilidade e estabilidade, e utilizando-se o método de Eberhart e Russell (1966), nenhuma cultivar foi considerada ideal, pois apresentaram baixa estabilidade ($\sigma_{\delta_i}^2$ maior que 0), ou seja, baixa previsibilidade de comportamento (Tabela 3). Contudo, as cultivares BRS Tangará, BRS Pardela, BRS 229 e BRS 220 apresentaram altos rendimentos médios de grãos (RMG) e adaptabilidade geral ($\beta_{1i} = 1$). Apesar dos desvios de regressão ($\sigma_{\delta_i}^2$) terem sido não nulos, os coeficientes de determinação (R^2) associados as cultivares BRS Tangará e BRS Pardela foram superiores a 80%, indicando que elas apresentam estabilidade tolerável (Cruz e Regazzi, 2001). Segundo estes autores, o R^2 é uma medida auxiliar na avaliação da estabilidade, quando $\sigma_{\delta_i}^2$ é significativa. Mesmo para as cultivares BRS 229 e BRS 220, suas estabilidades podem ser consideradas toleráveis, pois os seus R^2 's foram próximos de 80%.

As cultivares IAPAR 53 e IAPAR 78, apesar de terem mostrado alto RMG, essa superioridade ocorreu em consequência do desempenho em um ambiente específico. Elas tiveram adaptabilidade a ambientes desfavorável ($\beta_{ii} < 1$) e favorável ($\beta_{ii} > 1$), respectivamente. Os R^2 dessas cultivares foram superiores a 80%, indicando estabilidade tolerável. Assim, esses resultados revelam a importância do estudo de adaptabilidade e estabilidade na identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições específicas.

Pelo método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), as cultivares BRS Tangará, BRS Pardela, BRS 229, Onix tiveram indicação geral, pois mostraram valores baixos para P_i , P_{if} e P_{id} (Tabela 4). As cultivares IAPAR 78 e BRS 208 se aproximaram do ideótipo para as condições favoráveis, por terem sido responsivas à melhoria dos ambientes, e por consequência, mostrarem menores valores de P_{if} . Por outro lado, as cultivares IAPAR 53 e BRS 220 se aproximaram do ideótipo para as condições desfavoráveis, por mostrarem menores valores de P_{id} . Exceto para Onix, BRS 220 e BRS 208, os resultados obtidos pela análise de regressão e a decomposição do P_i foram idênticos (Tabelas 3 e 4). Estes resultados são discordantes com os obtidos por Franceschi et al. (2010) no Paraná, que encontraram pouca similaridade entre os dois métodos. Contudo, ressalta-se que o método de Carneiro (1998) possibilitou selecionar cultivares, como a BRS 208, que apesar de não ter apresentado alto RMG mostrou indicação para ambientes específicos. Apesar da similaridade no presente estudo, o método de Carneiro (1998) teve, também, a vantagem de unicidade da medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento, que englobou os conceitos de adaptação, adaptabilidade e estabilidade.

O método de Porto et al. (2007) revelou que as cultivares BRS Tangará, BRS Pardela, BRS 229 e BRS 220 apresentaram indicação para ambientes favoráveis e desfavoráveis (indicação geral), pois tiveram altos rendimentos médios de grãos neste ambientes (Tabela 4). As cultivares IAPAR 78 e BRS 208 foram indicadas para ambientes favoráveis, pois tiveram rendimentos superiores apenas nos ambientes favoráveis; e a cultivares IAPAR 53 e Onix foram indicadas para ambientes desfavoráveis, pois tiveram rendimentos superiores apenas nos ambientes desfavoráveis. As adaptabilidades das cinco cultivares de

maiores rendimentos RMG nos ensaios de VCU de trigo, obtidas pelo método de Porto et al. (2007), não diferiram das indicações obtidas pelos métodos de Carneiro (1998) e Eberhart e Russell (1966). Assim como no método de Carneiro (1998), o método de Porto et al. (2007) identificou, também, cultivares com indicação para ambientes específicos, mas com rendimento RMG não alto (BRS 208).

