

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ÁREA DE AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

RONALDO DE OLIVEIRA

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO COM SDS DE
CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
AREA DE AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

RONALDO DE OLIVEIRA

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO COM SDS DE
CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2015

RONALDO DE OLIVEIRA

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO COM SDS DE
CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia
da Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Câmpus Pato Branco,
como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin

PATO BRANCO

2015

Oliveira, Ronaldo de
**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO COM SDS DE
CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS / Ronaldo de
Oliveira**

Pato Branco. UTFPR, 2015

40f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,
2015.

Bibliografia: f. 32-38

1. Agronomia. 2. Sulfato Dodecil de Sódio. 3. Volume de Sedimentação.
4. Rendimento de Grãos. 5. Qualidade Industrial. I. Benin, Giovani,
orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Agronomia. IV. PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO COM
SDS DE CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS.

CDD: 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias
Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO COM SDS DE CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS

por

RONALDO DE OLIVEIRA

Monografia apresentada às 10 horas 00 min. do dia 06 de Agosto de 2015 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Doutorando Leomar Woyann
UTFPR

Mestranda Cátia Meneguzzi
UTFPR

Prof. Dr. Giovani Benin
UTFPR
Orientador

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

À memória de minha irmã Tassiane Francisca de Oliveira que
incentivou toda minha trajetória, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e oportunidades encontradas.

Ao apoio de meus pais Alfredo de Oliveira e Libera Tussi de Oliveira, e em especial minha irmã Tassiane Francisca de Oliveira (in memoriam) pois se não fosse pelo apoio e ajuda deles com certeza não teria chegado até aqui.

Ao meu orientador Prof. Dr. Giovani Benin, por sua valiosa orientação, dedicação e todos os conhecimentos transmitidos durante toda minha graduação.

Aos colegas e amigos do Fitomelhoramento da UTFPR, Elesandro Bornhofen, Lucas B. Munaro, Cristiano Lemes, Eduardo Beche, Samuel C. Dalló, Luiz H. Sassi, Matheus Henrique Todeschine, Diego M. Trevizan, Anderson S. Milioli, Leomar G. Woyann, Tiago Duarte, Ana Claudia Rosa e Catia Meneguzzi pela amizade e companheirismo, o auxílio em inúmeros trabalhos e os ensinamentos no decorrer da graduação.

Aos colegas de graduação Matheus Gricolo, Andrei Fernando Kuhn, Romario Lemes, Renato Pasini pela ajuda e auxílio durante todo o decorrer desses cinco anos.

Aos meus colegas de república, Carlos Eric Brondani, Andrei Zdziarski, Kassiano Rocha, Luiz Eduardo Tavares, por toda a ajuda e compreensão durante o convívio na graduação.

Ao meu chefe do trabalho, Alex Mezzaroba, pelo apoio e incentivo durante quatro anos.

A COODETEC, em especial o Dr. Volmir Sergio Marchioro, pelo fornecimento dos dados e assim possibilitando a realização deste trabalho.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco e a todos os professores do Curso de Agronomia pela oportunidade de aprendizado e crescimento pessoal e profissional durante toda minha graduação.

RESUMO

OLIVEIRA, Ronaldo. PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E SEDIMENTAÇÃO SDS DE CULTIVARES DE TRIGO EM ENSAIOS MULTI-LOCAIS. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, 2015.

O trigo (*Triticum estivum* L.) apresenta elevada importância econômica e nutricional, sendo um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. Diversas variáveis determinam a qualidade do trigo, incluindo: propriedades físicas dos grãos, teor de proteína e de amido. O teste de sedimentação com dodecil sulfato de sódio (SDS), é um método prático e fácil de ser realizado. O teste tem por princípio a insolubilidade em meio ácido das proteínas que formam o glúten e proporciona uma estimativa da força de glúten através do volume do sedimento medido. Este estudo teve por objetivo avaliar a produtividade de grãos de trigo e a precipitação de proteínas através do método SDS, em cultivares de trigo em ensaios multi-locais. Foram utilizadas seis variedades comerciais cultivadas em seis locais, três da região de valor de cultivo e uso (VCU) 1 e três da região de VCU2. Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela se constituiu de seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas a 20 cm entre si. A colheita foi realizada mecanicamente e o rendimento de grãos (RG) corrigido para 13% de umidade e convertido para kg ha⁻¹. O volume de sedimentação foi determinado utilizando o método descrito por Peña et al. (1990). A cultivar Guamirim destacou-se para volume de sedimentação, e a TBIO Sinuelo pelo rendimento de grãos. A região de Ponta Grossa revelou-se como um dos locais onde as condições climáticas são favoráveis para o RG e Abelardo Luz favorável para volume de sedimentação das cultivares de trigo avaliadas.

Palavras-Chave: Dodecil Sulfato de Sódio, volume de sedimentação, Rendimento de grãos, Qualidade industrial.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Ronaldo. GRAIN PRODUCTIVITY AND SDS SEDIMENTATION OF WHEAT CULTIVARS IN TESTS MULTISITE. 37 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2015.

Wheat (*Triticum aestivum* L.) has high economic and nutritional importance, being one of the most produced and consumed grains in the world. Several variables determine the wheat grain quality, including: Physical properties of grain, protein content, and starch content. The sedimentation test with sodium dodecyl sulfate (SDS) is a practical and easy method to be performed. The test has as a principle insolubility in acidic media of proteins, which form gluten and provide an estimate of gluten strength by volume of the measured sediment. This study aimed to evaluate the wheat yield and precipitation of protein through SDS method, in wheat varieties in multi-site trials. Six commercial varieties, grown in six sites, were used, three from the value for cultivation and use (VCU) 1 region and three from the VCU 2 region. The experiments were conducted in a randomized block design with three replications. Each plot consisted of six rows of five meters long, spaced 20 cm apart. The harvest was mechanically done and grain yield corrected to 13% moisture and converted to kg ha^{-1} . The sedimentation volume was determined using the method described by Peña et al. (1990). The variety Guamirim have stood out for sedimentation volume, and the TBIO Sinuelo for grain yield. The region of Ponta Grossa was revealed as one of the places where climatic conditions are more favorable for grain yield and Abelardo Luz favorable for sedimentation volume of the wheat cultivars evaluated.

Key-Words: Sodium Dodecyl Sulphate, sedimentation volume, grain yield, industrial quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Plotagem dos escores do efeito principal dos ambientes em função do primeiro componente principal (IPC1), segundo o modelo AMMI1, para o caractere rendimento de grãos (a) e volume de SDS (b) em seis locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 25
- Figura 2.** Rendimento de grãos de seis cultivares avaliadas em seis ambientes. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 26
- Figura 3.** Volume de sedimentação (SDS) de seis cultivares avaliadas em seis ambientes. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 27
- Figura 4.** Plotagem dos escores dos componentes principais, segundo o modelo GGE biplot, quanto a identificação do genótipo ideal para os caracteres rendimento de grãos (a) e teste de sedimentação em SDS (b), de seis cultivares de trigo avaliados em 6 locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 27
- Figura 5.** Plotagem dos escores dos componentes principais, segundo o modelo GGE biplot, média e estabilidade para os caracteres rendimento de grãos (a) e teste de sedimentação em SDS (b), de seis cultivares de trigo avaliados em seis locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 29
- Figura 6.** Correlações do volume de sedimentação com o rendimento de grãos de seis cultivares avaliadas em seis locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Locais de teste utilizados no estudo e seus respectivos códigos, informações sobre regiões de VCU, coordenadas e altitude. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015..... 18
- Tabela 2.** Genótipos utilizados em cada local de teste e seus respectivos códigos. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. 18
- Tabela 3.** Análise da variância para a variável SDS, volume de sedimentação. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 22
- Tabela 4**Análise da variância para a variável rendimento de grãos (kg há^{-1}). UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 22
- Tabela 5.** Volume de Sedimentação com Dodecil Sulfato de Sódio de seis cultivares de trigo (Guamirim, CD 1440, CD 1550, Esporão, Quartzo e Sinuelo), cultivadas em seis ambientes (ABL-Abelardo Luz, CSC-Cascavel, GVA-Guarapuava, NMT-Não-Me-Toque, PTG-Ponta Grossa e STA- Santo Augusto). UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015 24
- Tabela 6.** Rendimento de grãos de seis cultivares de trigo (Guamirim, CD 1440, CD 1550, Esporão, Quartzo e Sinuelo), cultivadas em seis ambientes (ABL-Abelardo Luz, CSC-Cascavel, GVA-Guarapuava, NMT-Não-Me-Toque, PTG-Ponta Grossa e STA- Santo Augusto). UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015. 25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 Geral	14
2.2 Específico.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Produção brasileira de trigo E SUA IMPORTÂNCIA	15
3.2 QUALIDADE INDUSTRIAL DO TRIGO.....	16
3.3 MÉTODO SDS.....	17
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	18
4.1 GENÓTIPOS E LOCAIS DE TESTE	18
4.2 Delineamento experimental e manejo	19
4.3 ANÁLISE SDS	19
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	20
5. Resultados e Discussões.....	22
6. Conclusões	31
Referências	32

1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticumaestivum* L.) apresenta elevada importância econômica e nutricional, sendo um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. A cultura ocupa cerca de 20% da área disponível para a agricultura a nível mundial, e seu subproduto, a farinha, é utilizada na fabricação de pães, bolos, biscoitos, entre outros (DESORDI, 2012).

No Brasil, na última safra, a área ocupada para produção do trigo teve um aumento de 23,6%, em função do incremento na demanda e pelo fato das importações feitas dos Estados Unidos da América terem sido reduzidas em 84%. No Sul do país é onde está localizada a maior parte da produção nacional, sendo os estados do Paraná e Rio Grande do Sul responsáveis por 91% do volume total produzido (CONAB, 2015). Além disso, é uma das únicas culturas que apresenta retorno financeiro satisfatório no período de inverno, além de contribuir para a rotação de culturas no sistema de plantio direto, onde auxilia na cobertura do solo e manutenção da palhada.

Os programas de melhoramento genético de trigo selecionam um grande número de progênies a cada ano. Para serem avaliadas em ensaios preliminares avançados e posteriormente em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), tais linhagens devem apresentar características agronômicas adequadas, tais como, potencial produtivo, resistência a doenças, tolerância a germinação na espiga, entre outras.

O rendimento de grãos é um fator determinante para o lançamento de uma cultivar, porém a qualidade de panificação é um requisito importante, demandada principalmente pelas indústrias de moagem de trigo e pelos consumidores (RHARRABTI, 2003). As propriedades visco-elásticas da massa de trigo são os principais fatores na determinação da qualidade industrial, sendo resultantes particularmente da estrutura e interações das proteínas do glúten (COSTA, 2013).

A seleção para qualidade do grão é um dos principais gargalos dos programas de melhoramento de trigo (BLACKMAN & PAYNE, 1987; MITTELMANN et al., 2000, AHMADI et al., 2012). Isso ocorre devido ao grande número de linhagens conduzidas e pelo fato das análises convencionais

demandarem de um a três quilos de sementes para determinação da qualidade de panificação, o que não está disponível em fases iniciais dos programas de melhoramento (AHMADI et al., 2012; MITTELMANN et al., 2000). Além disso, análises para descrever características agrônômicas e de qualidade são caras e demoradas (BORDES et al., 2011).

Diversas variáveis determinam a qualidade do trigo, incluindo: propriedades físicas dos grãos, teor de proteína e teor de amido (BONFIL e POSNER, 2012). As proteínas determinam a extensibilidade e a elasticidade da massa. As frações qualitativas e quantitativas de gluteninas e gliadinas, as quais influenciam diretamente as propriedades reológicas do glúten, que definem a qualidade adequada para a panificação (COSTA, 2013; DENCIC et al., 2011).

A nova instrução normativa (IN) de classificação do trigo brasileiro, a IN nº 38-30/Nov/2010 (BRASIL, 2010), aumentou os padrões qualitativos para a comercialização. Os três parâmetros utilizados na classificação do trigo são: força de glúten, estabilidade e número de queda. Os valores apresentados por estes parâmetros serão utilizados para a classificação do trigo em: melhorador, pão, doméstico, básico e outros usos.

Conforme mencionado anteriormente, os métodos tradicionais que predizem a qualidade industrial são caros, demorados e demandam considerável quantidade de grãos. Por conseguinte, um método rápido e barato se faz necessário para auxiliar na escolha de linhagens superiores (ZHAO et al., 2012). O teste de sedimentação com DodecilSulfato de Sódio (SDS), é um método prático e fácil de ser realizado. O teste tem por princípio a insolubilidade em meio ácido das proteínas que formam o glúten e proporciona uma estimativa da força de glúten através do volume do sedimento medido (MITTELMANN et al., 2000).

Alguns autores têm encontrado correlação positiva entre testes SDS com valores de proteína (DENIC, 2011), e com valores de força de glúten (W) (BONFIL e POSNER, 2012; CLARKE et al., 2010). Correlações de 0,62 a 0,96 entre SDS e W foram encontrados por Clarke et al. (2010), o que sugere que o teste pode ser utilizado com eficácia para a seleção de genótipos de trigo com maior qualidade de panificação. A seleção para W utilizando o método SDS

pode ser 84% bem sucedida quando comparada a métodos tradicionais de determinação da qualidade industrial (QUICK e DONNELLY, 1980).

Outros estudos demonstram baixas correlações entre valores de SDS e qualidade industrial. Kovacs et al. (1995) relataram correlações entre 0,35 e 0,46 para um teste realizado em dois anos, e ainda, entre 0,28 e 0,44 para outro ensaio realizado em dois locais (KOVACS et al.,1997). Carrillo et al. (1990) relatou uma correlação média de 0,56 entre o volume de SDS-sedimentação e concentração de proteína. Em estudos realizados por Pena (2000) e Brites e Carrillo(2001), não foi encontrada correlação entre estes caracteres, e Zhang et al.(2008) encontraram uma correlação negativa.

Desta forma, este estudo tem por objetivo avaliarcultivares de trigo através do método SDS em ensaios multi-ambientes a fim de selecionar e indicar cultivares superiores para esta característica.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o volume de sedimentação de genótipos de trigo através do teste SDS (Sedimentação com Dodecil Sulfato de Sódio) em ensaios multi-ambientes, a fim de identificar cultivares superiores e locais que propiciem superior qualidade de panificação.

2.2 Específico

Avaliar o volume de sedimentação em SDS de cultivares de trigo oriundos de diferentes locais de cultivo nas regiões de VCU 1 e2 nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Avaliar a associação do volume de sedimentação e o rendimento de grãos.

Identificar cultivares e locais superiores quanto ao rendimento de grãos e a sedimentação em SDS.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUÇÃO BRASILEIRA DE TRIGO E SUA IMPORTÂNCIA

O trigo é o cereal mais consumido pelo homem e seu cultivo é amplamente difundido em todo o mundo. É a base da alimentação consumida diariamente, na forma de pães, biscoitos, bolos e massas, alimentos que fazem parte da base da pirâmide alimentar (SCHEUER et al., 2011). Na última safra agrícola brasileira (2014), a área ocupada para a produção de trigo foi de aproximadamente 2,73 milhões de hectares, 23,6% maior que em 2013. Esta produção está concentrada na região Sul do país (95%), onde os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul somam 91,5% da área utilizada para cultivo. A produção brasileira de trigo foi de 5,53 e 5,90 milhões de toneladas em 2013 e 2014, respectivamente. No entanto, o volume produzido não foi suficiente para suprir a demanda interna que para o período foi estimada em 11,4 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2015).

O trigo é altamente responsivo a fatores edafoclimáticos como a temperatura e o fotoperíodo, os quais interferem diretamente nos estádios de desenvolvimento da cultura (RODRIGUES et al., 2007). O seu melhor desenvolvimento é obtido em clima temperado, com invernos suaves, verão quente com elevada radiação solar, sem chuvas fortes e com suprimento de água adequado (GOODING, 2009; GUARIENTI et al., 2004).

No Brasil, devido a sua grande extensão territorial, os ambientes de cultivo do trigo foram divididos em quatro grupos de adaptação ou regiões de Valor Cultivo e Uso (VCU). Essa divisão leva em consideração a altitude, umidade e temperatura, sendo divididos da seguinte forma: região de VCU 1, fria, úmida e alta; de VCU 2, moderadamente quente, úmida e baixa; de VCU 3, quente, moderadamente seca e baixa; e de VCU 4, quente e seca (CUNHA et al., 2006; BRASIL, 2008).