As correlações entre MG, MD e MF e P_i , P_{id} e P_{if} foi de -0,92, -0,94 e -0,93, respectivamente. Estes resultados indicam que as médias das cultivares apresentaram a tendência de refletir sua adaptabilidade e estabilidade de comportamento, como definida por Carneiro (1998). Além disso, mostra que as inferências obtidas com base no rendimento médio são similares às obtidas com base nos P_i 's. Contudo, o uso do rendimento médio pelo método de Porto et al. (2007) teve a vantagem, em relação ao uso do P_i de Carneiro (1998), de simplificar as análises de adaptabilidade e estabilidade. Carvalho et. al (2002), analisando linhagens de soja, Carvalho et. al (2003) analisando híbridos de cacaueteiro, e Porto et al. (2007) e Grunvald et al (2008) analisando híbridos de girassol, obtiveram também correlação negativa próxima a unidade, entre estes parâmetros.

Quanto ao método de Rocha et al. (2005), as cultivares BRS Tangará, BRS Pardela, BRS 229, IAPAR 53, IAPAR 78, BRS 220, Ônix, BRS 208, BRS 249 e IPR 136 foram considerados como ideótipo de máxima adaptabilidade geral (ideótipo I), pois apresentaram os valores mais próximos dos máximos observados para todos os ambientes estudados (Tabela 4). Neste estudo, estas foram as cultivares que, geralmente, apresentaram rendimentos RMG superiores a média geral dos ensaios. Assim, o método se mostrou pouco rigoroso na seleção, devido ao elevado número de cultivares indicadas como ideótipo de máxima adaptabilidade geral. A cultivar IPR 136 foi considerada, por exemplo, como ideótipo I, mas apresentou RMG inferior a média geral dos ensaios, valores não baixos de P_i , P_{id} e P_{if} e valores não altos de MG, MD e MF.

Ainda com relação ao método de Rocha et al. (2005), as cultivares IPR 110 e IPR 128 foram consideradas como ideótipo de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (ideótipo II). Mas, a cultivar IPR 128 apresentou P_{if} superior a média dos P_{if} 's. De forma semelhante, BR 18 e BRS 248, foram consideradas como ideótipo de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (ideótipo III). A cultivar BRS 248 apresentou P_{id} superior a média dos P_{id} 's. Esses resultados ressaltam o pouco rigor deste método no processo seletivo.

Apesar da seleção e indicação de cultivares de trigo no Paraná serem realizadas com base no rendimento médio de grãos obtidos em ambientes distintos, a análise de adaptabilidade e estabilidade realizada neste estudo possibilitou identificar cultivares de trigo de comportamento previsível e que são responsivas às condições específicas, corroborando a resultados obtidos por outros autores (Caierão et al. (2006); Albrecht et al. (2007); Cargnin et al. (2008) e Franceschi et al. (2010)). Além disso, o estudo possibilitou selecionar cultivares que apesar de não ter apresentado alto RMG, mostraram indicação para ambientes específicos.

4.5 CONCLUSÕES

1. O estudo de adaptabilidade e estabilidade possibilita identificar cultivares de trigo de comportamento previsível e que são responsivas às variações ambientais do Paraná, em condições específicas.

2. O uso dos métodos de Eberhart e Russell (1966), de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e de Porto et al. (2007) são critérios eficientes de seleção de cultivares de trigo no Estado do Paraná.

3. Os métodos de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro e de Porto et al. (2007) possibilitaram selecionar cultivares que apesar de não apresentar alto rendimento médio de grãos, mostram indicação para ambientes específicos.

Tabela3 – Estimativas do rendimento médio (β_1) em kg ha^{-1} dos coeficientes de regressão (σ^2_d) e de determinação (R^2) segundo o método de Eberhart e Russel (1966), em 18 cultivares de trigo avaliadas em 44 ambientes no Estado do Paraná.

Cultivares	RMG (kg ha^{-1})	Eberhart e Russel (1966)		
		β_1	σ^2_d	R^2
BRS Tangará	4121,07	1,01 ^{ns}	20985,19 ^{**}	80,86
BRS Pardela	4051,88	1,01 ^{ns}	174571,93 ^{**}	82,55
BRS 229	4036,20	1,04 ^{ns}	254168,02 [*]	78,49
IAPAR 53	4035,80	0,91 ^{**}	152707,18 ^{**}	81,57
IAPAR 78	4025,93	1,21 ^{**}	170938,03 ^{**}	87,63
BRS 220	4022,57	1,05 ^{ns}	250816,84 [*]	77,71
Ônix	4008,34	1,02 ^{ns}	234550,18 ^{**}	79,22
BRS 208	3968,76	1,21 ^{ns}	141531,67 ^{**}	86,32
BRS 249	3926,23	1,02 ^{ns}	271368,89 ^{**}	75,69
IPR 110	3926,07	0,99 ^{ns}	212965,74 ^{**}	79,42
BR 18	3885,70	0,99 ^{**}	147107,05 ^{**}	81,09
IPR 136	3884,14	1,01 ^{ns}	66019,36 ^{**}	91,55
BRS 248	3850,09	1,00 ^{ns}	269020,59 ^{**}	75,66
IPR 128	3821,15	1,13 ^{**}	218075,22 ^{**}	83,13
IPR 129	3766,91	0,92 [*]	241078,70 ^{**}	74,95
IPR 130	3757,24	1,04 ^{ns}	120151,11 ^{**}	87,87
IPR 118	3676,19	0,99 ^{**}	152889,66 ^{**}	79,39
IPR 85	3577,09	1,04 [*]	240358,38 ^{**}	79,39
MG	3907,85			

RMG: rendimento médio geral MG: média geral * e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, pelos métodos de Lin e Binns (1988), Porto et al.,2007 e o Centróide (Rocha et al., 2005), para 18 cultivares de trigo, avaliados em 44 ambientes na no Estado do Paraná.

Cultivares	RMG	Lin e Binns (1988)						Porto et al. (2007)				Rocha et al. (2005)	
		Pig	C	Pif	C	Pid	C	Mif	C	Mid	C	Ideótipo	C
BRS	4121,07				1		3				1		1
Tangará		269840,09	1	275903,16		264306,47		4914,42	2	3327,72		I	
BRS	4051,88				6		2				3		2
Pardela		356611,34	3	459711,02		253511,67		4801,39	4	3270,65		I	
BRS 229	4036,20	344873,98	2	370515,03	4	319232,94	6	4815,39	3	3302,37	2	I	3
IAPAR 53	4035,80	389736,73	7	573177,98	12	206295,49	1	4671,63	10	3149,30	9	I	4
IAPAR 78	4025,93	406104,26	8	328911,36	2	483297,15	14	4941,27	1	3110,59	12	I	5
BRS 220	4122,57	364633,50	4	464960,53	7	264306,47	4	4787,21	6	3257,01	5	I	6
Ônix	4008,34	372234,18	6	433561,37	5	310907,00	5	4746,03	7	3220,09	6	I	7
BRS 208	3968,76	371116,53	5	370379,33	3	371853,73	9	4788,22	5	3257,93	4	I	8
BRS 249	3926,23	439681,36	9	523852,68	10	355510,03	7	4632,37	12	3112,66	11	I	9
IPR 110	3926,07	452639,59	11	467350,21	8	437928,96	12	4739,48	8	3187,57	7	II	10
BR 18	3885,70	501168,53	12	608557,12	13	393779,93	10	4583,83	13	3110,59	13	III	11
IPR 136	3884,14	441434,49	10	520413,95	9	362455,03	8	4640,22	11	3128,06	10	I	12
BRS 248	3850,09	525150,84	13	625630,82	14	424670,86	11	4546,63	14	3042,87	14	III	13
IPR 128	3821,15	585550,50	14	549219,69	11	615881,32	17	4673,31	9	3153,56	8	II	14
IPR 129	3766,91	653037,57	16	758000,00	16	548075,15	15	4490,95	16	2978,96	16	IV	15
IPR 130	3757,24	600299,02	15	645116,53	15	555481,50	16	4535,51	15	3033,59	15	IV	16
IPR 118	3676,19	694804,80	17	919115,61	18	460493,99	13	4318,80	17	2968,99	17	IV	17
IPR 85	3577,09	831047,92	18	912463,41	17	749632,44	18	4316,89	18	2837,28	18	IV	18
MG	3907,85	477608,72		544824,43		409867,78							

RMG:rendimento médio de grãos C: Classificação, MG: média geral ;Pig: parâmetro de adaptabilidade e estabilidade Pif: Ambientes favoráveis Pid: ambientes desfavoráveis, Mif: média ambientes favoráveis, Mid: média ambientes desfavoráveis, Ideótipo I: Adatabilidade geral, ideótipo II: adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, Ideótipo III: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis; Ideótipo IV: pouco adaptado.