3.2 QUALIDADE INDUSTRIAL DO TRIGO

De acordo com a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 38, de 30 de novembro de 2010 do MAPA (BRASIL, 2010), o trigo é classificado em Grupo, Classe e Tipo. O grupo define o seu uso, e é dividido em dois: Grupo I, onde o trigo é destinado diretamente para alimentação humana, e o Grupo II, que se destina a moagem e outras finalidades. Quanto a Classe, o trigo é classificado em: melhorador (força de glúten de 300 $10^{-4}J$, estabilidade de 14 minutos e número de queda mínimo de 250 segundos), pão (força de glúten de 220 ou estabilidade de 10 minutos e número de queda de 220), doméstico (força de glúten de 160 ou 6 minutos de estabilidade e 220 de número de queda), básico (força de glúten 100 ou estabilidade de 3 minutos e número de queda de 200) e outros usos (aceita qualquer valor para todos os itens). E em relação ao Tipo, são classificados em tipo 1, 2, 3 e fora de tipo, de acordo com os valores em % de matérias estranhas e impurezas, danificados por insetos, pelo calor, mofados e ardidos chochos, triguilhos e quebrados.

A qualidade do trigo pode ser definida pelo potencial genético do cultivar, a qual pode sofrer interferência do ambiente, ou ainda, pela interação genótipo x ambiente (COSTA, 2013; GUARIENTI et al., 2003; CARDOSO & NEDEL, 2002; SMANHOTTO et al., 2006; CAZETTA et al., 2008; GUTKOSKI & NETO, 2002; PINNOW et al., 2013; JUNIOR, 2014; ZECEVIC et al., 2014; GALETA et al., 2002). Os diferentes ambientes encontrados influenciam nas respostas fisiológicas do trigo, e as coordenadas geográficas (altitude, latitude e longitude) propiciam diferentes climas nas regiões de cultivo, fazendo com que os genótipos tenham respostas diferentes em cada ambiente. A importância relativa dos efeitos genéticos e ambientais, sobre a produtividade e qualidade, depende do conjunto de genótipos avaliados e das condições ambientais (YAN & HOLLAND, 2010; DENCIC et al., 2011; VÁZQUEZ et al., 2012; SILVA et al., 2013).

De acordo com Bonfil&Posner (2012), as características reológicas da farinha dependem da qualidade e quantidade das proteínas presentes no grão. Essas proteínas são divididas em quatro categorias: albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas (COSTA, 2013). As proteínas de reserva, gluteninas e gliadinas são as responsáveis pela formação da rede de

glúten, que conferem a viscoelasticidade a massa (COSTA, 2013; JUNIOR, 2014; CLARKE et al., 2009; TORRES et al., 2010; OLÁN et al., 2010).

3.3 MÉTODO SDS

O teste de sedimentação foi descrito por Zeleny (1947) e tem sido utilizado como uma técnica de baixo custo para determinação do W (MORRIS et al., 2007). Peña e Amaya (1985) no laboratório do CIMMYT, no México, introduziram modificações ao método, para ser utilizado na determinação do W em trigos farináceos, trigos cristalinos e triticales.

Segundo Mandarino (1993), através do volume de sedimentação (SDS), pode-se classificar o W como: fraco ($\leq 12,0$ mL), intermediário (12,5 a 18,5 mL), forte (19,0 a 21,0 mL) e muito forte ($\geq 21,5$ mL). Silva et al (2013) verificaram que o W se correlacionou positivamente com o teste de sedimentação ($r=0,74$), resultado que corrobora com os valores encontrados por Clarke et al. (2010), que observaram uma correlação de 0.92 a 0.96 entre W e SDS. Esses resultados indicam que o teste de SDS pode ser usado de forma eficiente para a seleção indireta de linhagens de trigo (OELOFSE et al., 2010; ABUHAMMAD et al., 2012; AL-SALEH & BRENNAN, 2012).

Os volumes de SDS possuem uma alta correlação com os ambientes de cultivo (PRESTON et al., 1982; ZHU & KHAN, 2001). Peterson et al. (1998) observaram uma associação entre a temperatura e o volume de sedimentação no teste SDS, apresentando uma correlação de 0,55. Ainda obtiveram uma correlação negativa de -0,8 para a baixa umidade relativa e o volume de sedimentação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 GENÓTIPOS E LOCAIS DE TESTE

Os dados usados neste estudo foram obtidos de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) conduzidos pela Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola - Coodetec. Foram avaliados 6 cultivares comerciais de trigo em 6 locais, localizados em duas das principais regiões tritícolas brasileiras (VCU 1: Guarapuava – GVA, Não-Me-Toque – NMT e Ponta Grossa – PTG; VCU 2: Abelardo Luz – ABL, Cascavel – CSC e Santo Augusto – STA) (Tabelas 1 e 2). Os locais de teste se encontram distribuídos nos três estados da região Sul do Brasil (PR, RS e SC).

Tabela 1. Locais de teste utilizados no estudo e seus respectivos códigos, informações sobre regiões de VCU, coordenadas e altitude. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Local (Cidade, Estado)	Código	Região de VCU	Coordenadas		Altitude (m)
			Lat.	Long.	
Guarapuava, PR	GVA	1	25° 23' S	51° 27' O	1120
Não-Me-Toque, RS	NMT	1	28° 27' S	52° 49' O	514
Abelardo Luz, SC	ABL	2	26° 33' S	52° 19' O	760
Cascavel, PR	CSC	2	25° 57' S	53° 27' O	785
Ponta Grossa, PR	PTG	1	25° 05' S	50° 09' O	969
Santo Augusto, RS	STA	2	27° 51' S	53° 46' O	528

Tabela 2. Genótipos utilizados em cada local de teste e seus respectivos códigos. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Genótipos	Códigos	Genealogia
CD 1550	CL 1	ONIX/CDFAPA 2001129
ESPORÃO	CL 2	ONIX/CD 2017
CD 1440	CL 3	ONIX/CDFAPA 2001129
BRS GUAMIRIM	CL 4	EMB 27/BUCK NANDU//PF 93159
TBIO SINUELO	CL 5	QUARTZO/3/FCEP 30/ONIX//PAMPEANO/4/QUARTZO
QUARTZO	CL 6	ONIX/AVANTE

CL: cultivar lançado

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MANEJO

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com seis repetições. Cada parcela se constituiu de seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas a 20 cm entre si. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo. Fungicidas, herbicidas e inseticidas foram aplicados conforme as recomendações técnicas para a cultura do trigo. A colheita foi realizada mecanicamente e o rendimento de grãos foi corrigido para 13% de umidade e convertido para kg ha^{-1} .

4.3 ANÁLISE SDS

O volume de sedimentação foi determinado utilizando o método descrito por Peñaet al. (1990), o qual utiliza os seguintes reagentes:

Reagente 1

Solução de azul de bromofenol: 10 mg/L ou 25 mg em 2,5 L de água destilada. Azul de bromofenol (bromophenol blue – Sigma B 0126. PM = 670,0 / Nuclear 0620)

Reagente 2

Solução estoque de ácido láctico em água (1:8, v/v): 10 mL de ácido láctico 85% mais 80 mL de água destilada. Ácido láctico 85% p/p. Sigma L1250, pureza \approx 98%. Por exemplo, misturar 50 mL de ácido láctico 85% com 400 mL de água destilada.

Reagente 3

Dodecil sulfato de sódio (laurilsulfato): 30 g de SDS em água destilada para completar 1L. Isto faz a solução 3%.

Sodiumdodecil sulfate – Sigma L 5750, sal sódico \approx 95%

Reagente 4

Solução de trabalho ácido láctico-água + SDS:

Trigo comum (*T. aestivum*) – sol. A 3%: 17 mL de reagente 2 + 480 mL de reagente 3.

Para a realização do teste, foi utilizada proveta graduada de 25 mL, onde foram adicionados 1 g de farinha de trigo integral moída e 6 mL do reagente 1, que tem como função colorir a fase líquida e facilitar a leitura do volume sedimentado. Após a adição dos reagentes, a solução foi agitada rapidamente duas vezes por 10 segundos, sendo a primeira agitação realizada logo após a adição do reagente 1, e a segunda agitação 150 segundos após a primeira. Na sequência, deixou-se a solução em repouso por 120 segundos e então adicionou-se 19 ml da solução de trabalho (reagente 4), agitando por mais 2'00 min. Após a agitação, manteve-se as provetas em repouso por 14'00 min e mediu-se o volume sedimentado com precisão de 0,5 mL.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise da variância (ANOVA) foi realizada em esquema fatorial, considerando genótipo como fixo e ambiente como variável. O desempenho médio de sedimentação foi avaliado através da metodologia AMMI (AdditiveMainEffectsandMultiplicativeInteractionAnalysis), que combina a análise de variância dos efeitos aditivos de genótipos e ambientes, com a análise de componentes principais do efeito multiplicativo da interação genótipo x ambiente (ALWALA, 2010). A análise GGE biplot (GenotypeandGenotype-by-Environment), que considera apenas os efeitos de G e da interação G×A, foi utilizada para a avaliação da média e estabilidade dos genótipos, capacidade discriminativa, representatividade e associação entre locais de teste (YAN & TINKER, 2006;MIRANDA, 2002), permitindo a identificação de ambientes com melhor desempenho (GAUCH, 2006). Essas análises são baseadas em saídas gráficas, facilitando a visualização e o entendimento do desempenho de genótipos e ambientes, principalmente em conjuntos de dados complexos (YAN & TINKER, 2006;YAN& HUNT, 2002;ALWALA, 2010;HASSANPANAHA, 2010;SILVA & BENIN, 2012).

As análises foram realizadas utilizando o software GENES (CRUZ, 2013) e GGE Biplot (YAN & TINKER, 2006) e os gráficos foram construídos através do software SigmaPlot 11.0.

5. Resultados e Discussão

Mediante a análise da variância, foi verificada significância ($p < 0,01$) para a interação genótipo x ambiente, tanto para o caráter rendimento de grãos quanto para o volume de sedimentação (SDS), mostrando que as cultivares apresentaram variação entre os ambientes avaliados. (Tabela 3 e 4). Os coeficientes de variação foram de 9,42% para SDS e 9,18% para rendimento de grãos, foram relativamente baixos, mostrando boa precisão experimental.

Tabela 3. Análise da variância para a variável SDS, volume de sedimentação. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM
Blocos	5	41.37167	8.27433
Cultivar	5	748.6461	149.7292**
Ambiente	5	616.3139	123.2628**
Interação CxA	25	368.6133	14.74453**
Resíduo	175	417.1483	2.3837
Total	215	2192.0933	
CV(%)	9.42		

**Significativo em nível de 1% de probabilidade de erro.

Tabela 4 Análise da variância para a variável rendimento de grãos (kg há⁻¹). UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

Causas da variação	GL	SQ	QM
Blocos	5	8065819	1613164
Cultivar	5	8179192	1635838 ^{ns}
Ambiente	5	90083073	18016615**
Interação CxA	25	13793471	551738.8**
Resíduo	175	29960556	171203.2
Total	215	150082110	
CV(%)	9.18		

**Significativo em nível de 1% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo.

Em Abelardo Luz e Ponta Grossa foram obtidas as maiores médias para o volume de SDS, 20 e 17 respectivamente, por outro lado Cascavel, Guarapuava e Não-Me-Toque obtiveram volume de sedimentação

médio de 15, e Santo augusto apresentou um volume SDS de 16. Resultados que classificariam, segundo Mandarino (1993), Abelardo Luz como sendo um local que propicia W forte, os outros locais apresentaram uma média que propicia classificar o W com intermediário.

As informações contidas na Tabela 5 são apresentadas graficamente pelo método biplot AMMI1 (Figura 1b), em que é possível fazer inferências quanto ao desempenho dos ambientes testados, com facilidade na visualização dos dados. A explicação total para variável SDS por meio do biplot foi de 93. O efeito principal de ambiente nesse estudo foi responsável por contribuir com 35,5% da explicação da variação total do volume de SDS, já o efeito principal de genótipo foi responsável por 43% da explicação total. Observa-se que os locais Guarapuava, Não-Me-Toque, Cascavel e Santo Augusto estão localizados abaixo da média de sedimentação geral, indicado pelo centro das linhas perpendiculares. Ao contrário, Abelardo Luz e Ponta Grossa estão localizados acima da média de sedimentação geral. Os diferentes ambientes existentes influenciam nas respostas fisiológicas do trigo, e as coordenadas geográficas (altitude, latitude e longitude) propiciam diferentes climas nas regiões de cultivo, fazendo com que as cultivares obtenham respostas diferentes em cada ambiente. Os volumes de SDS possuem uma alta correlação com os ambientes de cultivo (ZHU & KHAN, 2001). Peterson et al (1998) observaram variação nos volumes de sedimentação em função de parâmetros ambientais, tais como temperatura e umidade relativa, quando o trigo fica exposto a temperaturas elevadas o volume de SDS diminui. Taghout et al (2010) e Kiliçe Yagbasanlar (2010) também obtiveram variações dentro dos locais de testes, porém a variabilidade atribuída ao fator genótipo foi maior, o que não aconteceu nos estudos de Rharrabti (2003), Salomon et al (2008) e Rozbicki et al (2015), onde o ambiente respondeu.

Tabela 5. Volume de Sedimentação com Dodecil Sulfato de Sódio de seis cultivares de trigo (Guamirim, CD 1440, CD 1550, Esporão, Quartzo e Sinuelo), cultivadas em seis ambientes (ABL-Abelardo Luz, CSC-Cascavel, GVA-Guarapuava, NMT-Não-Me-Toque, PTG-Ponta Grossa e STA- Santo Augusto). UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015

Cultivar	ABL	CSC	GVA	NMT	PTG	STA
Guamirim	21,1 A	18,4 AB	17,4 B	19,4 AB	19,6 AB	19,1 AB
CD 1440	19,6 A	15,4 BC	17,5 ABC	16,5 ABC	18,3 AB	14,9 C
CD 1550	20,1 A	13,2 B	13,4 B	14,4 B	16,0 B	15,6 B
Esporão	20,1 A	20,7 A	16,5 B	12,8 C	18,3 AB	19,1 AB
Quartzo	18,8 A	11,3 B	12,9 B	11,8 B	13,5 B	13,5 B
Sinuelo	19,3 A	12,6 C	14,5 BC	14,4 BC	16,2 AB	13,5 BC

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

Ponta Grossa e Cascavel obtiveram os maiores rendimentos de grãos entre os ambientes estudados, médias de 5362 kg ha⁻¹ e 5102 kg ha⁻¹ respectivamente. As menores médias para o rendimento de grãos foram observadas em Santo Augusto e em Não-Me-Toque, 3628 kg ha⁻¹ e 3800 kg ha⁻¹ respectivamente. Contudo as respostas demonstradas pelas 6 cultivares possuíram diferenças entre os ambientes (Tabela 6).

Na Figura 1a estão apresentadas graficamente, pelo método biplot AMMI1, as informações contidas na Tabela 6, facilitando a visualização dos dados. A explicação total do rendimento de grãos por meio do biplot foi de 97%.A contribuição do efeito principal de ambiente para o RG foi de 80% da variação total. Já o efeito principal de genótipo foi responsável por apenas 7% da explicação total.

Os locais Santo Augusto, Não-Me-Toque e Abelardo Luz estão localizados abaixo da média geral para o caractere RG, indicado pelo centro das linhas perpendiculares. Por outro lado, Guarapuava, Cascavel e Ponta Grossa estão acima da média geral de produtividade. Estes resultados corroboram com Salomon et al (2008) e Rozbicki et al (2015) que também observaram diferença de rendimento entre os ambientes testados em seus estudos.

Tabela 6. Rendimento de grãos de seis cultivares de trigo (Guamirim, CD 1440, CD 1550, Esporão, Quartzo e Sinuelo), cultivadas em seis ambientes (ABL- Abelardo Luz, CSC-Cascavel, GVA-Guarapuava, NMT-Não-Me-Toque, PTG-Ponta Grossa e STA- Santo Augusto). UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

Cultivar	ABL	CSC	GVA	NMT	PTG	STA
Guamirim	3572,8 B	4631,4 A	4326,7 AB	3952,2 AB	4807,8 A	3621,7 B
CD 1440	4311,7 BC	4869,8 AB	4955,0 AB	3727,2 C	5289,8 A	3884,5 C
CD 1550	4309,5 BC	5160,4 AB	5064,5 AB	3513,9 C	5445,1 A	3692,2 C
Esporão	3988,9 C	4923,3 AB	4923,9 AB	4029,5 BC	5237,2 A	3878,9 C
Quartzo	4694,5 B	5272,2 AB	4526,7 BC	3698,4 CD	5756,4 A	3153,9 D
Sinuelo	4985,0 A	5752,3 A	5170,0 A	3864,5 B	5636,1 A	3536,1 B

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

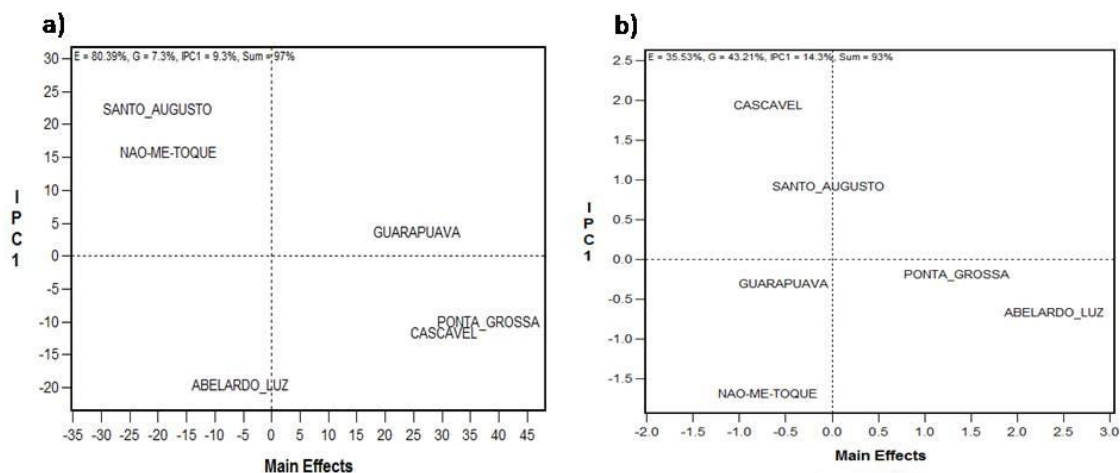
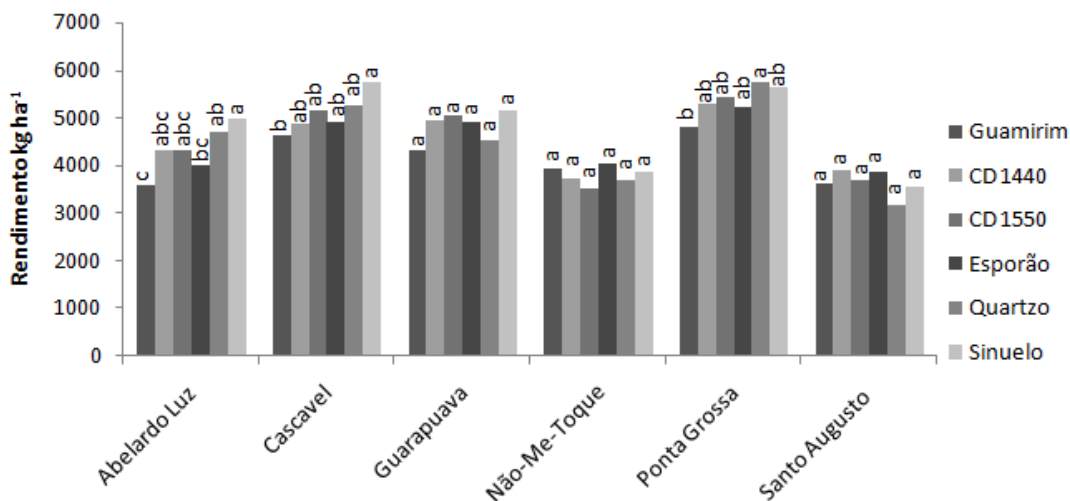


Figura 1. Plotagem dos escores do efeito principal dos ambientes em função do primeiro componente principal (IPC1), segundo o modelo AMMI1, para o caractere rendimento de grãos (a) e volume de SDS (b) em seis locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

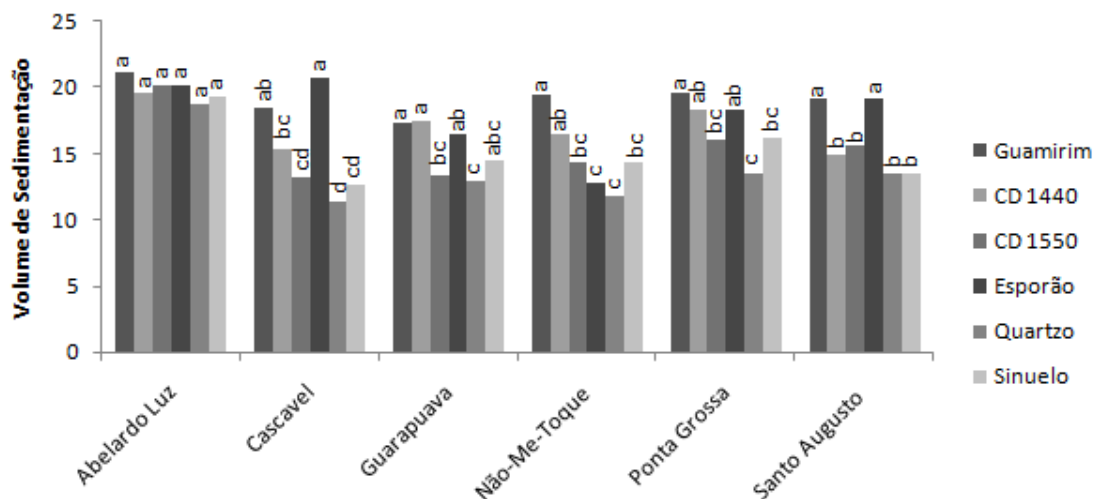
O cultivar Sinuelo apresentou o maior rendimento de grãos (4985,00 kg ha⁻¹) em Abelardo Luz, diferindo estatisticamente das cultivares Guamirim (3572,80 kg ha⁻¹) e Esporão (3988,90 kg ha⁻¹). Em Cascavel a cultivar Sinuelo também obteve a maior média (5752,30 kg ha⁻¹), diferindo estatisticamente do cultivar Guamirim (4631,40 kg ha⁻¹). A cultivar Quartzo apresentou o maior rendimento em Ponta Grossa (5756,40 kg ha⁻¹), a qual diferiu somente da cultivar Guamirim (4807,80 kg ha⁻¹). Com tudo em Guarapuava, Não-Me-Toque e Santo Augusto as cultivares não apresentaram diferença estatística para o caractere rendimento de grãos (Figura 2).



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si.

Figura 2. Rendimento de grãos de seis cultivares avaliadas em seis ambientes. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

Em Abelardo Luz as cultivares não apresentaram diferença estatística para o caractere volume de sedimentação. Já em Cascavel o cultivar Esporão apresentou a maior média de SDS (20,7), diferindo estatisticamente das cultivares CD 1440, CD 1550, Quartzo e Sinuelo. Guamirim e CD 1440 apresentaram as maiores médias em Guarapuava, 17,4 e 17,5 respectivamente, diferindo das cultivares CD 1550 (13,4) e Quartzo (11,3). A cultivar Guamirim apresentou a maior média de volume de sedimentação em Não-Me-Toque e em Ponta Grossa, diferindo da cultivar Quartzo que apresentou a menor média, nos dois locais. Em Santo Augusto as cultivares Guamirim e Esporão apresentaram as maiores médias (19.1 e 19.1), diferindo estatisticamente das demais cultivares (Figura 3).



Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si.

Figura 3. Volume de sedimentação (SDS) de seis cultivares avaliadas em seis ambientes. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

O cultivar ideal é definido com base em dois critérios: alta produtividade e estabilidade (YAN e KANG, 2003). Este genótipo é definido graficamente pelo vetor de maior comprimento no PC1 e sem projeções em PC2, ou seja, deve estar mais próximo do menor círculo concêntrico central. Para rendimento de grãos, o cultivar TBIO Sinuelo foi a que mais se aproximou do “genótipo ideal”, seguido por CD 1550, CD 1440 e Esporão (Figura 4a). A cultivar Guamirim, seguido pelas linhagens CD 1440 e Esporão destacaram-se como os mais próximos ao genótipo ideal para SDS (Figura 4a).

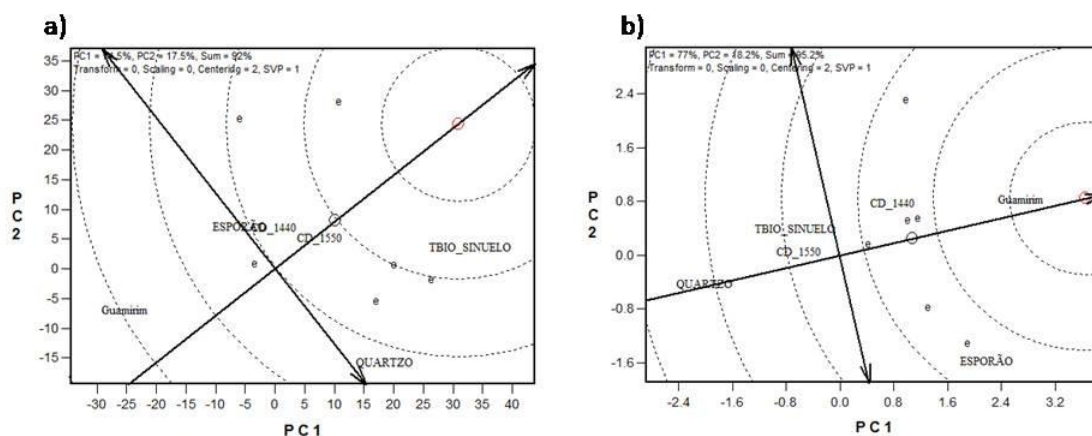


Figura 4. Plotagem dos escores dos componentes principais, segundo o modelo GGE biplot, quanto a identificação do genótipo ideal para os caracteres rendimento de grãos (a) e teste de sedimentação em SDS (b), de seis cultivares de trigo avaliados em 6 locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

Na análise de média e estabilidade (Figuras 5a e 5b), a linha com uma única seta que passa pela origem do biplot pelo ambiente médio é referido como o eixo do ambiente médio. O ambiente médio é indicado pelo pequeno círculo, que é definido pela média dos escores dos componentes principais 1 e 2 para todos os ambientes. Este ambiente médio pode ser considerado como um ambiente virtual. A seta aponta para um maior desempenho médio dos genótipos. A linha com duas setas que passa pela origem do biplot e é perpendicular ao eixo do ambiente-médio, apontam para a maior variabilidade de desempenho (menor estabilidade) em ambas as direções.

Para o caractere rendimento de grãos a cultivar TBIO Sinuelo obteve a maior média, mas não foi tão estável pois não obteve rendimento satisfatório em Santo Augusto e em Guarapuava, . A cultivar CD 1550 foi altamente estável, pois apresentou produtividade similar em todos os locais testados. A cultivar Guamirim obteve a menor média para rendimento de grãos, demonstrando instabilidade entre os ambientes.

A cultivar Quartzo obteve a menor média para o volume de SDS com uma alta estabilidade, pois apresentou resultados semelhantes nos seis ambientes, estabilidade está apresentada também pela cultivar Guamirim, a qual, obteve a maior média do volume de SDS dentre as cultivares. A cultivar Esporão obteve volume de SDS superior à média geral, porém com uma alta instabilidade, pois apresentou um desempenho superior em Cascavel e em Santo Augusto e um desempenho inferior em Não-Me-Toque.

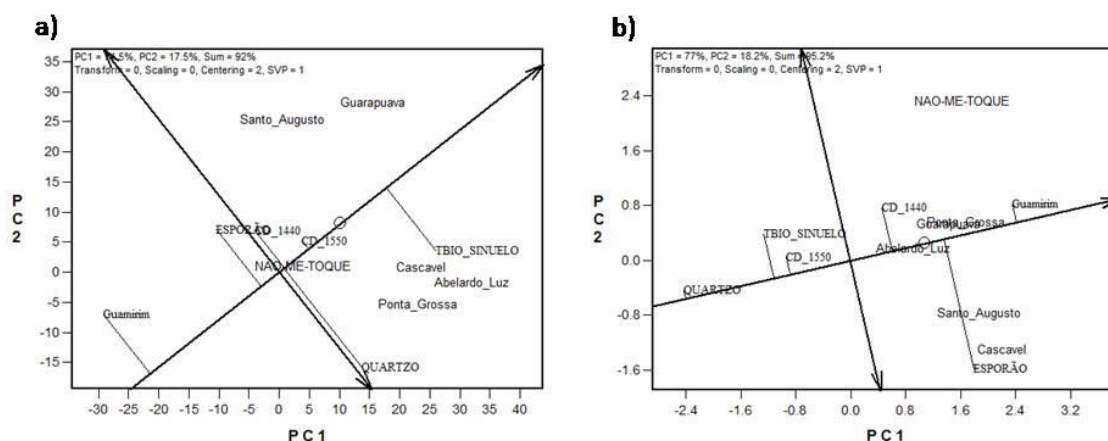


Figura 5. Plotagem dos escores dos componentes principais, segundo o modelo GGE biplot, média e estabilidade para os caracteres rendimento de grãos (a) e teste de sedimentação em SDS (b), de seis cultivares de trigo avaliados em seis locais. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2015.

A associação dos caracteres RG e SDS, em cada local, podem ser observados na Figura 6. Os locais onde se obtiveram os maiores rendimentos foram os que apresentaram correlações negativas, Abelardo Luz (-0.895^{*}), Ponta Grossa (-0.916^{*}), Cascavel (-0.698^{ns}) e Guarapuava (-0.196^{ns}), resultados que corroboram com os observados por Silva et al (2013) e Schmidt et al (2009), com correlações de -0.28 e -0.26 respectivamente. Já em Não-Me-Toque e em Santo Augusto onde os RG foram menores as correlações foram positivas, 0.201 e 0.536 respectivamente. A resposta tanto para rendimento quanto para o volume de SDS é variável dentro de diferentes locais, apresentando correlações distintas dependendo das condições que o ambiente propicia para a cultura.

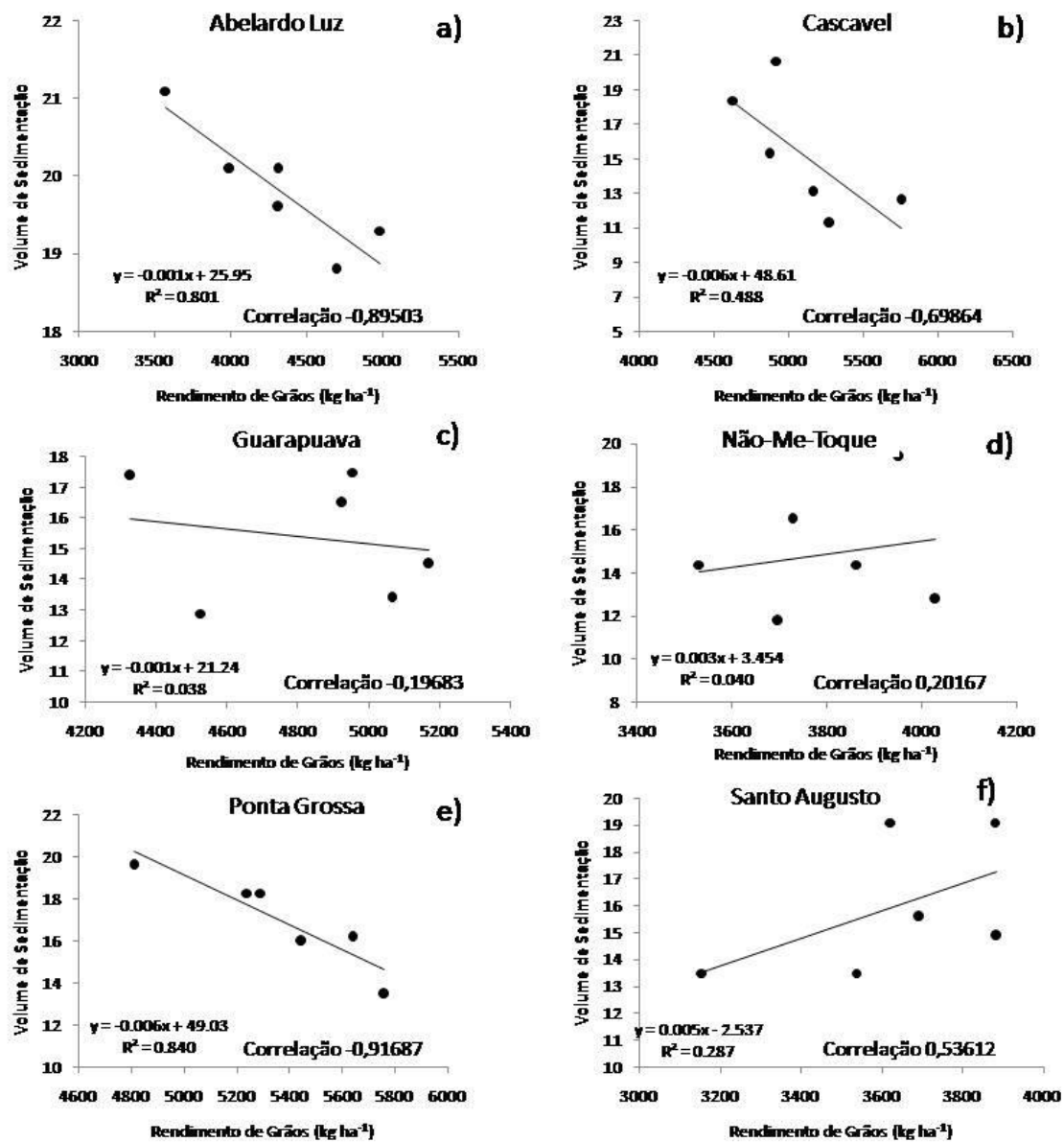


Figura 6. Correlações do volume de sedimentação com o rendimento de grãos de seis cultivares avaliadas em seis locais. UTFPR, CâmpusPatoBranco - PR, 2015.

6. Conclusões

- Houve variação para os caracteres volume de sedimentação e rendimento de grãos entre os locais e cultivares avaliados.

- Rendimento de grãos e volume de sedimentação apresentaram correlação negativa nos locais com maior RG e correlação positiva nos locais com menor RG.

- Para volume de sedimentação a cultivar Guamirim e a cidade Abelardo Luz se mostraram superiores aos demais.

- Para rendimento de grãos a cultivar TBIO Sinuelo e a Cidade Ponta Grossa apresentaram valores superiores aos demais.

Referências

ABUHAMMAD, W. A.; ELIAS, E. M.; MANTHEY, F. A.; ALAMRI, M. S.; MERGOUM, M. A. Comparison of methods for assessing dough and gluten strength of durum wheat and their relationship to pasta cooking quality. **International Journal of Food Science and Technology** 47, 2561–2573, 2012.

AHMADI, J.; MOHAMMADI, A.; MIRAK, N. Targeting promising bread wheat (*Triticumaestivum* L.) lines for cold climate growing environments using AMMI and SREG GGE Biplot analyses. **Journal of Agricultural Science and Technology**, V.14, p.645-657, 2012.

AL-SALEH, A.; BRENNAN, C. S. Bread Wheat Quality: Some Physical, Chemical and Rheological Characteristics of Syrian and English Bread Wheat Samples. **Foods**, 1: 3-17, 2012.

ALWALA, S.; KWOLEKB, T.; MCPHERSONC, M.; PELLOWC, J.; MEYERA, D. A. Comprehensive comparison between Eberhart and Russel joint regression and GGE biplot analyses to identify stable and high yielding maize hybrids. **Field CropsResearch**, v.119, n.2-3, p.225-230, 2010.

BONFIL, D. J.; POSNER, E.S. Can bread wheat quality be determined by gluten index?. **Journal of Cereal Science** 56, p. 115-118, 2012.

BORDES, J.; RAVEL, C. LE GOUIS, J.; LAPIERRE, A.; CHARMET, G. & BALFOURIER, F. Use of Global Wheat core Collection for Association Analysis of Flour and Dough Quality Traits. **Journalof Cereal Science** 54 137 e 147, 2011.

BRASIL. Instrução normativa nº 58, de 19 de novembro de 2008. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2008.

BRITES, C. AND CARRILLO, J. M. Influence of high molecularweight (HMW) and low molecular weight (LMW) gluteninsubunits controlled by Glu-1 and Glu-3 loci on durum wheatquality. **Cereal Chem.** 78: 5963, 2001.

CARDOSO, E. T. & NEDEL, J. L. Padrões Eletroforéticos de Cultivares de Trigo Indicadas para Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.203-209, 2002.

CARRILLO, J. M., VASQUEZ, J. F. AND ORELLANA, J. Relationshipbetween gluten strength and gluten in proteins in durumwheat cultivars. **Plant Breed.** 104: 3253331990.

CARTER, B. P.; MORRIS, C. F. & ANDERSON, J. A. Optimizing the SDS Sedimentation Test for End-Use Quality Selection in a Soft White and Club Wheat Breeding Program. **Cereal Chemists**, Vol. 76, No. 6, 1999.

CAZETTA, D. A.; FILHO, D. F.; ARF, O. & GERMANI, R. Qualidade Industrial de Cultivares de Trigo e Triticale Submetidos à Adubação Nitrogenada no Sistema de Plantio Direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.741-750, 2008.

CILAS, P.; BENIN, G.; VIOLA, R.; SILVA, C. L.; GUTKOSKI, L. C. & CASSOL, L. C. Qualidade Industrial do Trigo em Resposta à Adubação Verde e Doses de Nitrogênio. **Bragantia, Campinas**, v. 72, n. 1, p.20-28, 2013.

CLARKE, F. R.; CLARKE, J. M.; AMES, N. A.; KNOX, R. E. & ROSS, R. J. Gluten Index Compared With SDS-Sedimentation Volume for Early Generation Selection for Gluten Strength in Durum Wheat. **Can. J. PlantSci.** Canada, 2009.

CLARKE, F. R.; CLARKE, J. M.; AMES, N. A.; KNOX, R. E.; ROSS, J. R. Gluten index compared with SDS-sedimentation volume for early generation selection for gluten strength in durum wheat. **CanadianJournalofPlant Science**, v.90, p.1-11, 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v.2 - Safra 2014/15, n.6 - Sexto Levantamento, Brasília, p. 1-103, Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_03_11_14_07_48_bol_etim_graos_marco_2015.pdf> Acesso 08/04/2015.

COSTA, M. S. Avaliação da qualidade industrial de linhagens de trigo por meio de métodos físico-químicos, reológicos e de panificação / Dissertação. **UNESP** - São José do Rio Preto: [s.n.], 2013.

CRUZ, C.D. G - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013

CUNHA, G. R.; SCHEEREN, P. L.; PIRES, J. L. F.; MALUF, J. R. T.; PASINATO, A.; CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; DOTTO, S. R.; CAMPOS, L. A. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, R. L.; MARCHIORO, V. S.; RIEDE, C. R.; ROSA FILHO, O.; TONON, V. D.; SVOBODA, L. H. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**, Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 35, (Circular Técnica Online, 20), 2006.

CURTIS, T.; HALFORD, N. G. Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. **Annals of Applied Biology**, v. 164, n. 3, p. 354-372, 2014.

DENCIC, S.; MLADENOV, N.; KOBISKI, B. Effects of Genotype on Environment on Breadmaking Quality in Wheat. **InternationalJournalofPlantProduction**. 2011.

DESORDI, R.; KAVALCO, S.A.F.; RIBEIRO, M.D.N.; EZEQUIEL, S.; RIBEIRO, F.; PAZZA, R.; KAVALCO, K.F. Identificação e dissimilaridade genética entre genótipos de trigo (*Triticumaestivum* L.), **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, v. 3, p. 14-27, 2012.

GALETA, B.; ATAK, M.; BAENZIGER, P. S.; NELSON, L. A.; BALTENESPERGER, D. D.; ESKRIDGE, K. M.; SHIPMAN, M.J. & SHELTON, D. R. Seeding Rate and Genotype Effect on Agronomic Performance and End-Use Quality of Winter Wheat. **Crop Sci.** 42:827–832, 2002.

GAUCH, H.G. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. **Crop Science**, v.46, n.4, p.1488-1500, 2006.

GOODING, M.J. The wheat crop –Wheat Chemistry and Technology. **AACC International**. p. 19 – 49. 2009.

GUARIENTI, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B. Influência do manejo do solo e da rotação de culturas na qualidade industrial do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, n.12, p.2375-2382, 2000.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, A. & CAMARGO, C. M. O. Avaliação do Efeito de Variáveis Meteorológicas na Qualidade Industrial e no Rendimento de Grãos de Trigo Pelo Emprego de Análise de Componentes Principais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 500-510, 2003.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, L. J. A.; 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, p. 505-515, 2004.

GUTKOSKI, L. C. & NETO R. J. Procedimento para Teste Laboratorial de Panificação - Pão Tipo Forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.873-879, 2002.

HASSANPANA, D. Analysis of GxE interaction by using the additive main effects and multiplicative interaction in potato cultivars. **International Journal of Plant Breeding and Genetics**, v. 4, n. 1, p. 23-29, 2010.

JUNIOR, O. P. Aptidão, Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica de Genótipos de Trigo. / Dissertação. **Universidade Estadual do Centro-Oeste**. Guarapuava-PR, 2014.

KEHL, K. Potencial De Rendimento, Qualidade Industrial E Fisiológica De Sementes De Trigo Cultivados Em Diferentes Regiões Triticolas. Dissertação de Mestrado. **UFPEL**- Pelotas, 2013.

KILIÇ, H. and YAĞBASANLAR,T; Genotype x Environment Interaction and Phenotypic Stability Analysis for Grain Yield and several Quality Traits of Durum Wheat in the South-Eastern Anatolia Region. **Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj**38 , 253-258 (3) 2010.

KOVACS, M. I. P., HOWES, N. K., LEISLE, D. AND ZAWISTOWSKI, J. Effect of two different low molecular weight subunits on durum wheat pasta quality parameters. **Cereal Chem.** 72:8587, 1995.

KOVACS, M. I. P., HOWES, N. K., CLARKE, J. M. AND LEISLE, D. Quality characteristics of durum wheat lines deriving high protein from a *Triticum dicoccoides*(6B) substitution. **J. Cereal Sci.** 27: 4751, 1997.

MANDARINO, J. M. G. Aspectos importantes para qualidade do trigo. Londrina, **EMBRAPA/CNPSo**, 1993.

McDERMOTT, E.E.; REDMAN, D.G. Small-scale test of breadmaking quality. **FMBRA Bulletin**, no. 6, p. 200, 1977.

MIRANDA, M. Z. de; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado: 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.216-223, 2002.

MITTELMANN, A.; NETO, J. F. B.; CARVALHO, F. I. F.; LEMOS, M. C. I. & CONCEIÇÃO, L. D. H. Herança de Caracteres do Trigo Relacionados à Qualidade de Panificação. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.35, n.5, p.975-983, 2000.

MOHAMMADI, R., AMRI. A. Analysis of genotype x environment interaction in rain-fed durum wheat of Iran using GGE-biplot and non-parametric methods, **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92, p. 757-770, 2012.

MORRIS, C. F.; PASZCZYNSKA, B.; BETTGE, A. D. & KING, G. E. A critical examination of the sodium dodecyl sulfate (SDS) sedimentation test wheat meals. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 87:067-615, 2007.

OELOFSE, R.M.; LABUSCHAGNE, M.T.; VAN DEVENTER C.S. Influencing factors of sodium dodecyl sulfate sedimentation in bread wheat. **Journal of Cereal Science** 52:96-99, 2010.

OLÁN, M. O.; RANGEL, E. E.; MIR, E. V.; GALÁN, J. M.; SÁNCHEZ, H. L.; VARELA, A. S.; PEÑA, R. J. Proteínas del glúten y reología de trigos harineros mexicanos influenciados por factores ambientales y genotípicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 989-996, 2010.

PENA, R. J. Durumwheat for pasta and bread-making. Comparison of methods used in breeding to determine gluten quality-related parameters. **CIHEAM**. Pages 423-430, 2000.

PEÑA, R.J.; AMAYA, A. Rapid estimation of gluten quantity in Bread wheat, durum wheat, and triticale using the sodium dodecyl sulfate (SDS) – Sedimentation test. **Internacional Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)**, México. 1985.

PETERSON, C. J.; GRAYBOSCH, R. A.; SHELTON, D. R. & BAENZIGER, P. S. Baking Quality of hard winter wheat: response of Cultivars to Environment in the Great Plains. **Euphytica** 100: 157–162, 1998.

PINNOW, C.; BENIN, G.; VIOLA, R.; SILVA, C. L.; GUTKOSKI, L. C. & CASSOL, L. C. Qualidade Industrial do Trigo em Resposta a Adubação Verde e Doses de Nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.20-28, 2013.

PIMENTEL, A. J. B.; RIBEIRO G.; SOUZA M. A.; MOURA, M. M.; ASSIS, J. C.; MACHADO, J. C. Comparação de Métodos de Seleção de Genitores e Populações Segregantes Aplicados ao Melhoramento de Trigo. **Bragantia**, v.72, p. 113-121, 2013.

PRESTON, K. R.; MARCH, P. R. & TIPPLES, K. H. An Assessment of the SDS-Sedimentation Test for the Prediction of Canadian Bread Wheat Quality. **Can. J. Plant Sci.** 62: 545-553, 1982.

QUICK, J. S.; DONNELLY, B. J. A rapid test for estimating durum wheat gluten quality. **Crop Science**, v.20, p.816-818, 1980.

RHARRABTI, Y.; GARCÍA DEL MORA, L. F.; VILLEGAS, D. & ROYO, C. Durum Wheat Quality in Mediterranean environments III. Stability and comparative methods in analyzing GxE interaction. **Field Crops Research** 80 141–146, 2003.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 817-825, 2007.

ROZBICKI, J.; NSKA, A. C.; GOZDOWSKI, D.; JAKUBCZAK, M.; CACAK-PIETRZAK, G.; MADRY, W.; GOLBA, J.; NSKI, M. P.; NSKI, G. S.; STUDNICKI, M.; DRZAZGA, T. Influence of the cultivar, environment and management on the grain yield and bread-making quality in winter wheat. **Journal of Cereal Science** 61126e132, 2015.

SOLOMON, K.F., SMIT, H.A., MALAN, W.J., DU TOIT. Parametric model based assessment of genotype environment interactions for grain yield in durum wheat under irrigation. **Inter. J. Plant Prod.** 2: 1. 23-36, 2008.

SCHEUER, P. M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; LIMBERGER, V. M. Trigo: Características E Utilização Na Panificação **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SCHROEDER, L.F. Farinhas mistas. **Trigo e Soja**, n.92, p.4-6, 1987.

SILVA, C. L. Caracterização de Genótipos Brasileiros de Trigo para Eficiência de uso do Nitrogênio e Qualidade Industrial em Multi-Ambientes/ Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pata Branco, 2013.

SILVA, R.R; BENIN, G. ; ALMEIDA, J. L.; FONSECA, I. C. B.; ZUCARELI, C. Grain yield and baking quality of wheat under different sowing dates. **Acta Scientiarum Agronomy** (Impresso), 2013.

SILVA, R. R.; BENIN, G. Análises Biplot: conceitos, interpretações e aplicações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, p.1404-1412, 2012.

SMANHOTTO, A.; NÓBREGA, L. H. P.; OPAZO, M. A. U. & PRIOR, M. Características Físicas e Fisiológicas na Qualidade Industrial de Cultivares e Linhagens de Trigo e Triticale. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.10, n.4, p.867-872, 2006.

TAGHOUTI, M.; GABOUN F.; NSARELLAH, N.; RHRIB, R.; EL-HAILA, M.; KAMAR, M.; ABBAD-ANDALOUSSI, F.; UDUPA, S. M. Genotype x Environment interaction for 121 quality traits in durum wheat cultivars adapted to different environments. **African Journal of Biotechnology** vol. 9(21), pp. 3054-3062, 24 May, 2010.

TORRES, G. A. M.; CONSOLI, L.; ALBUQUERQUE, A. C. S. & SCHEEREN, P. L. Análises de Gluteninas na Embrapa Trigo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Passo Fundo-RS, 2010.

VÁZQUEZ, D.; BERGER, A. G.; CUNIBERTI, M.; BAINOTTI, C. , MIRANDA, M. Z.; SCHEEREN, P. L.; JOBET, C.; ZÚÑIGA, J.; CABRERA, G.; VERGES, R. PEÑA, R. J. Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. **Journal of Cereal Science** 56: 196-203, 2012.

YAN, W.; HUNT L. A. Biplot analysis of multi-environment trial data, in: Kang, M.S. (Eds), Quantitative genetics, genomics and plant breeding, **CAB International**, New York, p. 289-303, 2002.

YAN, W.; TINKER N. A. Biplot analysis of multi-environment trial data: principles and applications, **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, p. 623-645, 2006.

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

ZHANG, W., CHAO, S., MANTHEY, F., CHICAIZA, O., BREVIS, J. C., ECHENIQUE, V. & DUBCOVSKY, J. QTL analysis of pastaquality using a composite microsatellite and SNP map of durum wheat. **Theor. Appl. Genet.** 117: 1361377, 2008.

ZECEVIC, V.; BOSKOVIC, J. KNEZEVIC, D. & MICANOVIC, D. Effect of Seeding Rate on Grain Quality of Winter Wheat. **Chilean Journal of Agricultural Research** 74(1), 2014.

ZELENY, L. A simple sedimentation test for estimating the bread-making and gluten qualities of wheat flour. **Cereal Chemistry**, v. 24, p. 265, 1947.

ZHAO, D.; WANG, L.; LEI, Y. Correlation among SDS Sedimentation Value, Swelling Index of Glutenin and Solvent Retention Capacity of Spring Wheat. **NotSciBio**, 132-135, 2012.

ZHU, J. & KHAN, K. Effects of Genotype and Environment on Glutenin Polymers and Breadmaking Quality. **Cereal Chem.** Vol. 78, No. 2, 2001.