4.6 REFERÊNCIAS

ALBRECHT, J.C.; VIEIRA, E.A.; SILVA, M.S. e; ANDRADE, J.M.V de; SCHEEREN, P.L.; TRINDADE, M. da G.; SOARES. SOBRINHO, J.; SOUSA, C.N.A. de; REIS, W.P.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q.; FRONZA, V.; CARGNIN, A.; YAMANAKA, C.H. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo irrigado no Cerrado do Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1727-1734, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38 , de 30 de novembro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 dez., 2010.seção 1, p.2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 31 de maio de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 jul., 2001.

CAIERÃO, E.; SILVA, M.S. e; SCHEEREN, P.L.; DEL DUCA, L.de J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. do; PIRES,J.L. Análise da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na indicação de novas cultivares. **Ciência Rural**, v.36, p.1112-1117, 2006.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; FOGAÇA, C.M. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Revista Ceres**, v.55, p.243-250, 2008.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

CARVALHO, C.G.P. de; ALMEIDA, C.M.V.C. de ; CRUZ, C.D.; MACHADO, F.R. Hybrid cocoa tree adaptability and yield temporal stability in Rondônia State, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p.237-244, 2003.

CARVALHO, C.G.P. de; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A.S.; OLIVEIRA, M.F. Adaptability and stability study of soybean lines developed for high yield in Paraná State using four methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p.247-256, 2002.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos 2011/2012**. disponível em: <<http://www.conab.gov.br/levantamento/conabweb/index.php?pag=27>>, acesso em: 20 de jun 2012.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2006. v.2, 585p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580, 1989.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in plant-breeding programs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N.; SILVA, R.R.; SILVA, C.L. Métodos para análise de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de trigo no estado do Paraná. **Bragantia**, v. 69, p.797-805, 2010.

GRUNVALD, A.K.; CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, A.C. B.; ANDRADE, C.A.B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol no Brasil Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1483-1493, 2008. JOSHI, A. K.; KUMARI, M.; SINGH, V. P.; REDDY, C. M.; KUMAR, S.; RANE J.; CHAND, R. Stay green trait: variation, inheritance and its association with spot blotch resistance in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). **Euphytica**, v.153, p.59-71, 2007.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis: Where do we stand? **Crop Science**, v.26, p.894-900, 1986.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.

LÚCIO, A. D.; STORCK.L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.9,p.99-103,1999.

PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 2000. 466p.

PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P. de; PINTO, R.J.B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.491- 499, 2007.

RAMALHO, M. A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética Quantitativa em Plantas Autógamas**. Goiânia : UFG, 1993. 271p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 2009, Veranópolis. **Informações técnicas para trigo e triticale-safra 2010**. Porto Alegre: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e triticale: Fepagro; Veranópolis: ASAV; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010.169p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 3., 2009, Veranópolis. **Informações técnicas para trigo e triticale-safra 2010**. Porto Alegre: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale:Fepagro;Veranópolis:ASAV; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010.169p.

ROCHA, R.B; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.15, p.225-226, 2005.

SILVA, R.R.; BENIN, G.; SIVA, G.O.; MARCHIORO, V.S.; ALMEIDA, J.L.; MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1439-1447, 2011.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, p.89-91, 1978.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A densidade de plantas é uma das principais práticas de manejo que influenciam a produtividade de grãos em trigo, sendo necessário o ajuste adequado da densidade de semeadura para cada genótipo;
2. A densidade de semeadura adequada está relacionada à interação genótipo e ambiente;
3. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fornecidos pelos métodos utilizados são primordiais para recomendação de genótipos adaptados e estáveis nas diferentes regiões tritícolas;
4. O estudo de adaptabilidade e estabilidade possibilita evidenciar genótipos de trigo com adaptação ampla, e adaptação específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis.