



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
*CAMPUS PATO BRANCO*  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



EDUARDO STEFANI PAGLIOSA

**METODOLOGIAS DE ANÁLISE DIALÉLICA COMO CRITÉRIO PARA  
A SELEÇÃO DE GENITORES DE TRIGO**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2012

EDUARDO STEFANI PAGLIOSA

**METODOLOGIAS DE ANÁLISE DIALÉLICA COMO CRITÉRIO PARA  
A SELEÇÃO DE GENITORES DE TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Agronomia da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre em  
Agronomia - Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Dr. Giovani Benin

PATO BRANCO

2012

P138m Pagliosa, Eduardo Stefani.  
Metodologias de análise dialélica como critério para seleção de genitores de trigo / Eduardo Stefani Pagliosa. -- Pato Branco: UTFPR, 2012.  
67 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2012.  
Bibliografia: f. 55-63.

1. Triticum aestivum. 2. Capacidade geral e específica de combinação.  
3. Análise dialélica multivariada. 4. REML/BLUP. 5. GGE biplot. I. Benin, Giovani, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 22. ed. 630

Ficha Catalográfica elaborada por  
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630  
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**



### TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n° 053

**Metodologias de análise dialéctica como critérios para a seleção de genitores de trigo**

por

**Eduardo Stefani Pagliosa**

Dissertação apresentada às oito horas e trinta minutos do dia treze de fevereiro de dois mil e doze, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Integração Lavoura-Pecuária, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), 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:

**Dr. Lindolfo Storck**  
UFSM

**Dr. Paulo Henrique de Oliveira**  
UTFPR

**Dr. Thomas Newton Martin**  
UFSM

**Dr. Giovanni Benin**  
UTFPR  
Orientador

Visto da Coordenação:

**Prof. Dr. André Brugnara Soares**  
Coordenador do PPGAG

Dedico este trabalho a meu pai Nery Antônio Pagliosa, a minha mãe Ester Elizabete Stefani Pagliosa, a meu irmão Thiago Antônio Pagliosa e a minha namorada Josaine Paula Dariva.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares, em especial a minha mãe Ester Elizabete Stefani Pagliosa, meu pai Nery Antônio Pagliosa e meu irmão Thiago Antônio Pagliosa que sempre me ensinaram o caminho correto e acreditaram no meu sucesso.

A minha namorada Josaine Paula Dariva por ter me apoiado nos momentos mais difíceis durante esta caminhada.

Agradeço a UTFPR por disponibilizar excelentes professores, ensino gratuito e de qualidade.

Ao meu orientador Giovani Benin, pela experiência e conhecimentos transmitidos, pela amizade, e pela paciência nos momentos mais difíceis desta etapa.

Aos colegas e amigos do Fitomelhoramento da UTFPR, pela amizade e auxílio na execução do trabalho, Cristiano Lemes da Silva, Eduardo Beche, Anderson Alfredo Signorini, Marcio Andrei Capelin, Elesandro Bornhofen, Cilas Pinnow, Jeisom Franke, Lucas Berger Munaro e aos demais colegas que participaram da execução deste trabalho.

Aos professores do PPGA, pelo conhecimento transmitido.

A todo o povo brasileiro, que através de seus impostos viabilizaram a minha formação acadêmica. Enfim agradeço a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram na realização desta conquista.

“... Talento, fibra e coragem, não se compra nem se empresta...”

Trecho da música “Apaisanado” de Cezar Oliveira e Rogério Mello,  
composta por Anomar Danúbio Vieira.

## RESUMO

PAGLIOSA, Eduardo Stefani. Metodologias de análise dialélica como critério para a seleção de genitores de trigo. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Fitotecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2012.

Na condução de um programa de melhoramento de plantas, questiona-se qual a melhor estratégia de seleção de genitores para a obtenção de populações segregantes com um maior número de recombinantes superiores. Conhecimentos que venham contribuir para o aperfeiçoamento deste processo são importantes. Desta forma, o objetivo deste trabalho estimar as capacidades gerais de combinação (CGC) e capacidades específicas de combinação (CEC) através de metodologias tradicionais e inovadoras, buscando maximizar a eficiência de seleção de genitores e combinações híbridas de trigo. Na safra agrícola de 2010, foram realizadas as hibridações entre seis genótipos de trigo (CD 150, CD 113, CD 117, BRS Pardela, Fundacep Cristalino e IPR 85), com base no modelo dialélico completo, sem os recíprocos. Na safra agrícola de 2011, as 15 populações  $F_2$  e os seis genitores foram avaliados em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram compostas por cinco fileiras de três metros de comprimento, com espaçamento de 0,20 metros entre fileiras e uma densidade de 300 sementes por metro quadrado. A adubação de base foi de 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (5-20-20) e mais 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio aplicado no início do aphilamento. As CGC e CEC foram mensuradas através de quatro metodologias: a) método 2, modelo B de Griffing (1956); b) análise de capacidade de combinação multivariada; c) REML/BLUP; e d) GGE Biplot. As metodologias dialélicas de Griffing (1956), REML/BLUP e GGE Biplot corroboraram entre si, na grande maioria dos casos, quanto à indicação da CGC e CEC das combinações híbridas avaliadas. Para a maior parte dos caracteres avaliados, as estimativas de CGC e CEC obtidas pelas Griffing (1956) e REML/BLUP foram positivamente associadas com as médias observadas e previstas. A análise dialélica multivariada foi eficiente na indicação de genitores e cruzamentos promissores, em função da capacidade geral e específica de combinação, mensurada conjuntamente para os caracteres avaliados. A utilização conjunta das metodologias testadas possibilitou uma maior segurança na indicação dos melhores genitores e combinações híbridas. Os resultados da metodologia pioneira de Griffing (1956) foram complementados pela REML/BLUP, que forneceu os resultados em função de valores genotípicos, e pela análise multivariada, que possibilitou informações úteis à seleção simultânea dos caracteres avaliados. Adicionalmente, a análise gráfica através da metodologia GGE Biplot gerou informação resumida e permitiu uma melhor interpretação comparativa do desempenho dos genitores e combinações híbridas.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, capacidade geral e específica de combinação, análise dialélica multivariada, REML/BLUP, GGE biplot.



## ABSTRACT

PAGLIOSA, Eduardo Stefani. Diallel analysis methodologies as a criterion for selection of parents of wheat. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Fitotecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2012.

By conducting a program of plant breeding, it's questioned "what's the best strategy for selecting genitors to obtain segregating populations with a greater number of superior recombinants". Knowledge which will contribute to the improvement of this process is important. Thus, this study aimed to estimate the general combining abilities (GCA) and specific combining ability (SCA) through traditional and innovative methodologies in order to maximize the efficiency of parental selection and hybrid combinations of wheat. In the agricultural season of 2010, there were six hybridizations between wheat genotypes (CD 150, CD 113, CD 117, BRS Pardela, Fundacep Cristalino e IPR 85), based on the model complete diallel without reciprocals. In crop year 2011, the 15 populations F2 and six genitors were evaluated in experimental design of randomized complete block design with three replications. Each plot consisted of five rows of three meters in length, spaced 0.20 meters between rows and a density of 300 seeds per square meter. The fertilizer was 350 kg ha<sup>-1</sup> NPK (5-20-20) and 60 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen applied at the beginning of tillering. The GCA and SCA were measured by four methods: a) method 2, model B of Griffing (1956) b) combining ability analysis of multivariate c) REML / BLUP and d) GGE Biplot. The methodologies diallel Griffing (1956), REML / BLUP and GGE Biplot corroborate each other, in most cases, the indication of the GCA and SCA of hybrid combinations evaluated. For most traits, estimates of GCA and SCA obtained by Griffing (1956) and REML / BLUP were positively associated with the average observed and predicted. The multivariate diallel analysis was effective in parents and crosses indicate promising, according to the general ability and specific combining, measured jointly for all the traits. The joint use of tested methodologies enabled a safer indication of the best parents and hybrid combinations. The results of the pioneered methodology by Griffing (1956) were complemented by RELM / BLUP, which gave the results in terms of genotypic values, and multivariate analysis, useful information that allowed the simultaneous selection of characters. Additionally, the graphical analysis using the methodology GGE Biplot generated summary information and allowed a better interpretation of the comparative performance of parental lines and hybrid combinations.

**Keywords:** *Triticum aestivum*, .General and specific combining ability, diallel analysis multivariate, REML/BLUP, GGE biplot.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Análise dialélica pelo GGE Biplot de seis genitores de trigo. A) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para número de afilhos férteis (NAF). B) Melhores cruzamentos para número de afilhos férteis (NAF). C) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para número de grãos por planta (NG). D) Melhores cruzamentos para número de grãos por planta (NG). E) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para número de espiguetas por planta (NE). F) Melhores cruzamentos para número de espiguetas por planta (NE). .....50
- Figura 2. Análise dialélica pelo GGE Biplot de seis genitores de trigo. A) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa da espiga, em gramas (ME). B) Melhores cruzamentos para massa da espiga, em gramas (ME). C) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa de grãos por planta, em gramas (MG). D) Melhores cruzamentos para massa de grãos por planta, em gramas (MG). E) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa do hectolitro (MH). F) Melhores cruzamentos para massa do hectolitro (MH). .....51
- Figura 3. Análise dialélica pelo GGE Biplot de seis genitores de trigo. A) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa de mil grãos (MMG). B) Melhores cruzamentos para massa de mil grãos (MMG). C) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para rendimento de grãos por hectare (RG). D) Melhores cruzamentos para rendimento de grãos por hectare (RG).....52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos caracteres agrônômicos de seis genitores de trigo.....	26
Tabela 2. Genótipos de trigo e suas respectivas genealogias. ....	26
Tabela 3. Análise da variância univariada (ANOVA) para os caracteres número de afilhos férteis por metro linear (NAF), número de grãos por planta (NG), número de espiguetas por planta (NE), massa da espiga, em gramas (ME), massa de grãos por planta, em gramas (MG), massa do hectolitro (MH), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos por hectare (RG) de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> . ....	31
Tabela 4. Quadrados médios da análise de variância univariada (ANOVA) e análise da capacidade geral e específica de combinação por Griffing (1956), resumo de análise de variância multivariada e correlação de Pearson entre caracteres e os três primeiros componentes principais (CP1, CP2 e CP3), para oito caracteres do trigo.....	33
Tabela 6. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para número de grãos por planta (NG) de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....	38
Tabela 7. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para número de espiguetas por planta (NE) de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP. ....	39
Tabela 8. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa da espiga, em gramas (ME), de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP. ....	40
Tabela 9. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa de grãos por planta, em gramas (MG), de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....	41
Tabela 10. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa do hectolitro (MH) de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....	42
Tabela 11. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa de mil grãos (MMG) de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....	43
Tabela 12. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para rendimento de grãos por hectare (RG) de seis genitores de trigo e seus 15 F <sub>2</sub> , através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....	44
Tabela 13. Correlação de Pearson entre as capacidades de combinação e correlação entre a média observada e predita (REML/BLUP) com a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para número de afilhos férteis por metro linear (NAF), número de grãos por planta (NG)	

e número de espiguetas por planta (NE), mensuradas pelas análises dialélicas de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP. ....45

Tabela 14. Correlação de Pearson entre as capacidades de combinação e correlação entre a média observada e predita (REML/BLUP) com a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para massa da espiga, em gramas (ME), massa de grãos por planta, em gramas (PG) e massa do hectolitro (MH), mensuradas pelas análises dialélicas de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....46

Tabela 15. Correlação de Pearson entre as capacidades de combinação e correlação entre a média observada e predita (REML/BLUP) com a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos por hectare (RG), mensuradas pelas análises dialélicas de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.....47

## LISTA DE SIGLAS

PR	Unidade da Federação – Paraná
BLUP	Melhor Predição Linear Não Viciada
C.V.	Coefficiente de Variação
CEC	Capacidade Específica de Combinação
CGC	Capacidade Geral de Combinação
CP1	Componente Principal 1
CP2	Componente Principal 2
CP3	Componente Principal 3
F.V.	Fontes de Variação
G.L.	Graus de Liberdade
GGE	Genotype and Genotype-by-Environment
NAF	Número de Afilhos Férteis
NE	Número de Espigas
NG	Número de Grãos
ME	Massa da Espiga
MG	Massa dos Grãos
MH	Massa do Hectolitro
MMG	Massa de Mil Grãos
REML	Máxima Verossimilhança Restrita
RG	Rendimento de Grãos

## LISTA DE ABREVIATURAS

F. Cristalino	Fundacep Cristalino
kg hL <sup>-1</sup>	Quilogramas por Hectolitro
kg ha <sup>-1</sup>	Quilogramas por Hectare

## LISTA DE ACRÔNIMOS

ANOVA  
CONAB  
IAPAR

Análise da Variância  
Companhia Nacional de Abastecimento  
Instituto Agrônômico do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

m	Metros
%	Porcentagem
*	Significativo a 5% de probabilidade
**	Significativo a 1% de probabilidade



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 Revisão de literatura</b> .....	<b>20</b>
2.1 A cultura do trigo .....	20
2.2 Escolha de genitores .....	20
2.3 Métodos de análise dialélica .....	21
2.3.1 Griffing (1956) .....	21
2.3.2 Capacidade de combinação multivariada .....	22
2.3.3 RELM/BLUP .....	23
2.3.4 GGE Biplot .....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
3.1 Localização do campo experimental .....	25
3.2 Caracterização do experimento .....	25
3.3 Caracterização do experimento a campo .....	27
3.4 Análise dos dados .....	27
3.4.1 Análise de Griffing (1956) .....	28
3.4.2 Capacidades de combinação multivariada .....	28
3.4.3 Análise REML/BLUP .....	29
3.4.4 Análise GGEbiplot .....	29
3.4.5 Correlações .....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>31</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é considerado uma das culturas mais importantes para a alimentação humana, devido ao fato de ser matéria prima de diversas formas de alimento e ser uma das únicas culturas de grande área que pode ser implantada após a cultura de verão.

Na condução de um programa de melhoramento de plantas, um dos desafios é identificar os melhores genitores, visando à obtenção de populações segregantes com um maior número de recombinantes superiores. Conhecimentos estatístico-biométricos que venham contribuir para o aperfeiçoamento deste processo são fundamentais para a continuidade do progresso de seleção na cultura do trigo.

Os melhores genitores de trigo são aqueles que apresentam maior probabilidade de fornecer progênes superiores, que combinem elevada produtividade de grãos e os demais caracteres adaptativos importantes para a cultura (BENIN et al., 2009). Entretanto, as principais dificuldades encontradas no melhoramento genético são o conhecimento e a caracterização dos genitores, que poderão ser utilizados em blocos de cruzamentos.

Utilizada para prever a capacidade de combinação entre genótipos, a análise de cruzamentos dialélicos, proposta por Sprague & Tatum (1942), levanta parâmetros para a escolha dos melhores genitores e combinações híbridas. Permitem a identificação de genitores baseado em seus próprios valores genéticos e, principalmente, nas suas capacidades de se combinarem em híbridos que produzem populações segregantes promissoras (CANÇADO et al., 2002; GONÇALVES-VIDIGAL et al., 2008). Nesse contexto, a seleção de genitores pode ser realizada com base na capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), e assim permitir a seleção das melhores combinações ainda em gerações iniciais, e auxiliar na escolha de genitores com melhor capacidade de combinação em cruzamentos futuros (KUREK et al., 2001; KASHIF & KHALIQ, 2003).

Existem vários métodos usados na análise de cruzamentos dialélicos, sendo o método de Griffing (1956), o mais empregado (VIANA, 2000; PFANN et al., 2009). Esta análise estima os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da CGC,

em função da concentração de genes predominantemente aditivos, e da CEC, resultante da concentração de genes de efeito não aditivo (FRANCO et al., 2001). A análise dialélica de Griffing (1956) tem sido uma metodologia eficientemente utilizada na seleção de genitores de trigo (ABATE & MC KENDRY, 2010; FARSHADFAR et al., 2010; KUMAR et al., 2011; YÜCEL et al., 2011).

Outra metodologia que merece destaque é a REML/BLUP, que permite a estimação dos componentes de variância por máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição de valores genéticos pela melhor predição linear não viciada (BLUP) (RESENDE, 2002a). Os preditores BLUP e estimadores REML são utilizados em várias situações, associadas a diferentes delineamentos experimentais, bem como em delineamentos mais complexos, como é o caso da análise dialélica, pois permitem inferências sobre os efeitos aditivos (capacidade geral de combinação), efeitos de dominância e da capacidade específica de combinação, bem como considera os efeitos dos tratamentos como aleatórios, o que é essencial ao melhoramento genético (RESENDE et al., 2001; RESENDE, 2004).

Nas metodologias dialélicas de Griffing (1956) e REML/BLUP, os caracteres são analisados isoladamente, o que gera dificuldades no melhoramento genético do trigo, pois, diversos caracteres precisam ser melhorados simultaneamente. Desta forma, a análise da capacidade de combinação, feita isoladamente para vários caracteres, pode não ser suficiente, pois, não considera as correlações existentes entre caracteres e, os mesmos precisam ser melhorados simultaneamente (JUNG et al., 2007; SILVA et al., 2008; BENIN et al., 2009). Dentre as metodologias recentes, uma alternativa é a utilização da análise dialélica multivariada, que permite combinar múltiplas informações obtidas na unidade experimental, facilitando a seleção e possibilitando a discriminação das populações mais promissoras, principalmente no contexto genético (JUNG et al., 2007; SILVA et al., 2008).

A utilização de técnicas multivariadas aliada a análises gráficas, em complemento e/ou substituição a análises univariadas, facilita a observação das interações complexas que envolvem os dados de pesquisa agrônômica (MA et al., 2004; SABAGHNIA; DEHGHANI; SABAGHPOUR, 2008), permitindo uma melhor interpretação, através da geração de informação resumida (SENA et al., 2002). Nesse sentido, a análise GGE biplot (genotype and genotype-by-environment) possibilita inferências quanto o desempenho da CGC e CEC, com facilidade na

visualização dos dados (YAN & HUNT, 2002; BERTOIA et al., 2006; KHALIL et al., 2010).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estimar a capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) de genitores de trigo, por meio de metodologias tradicionais e inovadoras, buscando maximizar a eficiência de escolha de genitores e seleção de combinações híbridas promissoras.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais de maior importância econômica mundial, com em torno de 700 milhões de toneladas produzidas em 2011 (FAO, 2012). É um importante cereal, para o Estado do Paraná, pela necessidade de ocupação das áreas durante o período de inverno e pela falta de outras culturas como opções para o período. O trigo paranaense em relação a o trigo oriundo do Rio Grande do Sul e da Argentina possui a vantagem de ser colhido antes possibilitando ser comercializado antecipadamente, garantindo melhores preços, assim como ter a favor sua proximidade com a Região Sudeste, maior centro consumidor e de processamento do país, o que possibilita o escoamento da safra com custos de transporte menores (BRUM & MULLER, 2008).

Segundos dados da CONAB (2012), a área cultivada com o trigo no Estado do Paraná, na safra agrícola de 2011, foi de 1,042 milhões de hectares, com produtividade de 2.399 kg ha<sup>-1</sup>, totalizando uma produção de 2,5 milhões de toneladas. No Brasil, a área cultivada foi em torno de 2,13 milhões de hectares, com produtividade de 2.547 Kg ha<sup>-1</sup>, totalizando uma produção de 5,413 milhões de toneladas.

### 2.2 ESCOLHA DE GENITORES

A obtenção de populações segregantes com media elevada e alta variabilidade genética para os caracteres preconizados depende da seleção adequada dos genitores (MACHADO; SANTOS; NUNES, 2000). O grande desafio é justamente reunir em um só genótipo a maior frequência possível de alelos favoráveis oriundos das diferentes fontes (LORENCETTI et al., 2006a; PASSOS et al., 2010). Desta forma, fica evidente que o sucesso de qualquer programa de melhoramento depende da escolha de genitores, a qual deve ser embasada em

informações de magnitude dos efeitos genéticos que controlam os caracteres de interesse econômico (PATEL et al., 1998).

Há várias metodologias que podem ser utilizadas para se elevar a probabilidade de obtenção de populações segregantes promissoras, que podem elevar as chances de obtenção de ganhos genéticos (COSTA et al., 2006; LORENCETTI et al., 2006b). Dentre estas técnicas, destaca-se a análise dialéctica (ANTUNES et al., 1998; BARBIERI et al., 2001; ENGELSING et al., 2011).

## 2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DIALÉCTICA

O trabalho de Sprague & Tatum (1942) foi um dos primeiros a propor um modelo de análise para os cruzamentos dialécticos. Os autores utilizaram as expressões capacidade geral de combinação (CGC) para designar características devidas aos efeitos genéticos aditivos, além dos efeitos epistáticos aditivos x aditivos, e capacidade específica de combinação (CEC) para os efeitos dominantes e epistáticos (BASAL et al., 2011; LU & MYERS, 2011; ZENG; MEREDITH JR; BOYKI, 2011). Os diferentes modelos de análise dialéctica possibilitam estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres, maximizando a eficiência na obtenção de genótipos superiores (HAYMAN, 1954; GRIFFING, 1956; KASHIF & KHALIQ, 2003).

Entre as metodologias de análise dialéctica mais comumente utilizadas, destacam-se as propostas por Griffing (1956) e por Gardner e Eberhart (1966), entretanto, os modelos de Sprague e Tatum (1942) e Hayman (1954) também podem ser empregados (LIMA et al., 2003).

### 2.3.1 Griffing (1956)

Dentre os métodos pioneiros, o de Griffing (1956) é o mais amplamente utilizado, principalmente em função da sua generalidade, uma vez que os parentais podem ser linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, considerando-se ainda as facilidades de análise e interpretação (VIANA, 2000). Esse método gera informações a respeito da CGC dos genitores, em

função da concentração de genes predominantemente aditivos, e da CEC, decorrente da concentração de genes basicamente de efeitos não aditivos.

O modelo de Griffing (1956) tem sido amplamente utilizado em diferentes culturas: girassol (MACHIKOWA; SAETANG; FUNPENG, 2011), feijão (TRINDADE et al., 2011), milho (ZARE et al., 2011), milho doce (SRDIĆ et al., 2011), milho pipoca (SANCHES et al., 2011), soja (CRUZ et al, 2011), tomateiro (ELSAYED et al, 2011), algodão (LU & MYERS, 2011), trigo (FARSHADFAR et al., 2011; MALLA et al., 2011; YÜCEL et al., 2011), dentre outras. Esta metodologia, embora amplamente utilizada, tem como desvantagem o fato de ser uma análise univariada (JUNG et al., 2007; LEDO et al., 2003), onde as diversas variáveis mensuradas são analisadas isoladamente.

### 2.3.2 Capacidade de combinação multivariada

Na seleção de genitores, os melhoristas necessitam avaliar vários caracteres para melhor inferir sobre a superioridade relativa dos mesmos. Na aplicação de técnicas biométricas, o que se utiliza normalmente é a análise univariada (SILVA et al., 2008). Entretanto, a análise de caracteres agronômicos, isoladamente, pode não ser suficiente para modelar o fenômeno, pois não consideram as correlações existentes (LEDO et al., 2003; JUNG et al., 2007).

Na seleção de genitores, os melhoristas de plantas necessitam avaliar o desempenho vários caracteres, para melhor inferir sobre a superioridade relativa dos genitores e populações segregantes. A utilização da análise multivariada permite combinar as múltiplas informações dos parâmetros avaliados, contidas na unidade experimental, de modo que facilite a execução da seleção com base na combinação de variáveis, possibilitando discriminar as populações mais promissoras (YAN & HUNT, 2002; LEDO et al., 2003; JUNG et al., 2007; SILVA et al., 2008).

A análise multivariada gera informações detalhadas para a identificação dos melhores genitores e combinações híbridas, bem como possibilita decidir, para as gerações subsequentes, quais cruzamentos apresentarão maiores chances de progresso genético para a seleção simultânea de caracteres (BENIN et al., 2009). Nascimento et al. (2010), que avaliaram a capacidade combinatória de linhagens de pimentão através da análise dialélica proposta por Gardner e Eberhart

(1966) e análise multivariada, observaram que a extensão multivariada da análise dialética mostrou resultados complementares ao da análise univariada, com a vantagem de associar várias características simultaneamente na seleção.

### 2.3.3 RELM/BLUP

O procedimento BLUP (melhor predição linear não viciada) consiste na predição de valores genéticos dos efeitos aleatórios do modelo estatístico, associado às observações fenotípicas, ajustando-se os dados aos efeitos fixos, por meio de metodologia de modelos mistos (ROCHA et al., 2007). A predição do BLUP presume o conhecimento dos verdadeiros valores dos componentes de variância (GARCIA & NOGUEIRA, 2005), entretanto, isso não é possível, via equações de modelos mistos. Neste caso, dentre os principais procedimentos para estimação dos componentes de variância, destaca-se o de máxima verossimilhança restrita (REML), proposto por Patterson e Thompson (1971) e descrito por Lopes et al. (1998).

As principais vantagens práticas do REML/BLUP são: permite comparar indivíduos ou variedades através do tempo (gerações, anos) e espaço (locais, blocos); permite a correção dos efeitos ambientais; estimação dos componentes da variância e predição de valores genéticos; permite lidar com estruturas complexas de dados (medidas repetidas, diferentes anos, locais e delineamentos); e pode ser aplicado a dados desbalanceados e a delineamentos não ortogonais (RESENDE, 2004). A aleatoriedade dos efeitos genotípicos é uma das principais vantagens da metodologia REML/BLUP (RESENDE et al., 2001; YANG, 2007), pois, é a única forma de se fazer seleção genética, caso contrário, se o efeito dos tratamentos forem fixo, faz-se seleção fenotípica (RESENDE, 2004; BORGES et al, 2010), ou seja, com influenciados efeitos do ambiente.

### 2.3.4 GGE Biplot

A análise GGE Biplot tem por objetivo de representar graficamente uma matriz de dados, a qual permita visualizar, em um gráfico bidimensional as relações



e inter-relações entre as linhas e colunas (YAN et al., 2000). Esta técnica é bastante útil, pois o gráfico pode indicar a existência de agrupamentos, assim como mostrar as variâncias e correlações entre as variáveis (CÁRDENAS; GALINDO; VICENTE-VILLARDÓN, 2007).

A abordagem Biplot de dados dialélicos permite um melhor conhecimento dos genitores, uma vez que, para um determinado conjunto de dados, podem-se observar informações como: o efeito da CGC de cada genitor, o efeito da CEC de cada um dos genótipos, o melhor cruzamento e a formação de grupos heterótico (YAN & HUNT, 2002; ROOZEBOOM et al., 2008). Além disso, uma das principais vantagens da utilização dos gráficos Biplot é a facilidade de visualização e interpretação dos resultados, bastando observar os sinais dos escores, onde escores de mesmo sinal interagem positivamente (YAN & HUNT, 2002; BERTOIA; LÓPEZ; BURAK, 2006;).

A desvantagem da abordagem dialélica biplot é a falta de uma medida de incerteza. Se os dois genitores estão localizados próximos um do outro, no Biplot, tem-se a indicação que ambos possuem comportamentos geneticamente similares. Entretanto, não se pode quantificar a diferença entre os mesmos. Além disso, não se pode ter certeza se os dois genitores são significativamente diferentes. Portanto, as estatísticas convencionais, tais como a análise da significância da CGC e CEC são necessárias (YAN & KANG, 2003).

Em uma pesquisa comparando a metodologia proposta por Griffing (1956) e a metodologia GGE biplot, em um dialélio na cultura do girassol, Darvishzadeh et al. (2009) observaram que ambas as metodologias indicaram a linhagem M6-54-1 com a maior CGC e concluíram que a metodologia GGE biplot foi uma excelente ferramenta, principalmente, em função da facilidade da visualização comparativa do desempenho dos genitores e combinações híbridas. Há diversos estudos que indicam que a análise dialélica pelo método de Griffing (1956) e GGE Biplot produzem resultados similares e/ou se complementam no sentido de gerar informações úteis ao melhorista (BHATNAGAR; BETRAN; ROONEY, 2004; MALLA et al., 2010; BOĆANSKI et al., 2011).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DO CAMPO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Agronomia, pertencente à instituição UTFPR, Campus de Pato Branco, situada a 26°09'56" de latitude Sul e 52°42'21" de longitude Oeste, apresentando a altitude média de 700 metros, estando localizada na zona tritícola F (IAPAR, 2007). O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, textura argilosa, álico (BHERING et al., 2008). O clima predominante é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen (MAACK, 1968).

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Na safra agrícola de 2010, seis genitores de trigo (CD 150, CD 113, CD 117, BRS Pardela, Fundacep Cristalino e IPR 85) foram hibridados com base no modelo dialélico completo, sem os recíprocos. Tais genitores foram escolhidos por terem sido recentemente disponibilizados para cultivo, apresentarem elevado potencial produtivo e serem contrastantes para diversos caracteres agronômicos (Tabela 1) e, também, por apresentarem genitores distintos em suas genealogias (Tabela 2).

Tabela 1. Descrição dos caracteres agrônômicos de seis genitores de trigo.

CARACTERES	GENITORES					
	CD 150	CD 113	CD 117	BRS Pardela	Fundacep Cristalino	IPR 85
D.E.F.*	66	67	72	S.I.**	86	57
D.E.M.	122	123	125	S.I.	140	112
Densidade plantas (m <sup>2</sup> )	300 - 350	275 - 350	300 - 350	S.I.	300 - 330	300 - 350
Estatura (cm)	68	66	75	S.I.	90	72
Germinação na espiga	M.R. a M.S.	M.S.	M.R. a M.S.	S.I.	S.I.	M.R.
Classe (W)	Melhorador	Pão	Pão	Melhorador	Melhorador	Melhorador
W	375	259	275	S.I.	S.I.	355
M.M.S.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	25	37
ACAM.	M.R.	M.R.	M.R.	M.R.	M.R.	M.S.
REAÇÃO AS DOENÇAS						
Ferrugem da folha	M.R.	M.R.	M.S.	R.	M.R.	M.S.
Ferrugem do colmo	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	M.S.
Giberela	S.	S.	M.S.	S.I.	M.S.	S.I.
Oídio	M.S.	S.	M.S.	R.	S.	M.R.
Manchas	M.S.	M.S.	M.S.	M.R.	M.S.	M.S.
V.N.A.C.	S.I.	M.R.	S.I.	S.I.	M.S.	S.I.
Brusone	S.I.	S.I.	S.I.	M.R.	S.I.	M.R. a M.S.

\*D.E.F.: Dias da emergência ao florescimento; D.E.M.: Dias da emergência a maturação fisiológica; W: Força de glúten; M.M.S: Massa de mil sementes e, gramas; ACAM. Reação ao acamamento; V.N.A.C.: Vírus no nanismo amarelo da cevada. \*\* S.I.: Sem informação; R.; Resistente; M.R: Moderadamente resistente. M.S.; Moderadamente sensível; S.: Sensível.

Tabela 2. Genótipos de trigo e suas respectivas genealogias.

Genótipo	Genealogia*
CD 150	CD 104/CD 108
CD 113	EMBRAPA 27/OC 946
CD 117	PF 87373/OC 938
BRS Pardela	BR 18/PF 9099
Fundacep Cristalino	BR 35/CEP 9291/4/BR 23/3/CNO 79/PF 70354/MUS
IPR 85	IAPAR30/BR18

\* simbologia semelhante à proposta por PURDY et al. (1968).

As hibridações artificiais foram realizadas em casa de vegetação para a obtenção da geração F<sub>1</sub>, durante a estação fria de 2010. Cem (100) sementes de cada cruzamento foram semeadas em casa de vegetação para avanço de geração. As populações F<sub>2</sub> foram obtidas pela autofecundação de plantas F<sub>1</sub> durante o verão

de 2010/2011. Após a colheita, as sementes de plantas  $F_2$  foram conservadas em geladeira para serem semeadas no período de inverno.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO A CAMPO

Na safra agrícola de 2011, as quinze populações  $F_2$  e os seis genitores foram implantados em delineamento de blocos completos casualizados, com três repetições. O experimento foi instalado a campo na área experimental da UTFPR, dia 18 de junho de 2011, época recomendada para a semeadura de trigo no município de Pato Branco – PR. As parcelas foram compostas por cinco fileiras de 3 m de comprimento e espaçamento de 0,20 m entre fileiras, com densidade de 300 sementes por metro quadrado. A adubação de base foi de  $350 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK (5-20-20) e mais  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio, na forma de uréia, aplicado no início do afilhamento.

Foram avaliados os seguintes caracteres: número de afilhos férteis (NAF), avaliado por meio da contagem de afilhos em um metro linear, aferido a campo; número de grãos por planta (NG), número de espiguetas por planta (NE), massa da espiga, em gramas (ME) e massa de grãos por planta, em gramas (MG), aferidos através da média de cinco espigas colhidas de forma aleatória em cada parcela; massa de mil grãos em gramas (MMG), estimada a partir da mensuração da massa de 200 grãos, sendo realizadas três contagens por unidade experimental, e extrapolada para mil grãos; massa do hectolitro em  $\text{kg hL}^{-1}$  (MH) e rendimento de grãos, determinado pela colheita e trilha de todas as plantas da parcela, transformado em  $\text{kg ha}^{-1}$  (RG).

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Primeiramente os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors, que verifica a normalidade da distribuição dos erros (CAMPOS, 1983) e ao teste de Bartlett, que verifica a homogeneidade das variâncias residuais entre os tratamentos (STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997).

### 3.4.1 Análise de Griffing (1956)

Na análise dialéctica de Griffing (1956) foi utilizado o método 2, modelo B, sendo o modelo:

$$Y_{ij} = m + G_i + G_j + S_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$ : média experimental

$m$ : efeito da média geral;  $G_i$  e  $G_j$ : e: efeitos da CGC associados ao  $i$  e  $j$ -ésimo genitor;

$S_{ij}$  : efeito da CEC entre os genitores  $i$  e  $j$ ;

$e_{ij}$ : erro aleatório médio associado ao tratamento de ordem  $ij$ .

O aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2006) foi utilizado na análise dos dados.

### 3.4.2 Capacidades de combinação multivariada

Primeiramente, as análises dialécticas, para cada um dos caracteres avaliados, foram efetuadas de forma univariada, utilizando a metodologia de Griffing (1956). As análises por componentes principais foram realizadas com uso da metodologia descrita por Cruz & Regazzi (1997). De acordo com Cruz (2006), para uma interpretação satisfatória da variabilidade manifestada entre génotipos, é necessário que os componentes principais permitam estimativas mínimas de 80% da variação total contida no conjunto de caracteres analisado. Após a determinação do número de componentes principais, que envolveram um mínimo de 80% da variação disponível, foram estimados os escores para cada componente principal e sua importância relativa.

Em seguida, realizou-se a análise dialéctica dos escores dos componentes principais, onde se obteve as capacidades combinatórias para cada componente, de acordo com a metodologia proposta por Ledo et al. (2003). A hipótese de igualdade dos efeitos genéticos da análise dialéctica multivariada foi avaliada pelo teste de Wilks, com uso da aproximação  $F$  (HARRIS, 1975). Os

caracteres mais importantes na determinação dos componentes principais foram identificados por meio da correlação de Pearson entre os componentes principais e a média dos caracteres.

### 3.4.3 Análise REML/BLUP

Foi utilizado o modelo número 36, com blocos completos, uma planta por parcela e genitores não aparentados (RESENDE, 2002a), cujo modelo matemático é expresso por:

$$Y = Xr + Za + Wf + e$$

Em que:

Y: é o vetor de dados;

r: é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;

a: é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios);

f: é o vetor dos efeitos de dominância de família de irmãos germanos (aleatórios);

e: é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

O aplicativo Selegen (RESENDE, 2002b) foi utilizado na análise dos dados.

### 3.4.4 Análise GGEbiplot

Na análise dialélica pelo método GGE Biplot (genotype and genotype-by-environment), os termos “média do caractere e estabilidade” são análogos a CGC dos genitores e a CEC dos cruzamentos, respectivamente (YAN & HUNT, 2002). Os valores médios dos genitores e populações F<sub>2</sub> foram utilizados para gerar uma

matriz dialélica. Segundo Yan & Kang (2003), os componentes principais PC1 e PC2 representam os efeitos da CGC dos pais e CEC dos cruzamentos, respectivamente.

A análise dialélica GGE foi implementada com base no modelo descrito por Yan & Kang (2003):

$$\hat{Y}_{ij} - \mu - \beta_j = g_{i1}e_{1j} + g_{i2}e_{2j} + \varepsilon_{ij}.$$

Onde:

$Y_{ij}$  é o valor esperado do cruzamento entre a entrada  $i$  e  $j$  testador;

$\mu$  é a média geral;

$\beta_j$  é o principal efeito do  $j$  testador;

$g_{i1}$  e  $e_{1j}$  são chamados efeitos primários para a entrada  $i$  e teste  $j$ , respectivamente;

$g_{i2}$  e  $e_{2j}$  são os efeitos secundários para a entrada  $i$  e  $j$  testador;

$\varepsilon_{ij}$  o resíduo não explicado pelos efeitos primários e secundários.

O aplicativo GGE Biplot (YAN et al., 2000), foi utilizado na análise dos dados.

### 3.4.5 Correlações

A associação entre a CGC e CEC, estimadas através das metodologias de Griffing (1956), REML/BLUP e análise dialélica multivariada, com as médias observadas e preditas dos caracteres avaliados, foi estimada através da correlação de Pearson. Da mesma forma, foi avaliada a associação entre os valores de CGC e CEC obtidos através das diferentes metodologias.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve a necessidade de transformação dos dados em função de apresentarem normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade das variâncias. A análise de variância univariada revelou diferenças significativas entre os tratamentos (genitores e populações  $F_2$ ) para número de afilhos férteis (NAF), número de grãos por planta (NG), número de espiguetas por planta (NE), massa da espiga (ME), massa de grãos por planta (MG), massa do hectolitro (MH), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) (Tabela 3), o que indica que os genitores e suas respectivas combinações híbridas são contrastantes. Os baixos coeficientes de variação (C.V.) observados em todos os caracteres avaliados confirmam a alta confiabilidade dos dados.

Tabela 3. Análise da variância univariada (ANOVA) para os caracteres número de afilhos férteis por metro linear (NAF), número de grãos por planta (NG), número de espiguetas por planta (NE), massa da espiga, em gramas (ME), massa de grãos por planta, em gramas (MG), massa do hectolitro (MH), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos por hectare (RG) de seis genitores de trigo e seus 15  $F_2$ .

F.V.	G.L.	Quadrados Médios / Caracteres							
		NAF	NG	NE	ME	MG	MH	MMG	RG
Blocos	2	177,63	24,88	0,006	0,084	0,073	0,62	5,24	268955,1
Tratamentos	20	1997,79**	44,26**	1,632**	0,164**	0,123**	10,82**	51,61**	548214**
Resíduo	40	100,48	12,51	0,177	0,017	0,020	1,68	2,03	101030
Média		111,08	41,68	17,09	2,25	22,41	75,66	36,39	4794,25
C.V.(%)		9,03	8,50	2,47	5,90	4,59	1,72	3,91	6,63

F.V.: fontes de variação; G.L.: graus de liberdade; C.V.: coeficiente de variação. <sup>NS</sup>: Não significativo.

\* e \*\*: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A análise da variância univariada do modelo de Griffing (1956) revelou efeitos significativos da capacidade específica de combinação e da capacidade geral de combinação (CGC) para todos os caracteres avaliados (Tabela 4). Este resultado corroboram com os obtidos por Ribeiro et al. (2011a) que observaram significância da CGC para os caracteres número de afilhos por planta, número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga e massa de mil grãos, entretanto, não observaram significância estatística para capacidade específica de combinação (CEC), para os mesmos caracteres. Da mesma forma, Awan, Malik e Siddique



(2005), observaram significância apenas para CGC, para os caracteres número de filhos, grãos por espiga, massa de mil grãos e rendimento de grãos por planta.

Para todos os caracteres avaliados, os valores dos quadrados médios da CGC foram superiores quando comparados a CEC (Tabela 4), o que demonstra maior contribuição dos efeitos gênicos aditivos para os caracteres estudados, o que também foi confirmado por outros autores (FRANCO et al., 2001; BASTOS et al., 2003; HALL & VAN SANFORD, 2003; DAĞÜSTÜ, 2008). Para os caracteres com predominância da ação gênica aditiva, pode-se obter sucesso com a seleção aplicada nas gerações iniciais. Por outro lado, se não houver ação gênica aditiva presente, a seleção deve ser feita nas gerações avançadas (GELETA & LABUSCHAGNE, 2006).

A análise da variância multivariada do modelo de Griffing (1956) revelou efeitos significativos da CGC e da CEC para todos os caracteres avaliados (Tabela 4). Efeitos significativos da CGC e CEC através da análise dialélica multivariada também foram observados por Jung et al. (2007) em maracujazeiro-doce, Silva et al. (2008) em batata e Benin et al. (2009) em trigo. Este resultado indica que os genitores de trigo utilizados no presente estudo apresentam genes complementares e que os caracteres podem ser considerados conjuntamente na análise dialélica. Nesta análise, os três primeiros componentes, componente principal 1 (CP1), componente principal 2 (CP2) e componente principal 3 (CP3), foram responsáveis por 44, 23 e 13% da variação total do conjunto de caracteres avaliados, respectivamente, totalizando 80%. De acordo com Cruz (2006), para uma interpretação satisfatória da variabilidade manifestada entre genótipos, é necessário que os componentes principais permitam estimativas mínimas de 80% da variação total contida no conjunto de caracteres analisado.

A análise de CPs indica quais caracteres estão mais relacionados a cada componente principal (LEDO et al., 2003), e possibilita inferências acerca da magnitude e da direção da associação dos efeitos gênicos e progresso genético. O CP1 apresentou associação positiva e de elevada magnitude com ME (0,92), MG (0,91), NE (0,71), RG (0,61), NG (0,61), e MH (0,58). O CP2 apresentou associação negativa e de elevada magnitude com NG (-0,66) e NAF (-0,45) e positiva com MMG (0,74) e MH (0,63). O CP3 apresentou associação positiva e de elevada magnitude apenas com NAF (0,82). Neste caso, se o objetivo for à melhoria de NG, NE, ME, MG, e RG, os cruzamentos de melhor capacidade específica de combinação

deverão ser escolhidos em relação ao CP1. Entretanto, para a melhoria dos caracteres MH e MMG, os cruzamentos deverão ser escolhidos em relação ao CP2, e para a melhoria do NAF, em relação ao CP3.

Tabela 4. Quadrados médios da análise de variância univariada (ANOVA) e análise da capacidade geral e específica de combinação por Griffing (1956), resumo de análise de variância multivariada e correlação de Pearson entre caracteres e os três primeiros componentes principais (CP1, CP2 e CP3), para oito caracteres do trigo.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios / Caracteres / Griffing							
		NAF <sup>(1)</sup>	NG	NE	ME	MG	MH	MMG	RG
Blocos	2	177,63	24,88	0,006	0,084	0,073	0,62	5,24	268955,1
Tratamentos <sup>(2)</sup>	20	1997,79**	44,26**	1,632**	0,164**	0,123**	10,82**	51,61**	548214**
CGC	5	2273,39**	65,76**	3,85**	0,41**	0,23**	33,23**	154,17**	1436577**
CEC	15	1905,82**	37,07**	0,89**	0,08**	0,08**	3,35*	17,41**	252099*
Resíduo	40	100,48	12,51	0,177	0,017	0,02	1,68	2,03	101030
Média		111,08	41,68	17,09	2,25	22,41	75,66	36,39	4794,25
C.V. (%)		9,03	8,50	2,47	5,90	4,59	1,72	3,91	6,63

F.V.	G.L.	Quadrados Médios / Análise multivariada					
		Matriz de SQP	$\Lambda$	F	V1	V2	P > F
CGC	5	SQP (CGC)	0,000	2352,77	40	146,63	0,000
CEC	15	SQP (CEC)	0,000	155,75	120	247,14	0,000
Resíduo	40	SQP (Resíduo)					

	Correlação de Pearson / Caracteres							
	NAF <sup>(1)</sup>	NG	NE	ME	MG	MH	MMG	RG
CP1	0,16 <sup>NS</sup>	0,61**	0,71**	0,92**	0,91**	0,58*	0,41 <sup>NS</sup>	0,61**
CP2	-0,45*	-0,66**	-0,34 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	0,63**	0,74**	-0,35 <sup>NS</sup>
CP3	0,82**	-0,26 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	-0,15 <sup>NS</sup>	-0,24 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup> NAF: número de afilhos férteis por metro linear; NG: número de grãos por planta; MH: massa do hectolitro; MMG; massa de mil grãos; ME: massa da espiga, em gramas; NE: número de espiguetas por planta; MG: massa de grãos por planta, em gramas; RG: rendimento de grãos por hectare. <sup>(2)</sup> Genitores e populações F<sub>2</sub>. <sup>NS</sup>: Não significativo. \* e \*\*: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. F.V.: fontes de variação; G.L.: graus de liberdade; C.V.: coeficiente de variação;  $\Lambda$ : estimativa do valor de Wilks. CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3. Para correlações: <sup>NS</sup>, \*\* e \*: Não significativa, significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O genitor CD 150 apresentou elevada CGC para os caracteres NAF (Tabela 5), NE (Tabela 7), ME (Tabela 8), MH (Tabela 10), MMG (Tabela 11) e RG (Tabela 12). O genitor BRS Pardela apresentou elevada CGC para os caracteres NAF, ME, MG (Tabela 9) e RG. O genitor Fundacep Cristalino apresentou elevada CGC para os caracteres NG (Tabela 6), NE, ME, MG e RG. Da mesma forma, o genitor IPR 85 apresentou elevada CGC para os caracteres ME, MG PH e MMG. Entretanto, os genitores CD 113 e CD 117 apresentaram estimativas negativas de CGC para os caracteres em questão. Altas estimativas de CGC indicam um fluxo de

genes dos pais à prole em alta frequência e informa sobre a concentração de genes predominantemente aditivos (KUREK et al., 2001; GELETA & LABUSCHAGNE, 2006). Altos valores de CGC, positivos ou negativos, é um indicio de que o genitor em questão é superior ou inferior aos demais genitores presentes no dialélo, com relação ao desempenho médio das progênies (BORDALLO et al., 2005). Assim, a escolha de genitores de trigo deve recair sobre aqueles com maior capacidade geral de combinação (JOSHI et al., 2004), onde são maiores as chances de sucesso na recuperação de linhagens endogâmicas superiores.

As metodologias de Griffing (1956), multivariada (CP3) e REML/BLUP identificaram as combinações híbridas CD 150 x CD 113, CD 150 x CD 117, CD 150 x Fundacep Cristalino e CD 113 x Fundacep Cristalino como as de maior CEC para NAF (Tabela 5), sendo o genitor BRS Pardela com maior media para este caractere. Com relação ao NG (Tabela 6) a combinação híbrida CD 113 X Fundacep Cristalino apresentou as maiores médias observada e predita, bem como as maiores estimativas de CEC. Da mesma forma, para NE (Tabela 7) os cruzamentos CD 150 x BRS Pardela e CD 113 X Fundacep Cristalino apresentaram elevadas estimativas de CEC conjuntamente com elevada média de desempenho.

As populações CD 150 X BRS Pardela, CD 150 X IPR 85, CD 113 X Fundacep Cristalino e BRS Pardela X IPR 85 apresentaram as maiores médias e estimativas de CEC para PE, pelas metodologias dialélicas de Griffing (1956), multivariada (CP1) e REML/BLUP (Tabela 8). Para MG (Tabela 9) observou-se as maiores médias e elevadas estimativas de CEC nos cruzamentos CD 150 X CD 113, CD 150 X BRS Pardela, CD 150 X Fundacep Cristalino, CD 113 X BRS Pardela, CD 113 X Fundacep Cristalino, CD 117 X IPR 85 e BRS Pardela X IPR 85. Para o MH (Tabela 10), os cruzamentos CD 150 X Fundacep Cristalino, CD 150 X IPR 85, BRS Pardela X IPR 85 e Fundacep Cristalino X IPR 85 apresentaram as maiores médias e estimativas de CEC.

As metodologias de Griffing (1956), multivariada (CP3) e REML/BLUP identificaram os cruzamentos CD 150 X CD 117, CD 150 X Fundacep Cristalino, CD 150 X IPR 85, CD 113 X CD 117 e CD 117 X Fundacep Cristalino com maiores estimativas de CEC para MMG (Tabela 11), sendo a maior média observada para o genitor IPR 85. Para RG (Tabela 12), as populações segregante CD 150 X Fundacep Cristalino, CD 117 X IPR 85, BRS Pardela X IPR 85 e Fundacep Cristalino X IPR 85 apresentaram as maiores médias e estimativas de CEC.

As maiores estimativas positivas de CGC, através do método de Griffing (1956) foram 12,26, 2,54, 0,61, 0,14, 0,12, 1,31, 4,81 e 376,26, para os caracteres NAF, NG, NE, ME, MG, MH, MMG e RG, respectivamente. Entretanto, as maiores estimativas positivas de CEC foram 53,72, 5,09, 1,36, 0,28, 0,16, 1,70, 4,71 e 538,70, respectivamente para NAF, NG, NE, ME, MG, MH, MMG e RG (Tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12). Utilizando o método de Griffing (1956), Ribeiro et al. (2011a) obtiveram valores de CGC de 1,95, 5,35, 0,14, 3,45 e 1,76, para número de espigas por planta (número de afilhos férteis), número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga, massa de mil grãos e produção por planta, respectivamente.

A simples utilização da CEC não é suficiente para recomendar um cruzamento. A seleção deve recair em populações segregantes que tenham elevadas estimativas de CEC e que envolvam pelo menos um genitor com elevada CGC, pois o efeito aditivo dos alelos favoráveis, relacionado com a CGC, possibilitará maior facilidade na seleção de populações segregantes (PAINI et al., 1996; BENIN et al., 2009). Da mesma forma, o cruzamento a ser selecionado, deve apresentar média elevada para o caractere em questão. Isso reforça a utilização das combinações híbridas que envolvam os genitores CD 150, BRS Pardela, Fundacep Cristalino e IPR 85, pois apresentaram bons desempenhos médios para a grande parte dos caracteres avaliados e elevada CGC.

As metodologias dialélicas de Griffing, multivariada e REML/BLUP corroboraram entre si, na maioria dos casos, principalmente quanto a CGC dos caracteres NG, NE, ME, MG, MH, MMG e RG. Isso pode ser confirmando pela associação positiva entre as metodologias de Griffing (1956) e REML/BLUP para CGC e Griffing (1956), multivariada e REML/BLUP para CEC para os caracteres NG e NE (Tabela 13), ME, MG e MH (Tabela 14), MMG e RG (Tabela 15). Resultados semelhantes entre a análise dialélica univariada e multivariada foram obtidos por Nascimento et al. (2010).

Os resultados de CGC estão de acordo com Valério et al. (2009), que observaram que as análises de Griffing e REML/BLUP foram semelhantes quanto a obtenção de estimativas de CGC. Para CEC, os autores concluíram que as metodologias devem ser utilizadas com cautela e simultaneamente. Moreno-González et al. (2004), avaliando um dialélio de milho com linhagens contrastantes para resistência ao *Fusarium graminearum*, utilizaram quatro modelos genéticos e duas abordagens estatísticas (BLUP e GLM) na análise dos dados. Os autores

observaram que os efeitos da CGC foram significativos para todos os modelos genéticos, e que as diferentes metodologias produziram resultados análogos para CEC.

Tabela 5. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para número de afilhos férteis (NAF) de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CGC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	104d <sup>(1)</sup>	127,86	5,97	0,44	0,30	0,48	11,66
CD 113	87e	111,03	-9,28	-0,52	-0,17	-0,59	-7,20
CD 117	124c	138,89	0,47	-1,98	-0,32	0,04	0,16
BRS Pardela	189a	184,10	12,26	0,37	-0,37	0,24	5,45
Fundacep Cristalino	122c	137,34	4,14	0,97	-0,94	-0,01	5,78
IPR 85	100d	121,96	-13,57	0,72	1,51	-0,16	-15,85

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CEC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	104d <sup>(1)</sup>	127,86	-18,69	-1,34	-0,07	-0,44	-15,53
CD 150 X CD 113	131c	146,91	23,23	0,42	-0,57	0,56	18,03
CD 150 X CD 117	152b	166,76	34,48	-0,21	-0,65	0,91	34,13
CD 150 X BRS Pardela	102d	124,07	-26,65	1,41	-0,51	-1,57	-14,19
CD 150 X Fundacep Cristalino	135c	154,34	14,48	0,76	0,89	0,98	16,33
CD 150 X IPR 85	95e	118,78	-8,15	0,30	0,98	0,00	-11,11
CD 113	87e	111,03	-5,53	-0,89	-0,17	0,19	-14,12
CD 113 X CD 117	96e	120,81	-6,27	-1,05	1,62	0,78	-9,17
CD 113 X BRS Pardela	93e	116,98	-20,4	0,02	0,32	-1,31	-13,79
CD 113 X Fundacep Cristalino	128c	142,29	22,73	2,44	-1,09	-0,01	18,59
CD 113 X IPR 85	80e	110,18	-8,23	-0,04	0,07	-0,40	-16,60
CD 117	124c	138,89	12,31	0,37	-0,21	0,21	13,75
CD 117 X BRS Pardela	88e	111,73	-35,15	-0,96	0,23	-0,96	-21,86
CD 117 X Fundacep Cristalino	105d	131,01	-10,02	-0,03	0,18	-0,45	-6,21
CD 117 X IPR 85	90e	113,83	-7,65	1,50	-0,95	-0,70	-10,42
BRS Pardela	189a	184,10	53,72	-0,27	-0,46	2,19	69,27
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	103d	126,45	-24,48	-1,10	0,97	-0,34	-11,15
BRS Pardela X IPR 85	109d	134,95	-0,77	1,17	-0,09	-0,20	4,48
Fundacep Cristalino	122c	137,34	2,97	-0,20	-0,69	-0,26	6,67
Fundacep Cristalino X IPR 85	93e	115,36	-8,65	-1,66	0,41	0,34	-10,55
IPR 85	100d	121,96	16,73	-0,63	-0,21	0,48	6,63

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 6. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para número de grãos por planta (NG) de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita	CGC				
		REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	38c <sup>(1)</sup>	42,48	-0,92	0,44	0,30	0,48	-0,76
CD 113	42b	45,38	0,91	-0,52	-0,17	-0,59	1,39
CD 117	42b	42,17	-1,96	-1,98	-0,32	0,04	-2,54
BRS Pardela	42b	45,08	0,60	0,37	-0,37	0,24	0,84
Fundacep Cristalino	49a	48,01	2,54	0,97	-0,94	-0,01	2,58
IPR 85	40c	43,06	-1,18	0,72	1,51	-0,16	-1,52

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita	CEC				
		REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	38c <sup>(1)</sup>	42,48	-1,31	-1,34	-0,07	-0,44	-1,55
CD 150 X CD 113	43b	44,84	1,33	0,42	-0,57	0,56	0,72
CD 150 X CD 117	40c	42,95	1,39	-0,21	-0,65	0,91	0,16
CD 150 X BRS Pardela	45b	47,08	4,16	1,41	-0,51	-1,57	2,61
CD 150 X Fundacep Cristalino	42b	44,44	-1,17	0,76	0,89	0,98	-0,26
CD 150 X IPR 85	36c	42,04	-3,09	0,30	0,98	0,00	-2,67
CD 113	42b	45,38	-0,94	-0,89	-0,17	0,19	-0,30
CD 113 X CD 117	34c	41,76	-6,34	-1,05	1,62	0,78	-4,53
CD 113 X BRS Pardela	44b	46,07	1,23	0,02	0,32	-1,31	1,14
CD 113 X Fundacep Cristalino	50a	48,06	5,09	2,44	-1,09	-0,01	4,46
CD 113 X IPR 85	42b	43,46	0,58	-0,04	0,07	-0,40	0,30
CD 117	39c	42,17	1,22	0,37	-0,21	0,21	-0,05
CD 117 X BRS Pardela	38c	42,37	-1,80	-0,96	0,23	-0,96	-1,50
CD 117 X Fundacep Cristalino	42b	43,84	-0,20	-0,03	0,18	-0,45	0,29
CD 117 X IPR 85	43b	43,63	4,51	1,50	-0,95	-0,70	2,34
BRS Pardela	42b	45,08	-0,09	-0,27	-0,46	2,19	0,23
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	40c	43,28	-4,66	-1,10	0,97	-0,34	-2,13
BRS Pardela X IPR 85	42b	44,11	1,26	1,17	-0,09	-0,20	0,73
Fundacep Cristalino	49a	48,01	2,96	-0,20	-0,69	-0,26	3,72
Fundacep Cristalino X IPR 85	38c	42,71	-4,98	-1,66	0,41	0,34	-2,74
IPR 85	40c	43,06	0,86	-0,63	-0,21	0,48	0,07

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 7. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para número de espiguetas por planta (NE) de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita	CGC				
		REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	17.2b <sup>(1)</sup>	17,8	0,31	0,44	0,30	0,48	0,59
CD 113	15.9d	17,2	-0,40	-0,52	-0,17	-0,59	-0,68
CD 117	15.8d	17,1	-0,38	-1,98	-0,32	0,04	-0,61
BRS Pardela	17.0b	17,5	0,03	0,37	-0,37	0,24	-0,01
Fundacep Cristalino	17.9a	18,2	0,61	0,97	-0,94	-0,01	1,07
IPR 85	16.5c	17,4	-0,18	0,72	1,51	-0,16	-0,36

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita	CEC				
		REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	17.2b <sup>(1)</sup>	17,8	-0,52	-1,34	-0,07	-0,44	-0,41
CD 150 X CD 113	17.0b	17,6	0,06	0,42	-0,57	0,56	-0,03
CD 150 X CD 117	17.2b	17,7	0,24	-0,21	-0,65	0,91	0,10
CD 150 X BRS Pardela	18.2a	18,2	0,77	1,41	-0,51	-1,57	0,58
CD 150 X Fundacep Cristalino	17.7a	18,1	-0,28	0,76	0,89	0,98	-0,19
CD 150 X IPR 85	17.4b	17,8	0,24	0,3	0,98	0,00	0,16
CD 113	15.9d	17,2	-0,37	-0,89	-0,17	0,19	-0,41
CD 113 X CD 117	16.2d	17,2	-0,05	-1,05	1,62	0,78	-0,18
CD 113 X BRS Pardela	16.2d	17,3	-0,52	0,02	0,32	-1,31	-0,46
CD 113 X Fundacep Cristalino	18.6a	18,4	1,36	2,44	-1,09	-0,01	1,01
CD 113 X IPR 85	16.4d	17,4	-0,12	-0,04	0,07	-0,40	-0,17
CD 117	15.8d	17,1	-0,53	0,37	-0,21	0,21	-0,57
CD 117 X BRS Pardela	16.8c	17,5	0,13	-0,96	0,23	-0,96	0,02
CD 117 X Fundacep Cristalino	17.7a	18,0	0,41	-0,03	0,18	-0,45	0,27
CD 117 X IPR 85	16.8c	17,4	0,34	1,5	-0,95	-0,70	0,16
BRS Pardela	17.0b	17,5	-0,15	-0,27	-0,46	2,19	-0,11
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	17.4b	17,9	-0,33	-1,10	0,97	-0,34	-0,22
BRS Pardela X IPR 85	17.2b	17,6	0,26	1,17	-0,09	-0,20	0,18
Fundacep Cristalino	17.9a	18,2	-0,38	-0,20	-0,69	-0,26	-0,22
Fundacep Cristalino X IPR 85	17.1b	17,7	-0,39	-1,66	0,41	0,34	-0,28
IPR 85	16.5c	17,4	-0,16	-0,63	-0,21	0,48	-0,17

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.



Tabela 8. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa da espiga, em gramas (ME), de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CGC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	2.1c <sup>(1)</sup>	2,37	0,04	0,44	0,30	0,48	0,10
CD 113	2.0d	2,34	-0,05	-0,52	-0,17	-0,59	-0,07
CD 117	1.8d	2,26	-0,24	-1,98	-0,32	0,04	-0,48
BRS Pardela	2.2c	2,41	0,05	0,37	-0,37	0,24	0,11
Fundacep Cristalino	2.3b	2,45	0,06	0,97	-0,94	-0,01	0,09
IPR 85	2.4b	2,52	0,14	0,72	1,51	-0,16	0,25

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CEC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	2.1c <sup>(1)</sup>	2,37	-0,21	-1,34	-0,07	-0,44	-0,19
CD 150 X CD 113	2.2c	2,39	-0,05	0,42	-0,57	0,56	-0,07
CD 150 X CD 117	2.1d	2,33	-0,01	-0,21	-0,65	0,91	-0,03
CD 150 X BRS Pardela	2.5a	2,55	0,22	1,41	-0,51	-1,57	0,14
CD 150 X Fundacep Cristalino	2.3b	2,50	0,04	0,76	0,89	0,98	0,02
CD 150 X IPR 85	2.6a	2,59	0,22	0,30	0,98	0,00	0,15
CD 113	2.0d	2,34	-0,13	-0,89	-0,17	0,19	-0,13
CD 113 X CD 117	1.8d	2,29	-0,10	-1,05	1,62	0,78	-0,10
CD 113 X BRS Pardela	2.3b	2,48	0,14	0,02	0,32	-1,31	0,08
CD 113 X Fundacep Cristalino	2.5a	2,54	0,28	2,44	-1,09	-0,01	0,21
CD 113 X IPR 85	2.3b	2,46	0,01	-0,04	0,07	-0,4	-0,01
CD 117	1.8d	2,26	0,06	0,37	-0,21	0,21	0,04
CD 117 X BRS Pardela	1.9d	2,31	-0,14	-0,96	0,23	-0,96	-0,12
CD 117 X Fundacep Cristalino	2.0c	2,36	0,02	-0,03	0,18	-0,45	0,02
CD 117 X IPR 85	2.2c	2,4	0,11	1,50	-0,95	-0,70	0,08
BRS Pardela	2.2c	2,41	-0,14	-0,27	-0,46	2,19	-0,13
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	2.3b	2,44	-0,05	-1,10	0,97	-0,34	-0,04
BRS Pardela X IPR 85	2.5a	2,57	0,12	1,17	-0,09	-0,20	0,09
Fundacep Cristalino	2.3b	2,45	-0,03	-0,20	-0,69	-0,26	-0,01
Fundacep Cristalino X IPR 85	2.2c	2,43	-0,23	-1,66	0,41	0,34	-0,17
IPR 85	2.4b	2,52	-0,11	-0,63	-0,21	0,48	-0,08

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 9. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa de grãos por planta, em gramas (MG), de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CGC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	1.3b <sup>(1)</sup>	1,65	-0,01	0,44	0,30	0,48	0,01
CD 113	1.3b	1,65	-0,01	-0,52	-0,17	-0,59	0,01
CD 117	1.2b	1,60	-0,18	-1,98	-0,32	0,04	-0,33
BRS Pardela	1.5b	1,71	0,05	0,37	-0,37	0,24	0,08
Fundacep Cristalino	1.6a	1,72	0,04	0,97	-0,94	-0,01	0,04
IPR 85	1.7a	1,80	0,12	0,72	1,51	-0,16	0,18

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CEC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	1.3b <sup>(1)</sup>	1,65	-0,17	-1,34	-0,07	-0,44	-0,17
CD 150 X CD 113	1.6a	1,73	0,11	0,42	-0,57	0,56	0,05
CD 150 X CD 117	1.3b	1,62	-0,02	-0,21	-0,65	0,91	-0,05
CD 150 X BRS Pardela	1.8a	1,82	0,20	1,41	-0,51	-1,57	0,14
CD 150 X Fundacep Cristalino	1.6a	1,74	0,07	0,76	0,89	0,98	0,05
CD 150 X IPR 85	1.6a	1,76	-0,02	0,30	0,98	0,00	-0,01
CD 113	1.3b	1,65	-0,19	-0,89	-0,17	0,19	-0,18
CD 113 X CD 117	1.1b	1,59	-0,18	-1,05	1,62	0,78	-0,18
CD 113 X BRS Pardela	1.7a	1,77	0,12	0,02	0,32	-1,31	0,07
CD 113 X Fundacep Cristalino	1.8a	1,84	0,30	2,44	-1,09	-0,01	0,22
CD 113 X IPR 85	1.7a	1,79	0,04	-0,04	0,07	-0,40	0,03
CD 117	1.2b	1,6	0,03	0,37	-0,21	0,21	-0,01
CD 117 X BRS Pardela	1.3b	1,64	-0,07	-0,96	0,23	-0,96	-0,08
CD 117 X Fundacep Cristalino	1.4b	1,67	0,06	-0,03	0,18	-0,45	0,04
CD 117 X IPR 85	1.6a	1,72	0,16	1,5	-0,95	-0,7	0,11
BRS Pardela	1.5b	1,71	-0,12	-0,27	-0,46	2,19	-0,10
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	1.4b	1,68	-0,16	-1,10	0,97	-0,34	-0,12
BRS Pardela X IPR 85	1.8a	1,84	0,15	1,17	-0,09	-0,20	0,13
Fundacep Cristalino	1.6a	1,72	-0,01	-0,20	-0,69	-0,26	0,01
Fundacep Cristalino X IPR 85	1.4b	1,70	-0,24	-1,66	0,41	0,34	-0,16
IPR 85	1.7a	1,80	-0,04	-0,63	-0,21	0,48	0,01

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 10. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa do hectolitro (MH) de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CGC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	78a <sup>(1)</sup>	78,10	1,20	0,44	0,30	0,48	2,05
CD 113	74c	76,50	-0,34	-0,52	-0,17	-0,59	-0,53
CD 117	72c	75,72	-1,90	-1,98	-0,32	0,04	-3,90
BRS Pardela	75b	76,96	-0,01	0,37	-0,37	0,24	-0,09
Fundacep Cristalino	73c	76,44	-0,26	0,97	-0,94	-0,01	-0,16
IPR 85	77a	78,07	1,31	0,72	1,51	-0,16	2,63

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CEC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	78a <sup>(1)</sup>	78,10	0,37	-1,34	-0,07	-0,44	0,27
CD 150 X CD 113	76b	77,21	-0,19	0,42	-0,57	0,56	-0,06
CD 150 X CD 117	73c	76,36	-1,46	-0,21	-0,65	0,91	-0,52
CD 150 X BRS Pardela	76b	77,33	-0,65	1,41	-0,51	-1,57	-0,20
CD 150 X Fundacep Cristalino	78a	77,72	1,50	0,76	0,89	0,98	0,58
CD 150 X IPR 85	78a	78,13	0,06	0,30	0,98	0,00	0,07
CD 113	74c	76,50	-0,66	-0,89	-0,17	0,19	-0,34
CD 113 X CD 117	75b	76,21	1,70	-1,05	1,62	0,78	0,66
CD 113 X BRS Pardela	75b	76,88	0,02	0,02	0,32	-1,31	-0,03
CD 113 X Fundacep Cristalino	75b	76,74	0,24	2,44	-1,09	-0,01	-0,03
CD 113 X IPR 85	76b	77,48	-0,46	-0,04	0,07	-0,40	-0,24
CD 117	72c	75,72	0,66	0,37	-0,21	0,21	0,29
CD 117 X BRS Pardela	72c	76,06	-1,05	-0,96	0,23	-0,96	-0,41
CD 117 X Fundacep Cristalino	72c	75,90	-0,97	-0,03	0,18	-0,45	-0,47
CD 117 X IPR 85	75b	76,62	0,46	1,50	-0,95	-0,70	0,18
BRS Pardela	75b	76,96	-0,11	-0,27	-0,46	2,19	-0,04
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	76b	77,09	1,19	-1,10	0,97	-0,34	0,40
BRS Pardela X IPR 85	77a	77,91	0,72	1,17	-0,09	-0,20	0,28
Fundacep Cristalino	73c	76,44	-1,43	-0,20	-0,69	-0,26	-0,75
Fundacep Cristalino X IPR 85	77a	77,61	0,90	-1,66	0,41	0,34	0,26
IPR 85	77a	78,07	-0,84	-0,63	-0,21	0,48	-0,37

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 11. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para massa de mil grãos (MMG) de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CGC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3	
CD 150	34f <sup>(1)</sup>	37,89	0,68	0,44	0,3	0,48	2,43
CD 113	32f	36,82	-1,97	-0,52	-0,17	-0,59	-3,73
CD 117	31f	36,68	-1,78	-1,98	-0,32	0,04	-3,05
BRS Pardela	37d	40,68	-0,8	0,37	-0,37	0,24	-2,48
Fundacep Cristalino	34e	38,02	-0,95	0,97	-0,94	-0,01	-1,8
IPR 85	47a	46,96	4,81	0,72	1,51	-0,16	8,64

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CEC				
			Griffing	Multivariada			REML/ BLUP
				CP1	CP2	CP3	
CD 150	34f <sup>(1)</sup>	37,89	-3,75	-1,34	-0,07	-0,44	-4,35
CD 150 X CD 113	35e	39,05	0,07	0,42	-0,57	0,56	-0,53
CD 150 X CD 117	36d	39,98	1,38	-0,21	-0,65	0,91	0,52
CD 150 X BRS Pardela	35e	39,50	-1,10	1,41	-0,51	-1,57	-1,09
CD 150 X Fundacep Cristalino	40c	43,90	4,71	0,76	0,89	0,98	3,71
CD 150 X IPR 85	44b	45,53	2,45	0,30	0,98	0,00	2,16
CD 113	32f	36,82	0,04	-0,89	-0,17	0,19	-0,15
CD 113 X CD 117	34e	38,32	2,19	-1,05	1,62	0,78	1,64
CD 113 X BRS Pardela	31f	36,54	-2,12	0,02	0,32	-1,31	-1,62
CD 113 X Fundacep Cristalino	32f	37,39	-0,65	2,44	-1,09	-0,01	-0,72
CD 113 X IPR 85	39c	42,01	0,44	-0,04	0,07	-0,40	0,73
CD 117	31f	36,68	-1,00	0,37	-0,21	0,21	-1,37
CD 117 X BRS Pardela	33f	37,71	-0,64	-0,96	0,23	-0,96	-0,42
CD 117 X Fundacep Cristalino	34e	38,67	1,17	-0,03	0,18	-0,45	0,77
CD 117 X IPR 85	37d	41,32	-2,09	1,5	-0,95	-0,7	-1,68
BRS Pardela	37d	40,68	3,04	-0,27	-0,46	2,19	3,53
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	32f	37,10	-2,14	-1,10	0,97	-0,34	-1,59
BRS Pardela X IPR 85	40c	42,71	-0,07	1,17	-0,09	-0,20	0,77
Fundacep Cristalino	34e	38,02	0,01	-0,20	-0,69	-0,26	-0,09
Fundacep Cristalino X IPR 85	37d	40,43	-3,08	-1,66	0,41	0,34	-2,39
IPR 85	47a	46,96	1,17	-0,63	-0,21	0,48	1,92

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 12. Médias, valores de capacidade geral de combinação (CGC) e estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) para rendimento de grãos por hectare (RG) de seis genitores de trigo e seus 15 F<sub>2</sub>, através de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

Genitores	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CGC					REML/ BLUP
			Griffing	Multivariada				
				CP1 <sup>(2)</sup>	CP2	CP3		
CD 150	5038a <sup>(1)</sup>	5174	59,54	0,44	0,30	0,48	99,30	
CD 113	4916a	5049	-96,79	-0,52	-0,17	-0,59	-242,87	
CD 117	4389b	4913	-345,00	-1,98	-0,32	0,04	-685,06	
BRS Pardela	5138a	5249	116,48	0,37	-0,37	0,24	207,05	
Fundacep Cristalino	5609a	5537	376,26	0,97	-0,94	-0,01	694,34	
IPR 85	4245b	4863	-110,49	0,72	1,51	-0,16	-72,77	

Cruzamentos	Média Observada	Média Predita REML/ BLUP	CEC					REML/ BLUP
			Griffing	Multivariada				
				CP1	CP2	CP3		
CD 150	5038a <sup>(1)</sup>	5174	125,23	-1,34	-0,07	-0,44	75,55	
CD 150 X CD 113	4829a	5087	72,93	0,42	-0,57	0,56	57,92	
CD 150 X CD 117	4098b	4845	-410,45	-0,21	-0,65	0,91	-181,72	
CD 150 X BRS Pardela	4918a	5122	-52,02	1,41	-0,51	-1,57	-6,23	
CD 150 X Fundacep Cristalino	5521a	5437	291,76	0,76	0,89	0,98	162,73	
CD 150 X IPR 85	4590b	5030	-152,67	0,30	0,98	0,00	-94,34	
CD 113	4916a	5049	315,82	-0,89	-0,17	0,19	178,87	
CD 113 X CD 117	4103b	4794	-249,36	-1,05	1,62	0,78	-99,18	
CD 113 X BRS Pardela	4532b	4996	-281,79	0,02	0,32	-1,31	-107,16	
CD 113 X Fundacep Cristalino	4963a	5219	-109,75	2,44	-1,09	-0,01	-18,83	
CD 113 X IPR 85	4523b	4913	-63,66	-0,04	0,07	-0,4	-45,63	
CD 117	4389b	4811	285,00	0,37	-0,21	0,21	138,93	
CD 117 X BRS Pardela	4484b	4888	-81,25	-0,96	0,23	-0,96	-25,76	
CD 117 X Fundacep Cristalino	4457b	4965	-367,64	-0,03	0,18	-0,45	-152,62	
CD 117 X IPR 85	4877a	4938	538,7	1,5	-0,95	-0,70	224,4	
BRS Pardela	5138a	5249	111,39	-0,27	-0,46	2,19	71,92	
BRS Pardela X Fundacep Cristalino	5246a	5363	-40,19	-1,10	0,97	-0,34	8,34	
BRS Pardela X IPR 85	5032a	5154	232,47	1,17	-0,09	-0,20	87,89	
Fundacep Cristalino	5609a	5537	62,86	-0,2	-0,69	-0,26	64,29	
Fundacep Cristalino X IPR 85	5160a	5302	100,10	-1,66	0,41	0,34	33,33	
IPR 85	4245b	4863	-327,47	-0,63	-0,21	0,48	-215,83	

<sup>(1)</sup> Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. <sup>(2)</sup> CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

As CGC estimadas pelas análises de Griffing (1956) e REML/BLUP foram positivamente correlacionadas com as médias observadas e preditas para NE, ME, MG, MH, MMG e RG (Tabelas 13, 14 e 15). Houve correlação entre as metodologias dialélicas e a média predita para NG, entretanto, não houve correlação significativa com a média predita e observada para o caractere NAF. Estes resultados indicam que a seleção de genitores de elevada CGC através das

metodologias de Griffing e REML/BLUP foi eficiente em elevar à média observada ou predita do NE, ME, MH, MMG e RG das combinações híbridas avaliadas.

Tabela 13. Correlação de Pearson entre as capacidades de combinação e correlação entre a média observada e predita (REML/BLUP) com a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para número de afilhos férteis por metro linear (NAF), número de grãos por planta (NG) e número de espiguetas por planta (NE), mensuradas pelas análises dialélicas de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

	Número de afilhos férteis (NAF)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,09 <sup>NS</sup>	-0,62 <sup>NS</sup>	0,75 <sup>NS</sup>	0,90*	1	0,23 <sup>NS</sup>	-0,39 <sup>NS</sup>	0,83**	0,94**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,08 <sup>NS</sup>		1	-0,49*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	-0,63 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	-0,37 <sup>NS</sup>
CP3				1	0,74 <sup>NS</sup>				1	0,79**
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,76 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	-0,38 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,85**	0,19 <sup>NS</sup>	-0,33 <sup>NS</sup>	0,71**	0,96**
Média predita (REML/BLUP)	0,78 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>	-0,37 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	0,83**	0,21 <sup>NS</sup>	-0,29 <sup>NS</sup>	0,70**	0,94**

	Número de grãos por planta (NG)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,53 <sup>NS</sup>	-0,60 <sup>NS</sup>	-0,24 <sup>NS</sup>	0,98**	1	0,76**	-0,87**	-0,27 <sup>NS</sup>	0,94**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,53 <sup>NS</sup>		1	-0,50*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,72**
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	-0,57 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	-0,82**
CP3				1	-0,24 <sup>NS</sup>				1	-0,26 <sup>NS</sup>
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,77 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>	-0,69 <sup>NS</sup>	-0,24 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>	0,79**	0,62**	-0,69**	-0,21 <sup>NS</sup>	0,94**
Média predita (REML/BLUP)	0,98**	0,47 <sup>NS</sup>	-0,60 <sup>NS</sup>	-0,30 <sup>NS</sup>	0,94**	0,65**	0,52*	-0,55**	-0,18 <sup>NS</sup>	0,82**

	Número de espiguetas por planta (NE)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,71 <sup>NS</sup>	-0,34 <sup>NS</sup>	0,54 <sup>NS</sup>	0,99**	1	0,71**	-0,38 <sup>NS</sup>	-0,18 <sup>NS</sup>	0,98**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>		1	-0,50*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,70**
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	-0,35 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	-0,37 <sup>NS</sup>
CP3				1	0,55 <sup>NS</sup>				1	-0,17 <sup>NS</sup>
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,98**	0,80 <sup>NS</sup>	-0,28 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	0,96**	0,62**	0,45*	-0,24 <sup>NS</sup>	-0,12 <sup>NS</sup>	0,74**
Média predita (REML/BLUP)	0,98**	0,75 <sup>NS</sup>	-0,31 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,98**	0,51*	0,37 <sup>NS</sup>	-0,18 <sup>NS</sup>	-0,15 <sup>NS</sup>	0,62**

<sup>NS</sup>, \*\* e \*: Não significativa, significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente. CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 14. Correlação de Pearson entre as capacidades de combinação e correlação entre a média observada e predita (REML/BLUP) com a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para massa da espiga, em gramas (ME), massa de grãos por planta, em gramas (PG) e massa do hectolitro (MH), mensuradas pelas análises dialélicas de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

	Massa da espiga (ME)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,96**	0,42 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,99**	1	0,87**	-0,20 <sup>NS</sup>	-0,38 <sup>NS</sup>	0,99**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,95**		1	-0,50*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,87**
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	0,41 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	-0,20 <sup>NS</sup>
CP3				1	0,11 <sup>NS</sup>				1	-0,38 <sup>NS</sup>
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,95**	0,92**	0,37 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	0,92*	0,56**	0,50*	-0,18 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	0,57**
Média predita (REML/BLUP)	0,93**	0,87*	0,46 <sup>NS</sup>	-0,01 <sup>NS</sup>	0,90*	0,57**	0,48*	-0,04 <sup>NS</sup>	-0,20 <sup>NS</sup>	0,58**

	Massa de grãos por planta (MG)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,90*	0,42 <sup>NS</sup>	-0,07 <sup>NS</sup>	0,98**	1	0,93**	-0,50*	-0,36 <sup>NS</sup>	0,98**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,90*		1	-0,50*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,91**
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	-0,49*
CP3				1	-0,07 <sup>NS</sup>				1	-0,34 <sup>NS</sup>
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,87*	0,79 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>	-0,06 <sup>NS</sup>	0,79 <sup>NS</sup>	0,72**	0,67**	-0,38 <sup>NS</sup>	-0,27 <sup>NS</sup>	0,81**
Média predita (REML/BLUP)	0,91*	0,77 <sup>NS</sup>	0,52 <sup>NS</sup>	-0,09 <sup>NS</sup>	0,84*	0,65**	0,62**	-0,29 <sup>NS</sup>	-0,26 <sup>NS</sup>	0,74**

	Massa do hectolitro (MH)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,79 <sup>NS</sup>	0,65 <sup>NS</sup>	0,22 <sup>NS</sup>	0,99**	1	0,01 <sup>NS</sup>	0,55**	0,19 <sup>NS</sup>	0,98**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,84*		1	-0,50*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	0,63 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	0,54*
CP3				1	0,16 <sup>NS</sup>				1	0,18 <sup>NS</sup>
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,94**	0,57 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	0,38 <sup>NS</sup>	0,90*	0,50*	0,02 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>	0,51*
Média predita (REML/BLUP)	0,97**	0,66 <sup>NS</sup>	0,74 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>	0,95**	0,23 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>

<sup>NS</sup>, \*\* e \*: Não significativa, significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente. CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Tabela 15. Correlação de Pearson entre as capacidades de combinação e correlação entre a média observada e predita (REML/BLUP) com a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos por hectare (RG), mensuradas pelas análises dialélicas de Griffing (1956), análise multivariada e REML/BLUP.

	Peso de mil grãos (MMG)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,51 <sup>NS</sup>	0,89*	0,10 <sup>NS</sup>	0,99**	1	0,14 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	0,96**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>		1	-0,50*	-0,17 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	0,90*			1	0,06 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>
CP3				1	0,14 <sup>NS</sup>				1	0,60**
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,93**	0,54 <sup>NS</sup>	0,80 <sup>NS</sup>	-0,02 <sup>NS</sup>	0,87**	0,45*	0,05 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0,54**
Média predita (REML/BLUP)	0,92**	0,50 <sup>NS</sup>	0,80 <sup>NS</sup>	-0,02 <sup>NS</sup>	0,84*	0,50*	0,14 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,58**

	Rendimento de grãos por hectare (RG)									
	CGC					CEC				
	Griffing	Multivariada			REML/BLUP	Griffing	Multivariada			REML/BLUP
	CP1	CP2	CP3		CP1	CP2	CP3			
Griffing	1	0,81*	-0,40 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>	0,99**	1	0,20 <sup>NS</sup>	-0,22 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	0,98**
CP1		1	0,19 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,89*		1	-0,50 <sup>NS</sup>	-0,17 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>
CP2			1	-0,05 <sup>NS</sup>	-0,28 <sup>NS</sup>			1	0,06 <sup>NS</sup>	-0,21 <sup>NS</sup>
CP3				1	0,26 <sup>NS</sup>				1	0,05 <sup>NS</sup>
REML/BLUP					1					1
Média Observada	0,90*	0,50 <sup>NS</sup>	-0,72 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	0,81*	0,60**	0,12 <sup>NS</sup>	-0,13 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,64**
Média predita (REML/BLUP)	0,93**	0,54 <sup>NS</sup>	-0,70 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,87*	0,32 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	-0,04 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>	0,40 <sup>NS</sup>

<sup>NS</sup>, \*\* e \*: Não significativa, significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente. CP1: Componente principal 1; CP2: Componente principal 2; CP3: Componente principal 3.

Da mesma forma, as CEC estimadas pelas análises de Griffing (1956) e REML/BLUP foram positivamente associadas com as médias observadas e preditas do NAF, NG, NE, ME, MG e MMG (Tabelas 13, 14 e 15). Em relação aos caracteres MH e RG, suas médias observadas também foram positivamente associadas com a CEC das metodologias e Griffing e REML/BLUP, confirmando que as metodologias em questão são eficientes em indicar genitores para compor blocos de cruzamentos e que combinações híbridas promissoras podem ser selecionadas em função das estimativas genéticas obtidas.

As estimativas de CGC através da análise dialélica multivariada, para cada componente principal, não se correlacionaram significativamente com a média predita e observada para a grande maioria dos caracteres avaliados, com exceção, de ME (Tabelas 13, 14 e 15). Em programas de melhoramento busca-se constantemente elevar o desempenho médio dos caracteres a serem melhorados. Neste caso, se o objetivo for seleção de populações segregantes superiores, com



elevadas estimativas de CEC para os caracteres NAF (CP3), NG (CP1), ME (CP1) e MG (CP1), estes devem ser selecionados a partir dos componentes principais que estão altamente associados com esses caracteres (Tabela 4), pois propiciam a elevação do desempenho médio do caractere. As CEC, relativa a cada componente principal, associado a um determinado caractere, foi positivamente associada com a média observada e predita do NAF, NG, ME e MG (Tabelas 13 e 14).

No gráfico biplot (Figuras 1, 2 e 3) é possível observar que os componentes principais explicaram 81,6% da variação total do caractere NAF, sendo 57,4% para PC1 e 24,2% para PC2 (Figuras 1A e 1B). Da mesma forma, explicaram 76,7%, 83,1%, 78,1%, 68,6%, 87,3%, 82,9% e 82,4%, para NG, NE, PE, MG, MH, MMG e RG, respectivamente (Figuras 1, 2 e 3). Avaliando dialélos de trigo e milho, Malla et al. (2010) e Boćanski et al. (2011) observaram que os gráficos biplot (CP1 e CP2) captaram 66,8% e 83,6% da variabilidade do conjunto de dados. Segundo Yan & Kang (2003), o PC1 e PC2 representam os efeitos da CGC dos pais e CEC dos cruzamentos, respectivamente.

No gráfico biplot, tomando como exemplo a Figura 1A, há um eixo denominado ATC (Average Tester Cordination). Sobre o eixo das abscissas do ATC, se observa um pequeno círculo, o qual representa um genótipo médio, que é definido pela média dos valores de PC1 e PC2 dos genitores (YAN & KANG, 2003), dados em letras maiúsculas no gráfico. Visualmente, no gráfico, se observam os efeitos da CGC sobre o eixo da abscissa ATC (YAN & HUNT, 2002; YAN & KANG, 2003; BERTOIA; LÓPEZ; BURAK, 2006), onde as maiores CGC para NAF são observadas para os genitores CD 113, CD 117, BRS Pardela e Fundacep Cristalino (em letras maiúsculas). Ainda na Figura 1A, quanto maior a projeção dos vetores dos genitores (em letra minúscula), perpendicularmente sobre o eixo da abscissa ATC, maior é a estimativa de CEC. Por este critério, observa-se que os genitores CD 117, CD 150, CD 113 e Fundacep Cristalino apresentaram elevadas estimativas de CEC positivas. Na Figura 1C, verifica-se que os genitores Fundacep Cristalino, CD 113 e CD 150, apresentaram elevadas CGC, bem como, os genitores IPR 85, CD 150 e Fundacep Cristalino, elevadas CEC para NG. Igualmente, na Figura 1E, observa-se elevada CGC do NE para os genitores CD 113, CD 117 e BRS Pardela e elevada CEC para CD 113 e Fundacep Cristalino.

No gráfico biplot da Figura 1B se observa as melhores combinações híbridas (populações  $F_2$ ). Linhas perpendiculares dividem o biplot em vários setores,

onde cada genitor localiza-se no vértice de cada setor. Os genitores localizados dentro de um setor produzem as melhores combinações com o genitor que esta no vértice do mesmo setor; ao contrário, quanto mais longe estiver um genitor de outro, menor é a CEC entre os mesmo (YAN et al.; 2000; KHALIL et al., 2010; BIDHENDI et al., 2011). Na Figura 1B, por este critério, verifica-se que os melhores cruzamentos para NAF são entre CD 113, CD 117 e Fundacep Cristalino com CD 150. Na Figura 1D, observa-se que os melhores cruzamentos para NG foram IPR 85 X CD 117, BRS Pardela X Fundacep Cristalino e CD 113 X Fundacep Cristalino. Da mesma forma, para NE (Figura 1F), CD 113 X Fundacep Cristalino, CD 150 X IPR 85 e CD 150 X CD 117 se mostraram mais promissores.

Na Figura 2A as maiores CGC para ME foram observadas para os genitores BRS Pardela, CD 113 e CD 150. Ainda na Figura 2A, observa-se que os genitores Fundacep Cristalino, BRS Pardela e IPR 85 apresentaram elevadas estimativas de CEC. Na Figura 2C, verifica-se que os genitores BRS Pardela, CD 113 e CD 150, apresentaram elevadas CGC, bem como, os genitores Fundacep Cristalino e BRS Pardela e IPR 85, elevadas CEC para MG. Também, para MH (Figura 2E), observa-se elevada CGC para os genitores Fundacep Cristalino, CD 150 e BRS Pardela, e alta CEC para os genitores CD 113, IPR 85 e CD 117.

Na Figura 2B verifica-se que os melhores cruzamentos para ME são entre IPR 85 X CD 150, Fundacep Cristalino X CD 150, IPR 85 X CD 117, Fundacep Cristalino X CD 150, Fundacep Cristalino X CD 113, BRS Pardela X CD 150 e BRS Pardela X CD 113. Na Figura 2D observa-se que os melhores cruzamentos para MG são entre IPR 85 X CD 117, IPR 85 X CD 113 e IPR 85 X CD 150. Da mesma forma, para MH (Figura 2F), Fundacep Cristalino X IPR 85 e CD 150 X BRS Pardela se mostraram mais promissores.

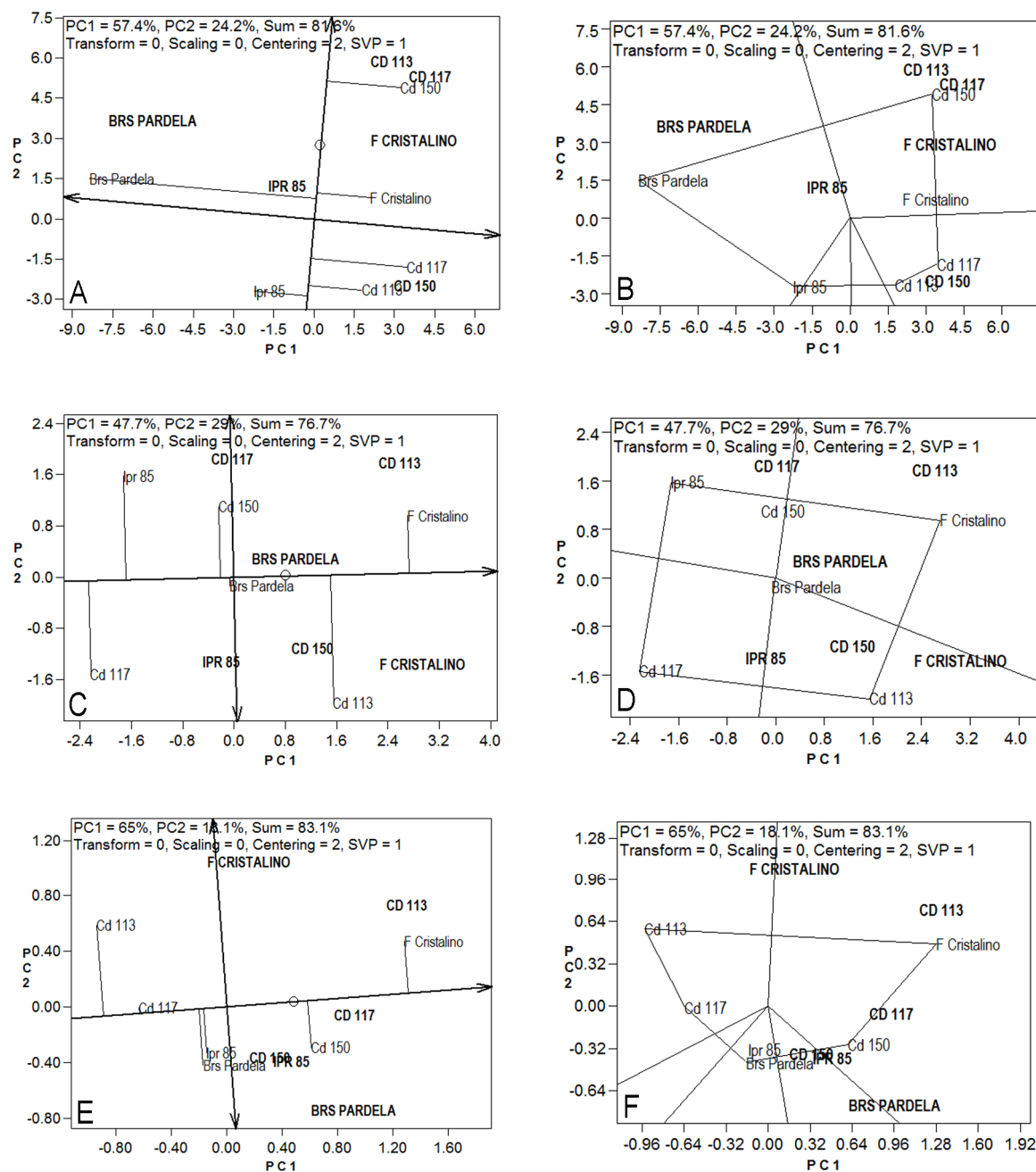


Figura 1. Análise dialélica pelo GGE Biplot de seis genitores de trigo. A) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para número de filhos férteis (NAF). B) Melhores cruzamentos para número de filhos férteis (NAF). C) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para número de grãos por planta (NG). D) Melhores cruzamentos para número de grãos por planta (NG). E) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para número de espiguetas por planta (NE). F) Melhores cruzamentos para número de espiguetas por planta (NE).

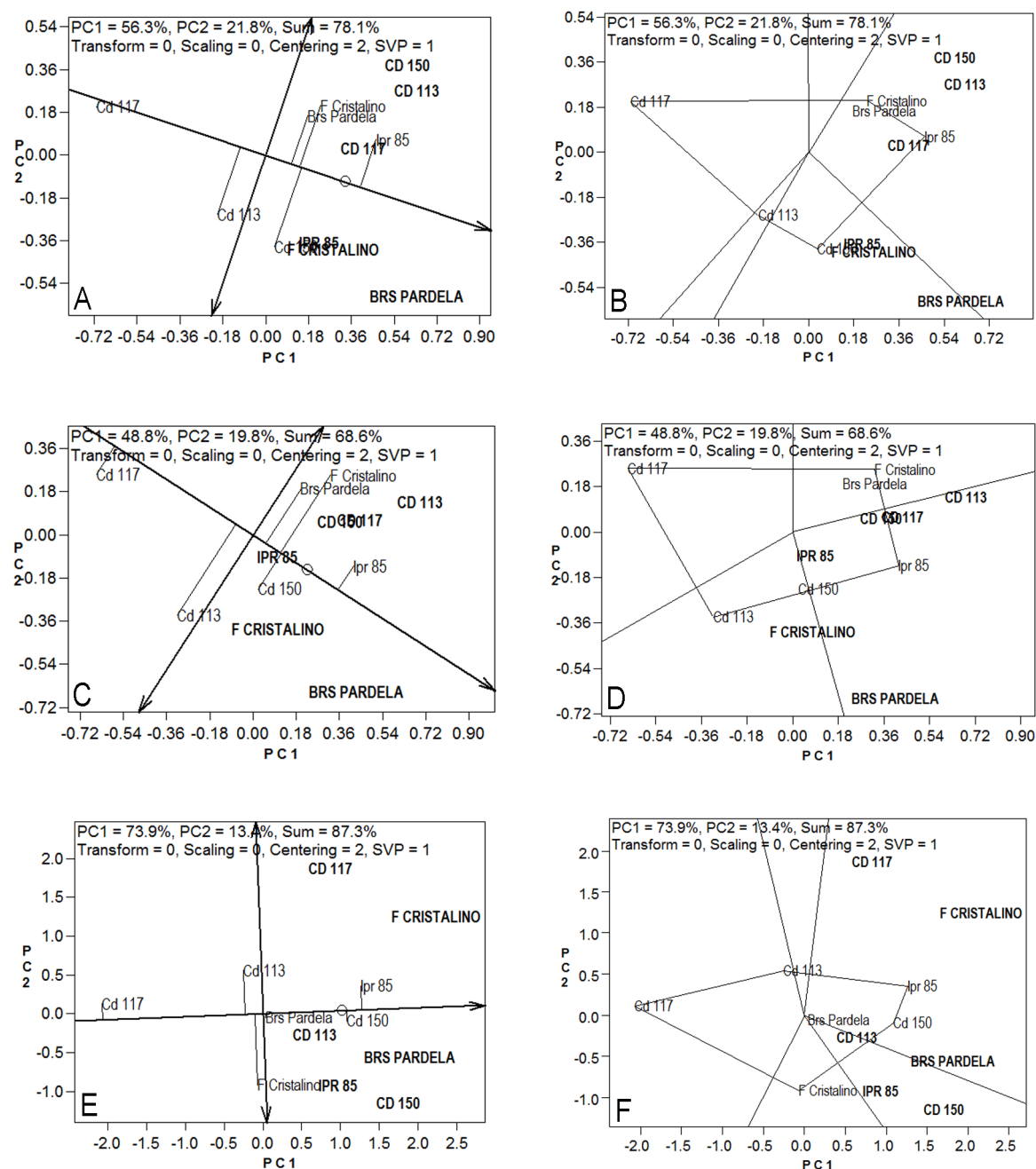


Figura 2. Análise dialélica pelo GGE Biplot de seis genitores de trigo. A) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa da espiga, em gramas (ME). B) Melhores cruzamentos para massa da espiga, em gramas (ME). C) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa de grãos por planta, em gramas (MG). D) Melhores cruzamentos para massa de grãos por planta, em gramas (MG). E) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa do hectolitro (MH). F) Melhores cruzamentos para massa do hectolitro (MH).

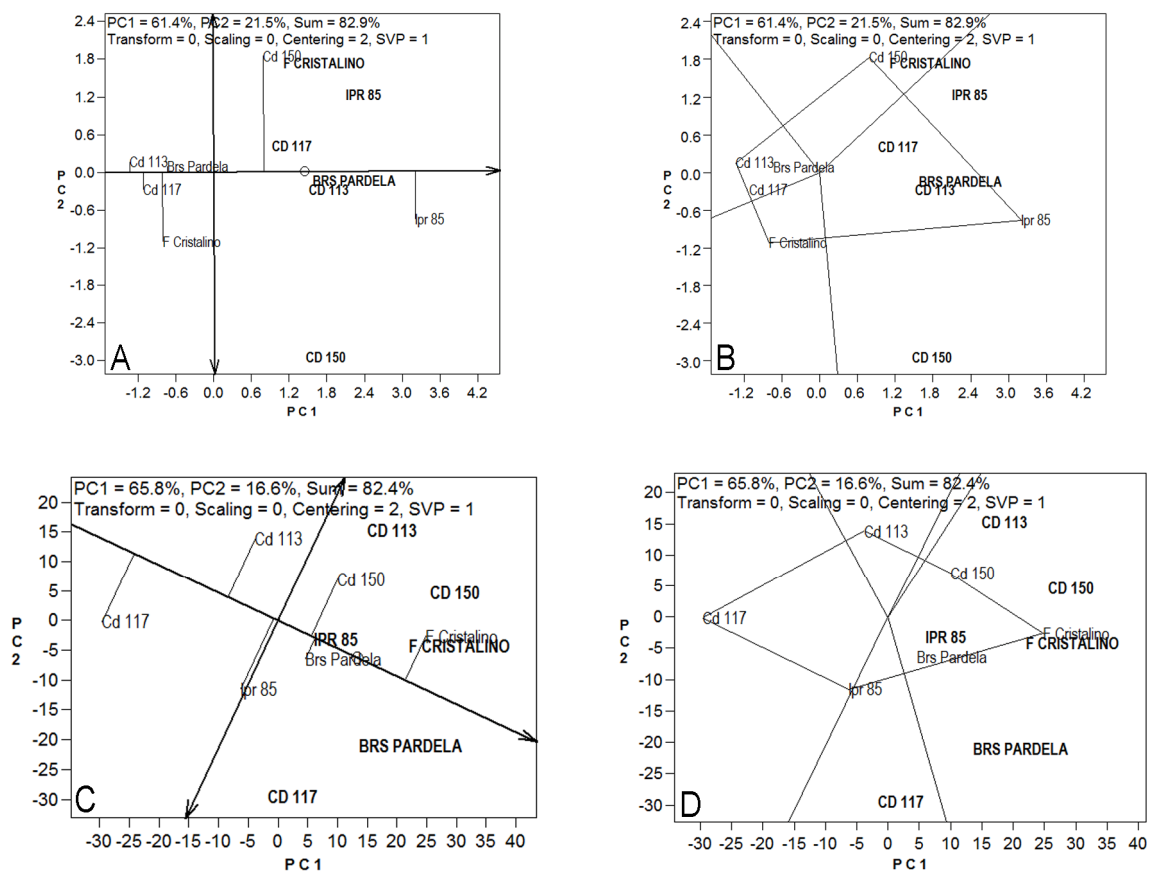


Figura 3. Análise dialélica pelo GGE Biplot de seis genitores de trigo. A) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para massa de mil grãos (MMG). B) Melhores cruzamentos para massa de mil grãos (MMG). C) Capacidade geral e específica de seis genitores de trigo para rendimento de grãos por hectare (RG). D) Melhores cruzamentos para rendimento de grãos por hectare (RG).

As maiores CGC para MMG foram observadas para os genitores IPR 85, BRS Pardela e CD 113 (Figura 3A). Ainda nas Figuras 3A e 3C, observa-se que os genitores CD 150 e CD 113 apresentaram elevadas estimativas de CEC e que, os genitores BRS Pardela, Fundacep Cristalino e CD 150 apresentaram elevadas CGC. Os genitores CD 113, CD 150 e Fundacep Cristalino apresentaram elevada CEC para RG. Na Figura 3B, verifica-se que os melhores cruzamentos para MMG foram entre Fundacep Cristalino X CD 150, IPR 85 X CD 117, IPR 85 X CD 113 e IPR 85 X BRS Pardela. Na Figura 3D, observa-se que os melhores cruzamentos para RG foram entre IPR 85 X BRS Pardela, CD 150 X CD 113, Fundacep Cristalino X CD 150 e Fundacep Cristalino X BRS Pardela.

Comparado com as metodologias convencionais de análise dialélica, o GGE biplot tem a vantagem de apresentar graficamente os dados, aumentando

muito a capacidade de interpretação de interações complexas (YAN & HUNT, 2002; BERTOIA; LÓPEZ; BURAK, 2006; DARVISHZADEH et al., 2009). Esta vantagem se sobressai principalmente quando se tem um grande número de genitores e combinações híbridas.

Os resultados gráficos de CGC (Figura 1, 2 e 3) confirmam que o GGE Biplot apresentou resultados coincidentes com as demais metodologias dialélicas, para os genótipos CD 150, BRS Pardela e Fundacep Cristalino. Similaridade entre os resultados da análise dialélica pelo método de Griffing (1956) e GGE Biplot são reportadas por vários autores (BHATNAGAR; BETRAN; ROONEY, 2004; DARVISHZADEH et al., 2009; MALLA et al., 2010; BOĆANSKI et al., 2011). Entretanto produziu resultados diferentes para os demais genitores. Como exemplo, pode ser observado que a análise GGE Biplot indicou o genótipo CD 113 como tendo elevas CGC para os caracteres NAF, NG, NE, ME, MG e MMG, o que não foi observado, na grande maioria dos casos, para as demais metodologias dialélicas.

Desta forma, os resultados da metodologia pioneira de Griffing (1956) foram complementados pela RELM/BLUP, que forneceu os resultados em função de valores genotípicos, e pela análise multivariada, que possibilitou informações úteis à seleção simultânea dos caracteres avaliados. Complementando essas informações, a análise gráfica através da metodologia GGE Biplot gerou informação resumida e permitiu uma melhor interpretação comparativa na escolha de genitores e combinações híbridas promissoras. A utilização conjunta destas metodologias possibilita uma maior segurança na indicação dos melhores genitores e combinações híbridas, de acordo com seus desempenhos de capacidades de combinação.

## 5 CONCLUSÕES

As análises dialéticas de Griffing (1956), REML/BLUP, multivariada e GGE Biplot, utilizada conjuntamente, possibilitaram maior segurança na seleção de genitores e cruzamentos de elevada capacidade geral e específica de combinação. A metodologia REML/BLUP forneceu resultados em função de valores genéticos. A capacidade de combinação multivariada possibilitou a indicação de genitores e seleção de cruzamentos promissores, gerando informações úteis à seleção simultânea dos caracteres selecionados. A análise gráfica GGE Biplot gerou informação resumida e permitiu uma melhor interpretação comparativa na escolha de genitores e combinações híbridas promissoras.

## REFERÊNCIAS

ABATE, Z.A.; MC KENDRY, A.L. Diallel analysis of Fusarium head blight resistance in genetically diverse winter wheat germplasm. **Euphytica** v.175, n.3, p.409-421, 2010.

ALLARD, Robert W. **Principles of plant breeding**. New York: J. Wiley. p.485. 1999.

ANTUNES, Irajá F.; VELLO, Natal A.; TEIXEIRA, Marcelo G.; SILVEIRA, Expedito P.; EMYGDIO, Beatriz M.; ZONTA, Élio P. Predição da produtividade de grãos de populações F2 de feijão a partir da média parental. **Ciência Rural**, v.28, p.357-360, 1998.

ARUNGA, Edith E.; VAN RHEENEN, Henk A; OWUOCHE, James O. Diallel analysis of Snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties for important trait. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, n.15, p.1951-1957, 2010.

AWAN, Shahid I.; MALIK, Mohammad F.A.; SIDDIQUE, Mohammad. Combining ability and intervarietal crosses in wheat. **Journal of Agriculture & Social Sciences**, vol.1, no.4, p.316-317, 2005.

BARBIERI, Rosa L.; CARVALHO, Fernando I.F. de; BARBOSA NETO, José F.; CAETANO, Vanderlei R.; MARCHIORO, Volmir S.; AZEVEDO, Roni de; LONRECETTI, Claudir. Análise dialélica para tolerância ao vírus-do-nanismo-amarelo-da-cevada em cultivares brasileiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.131-135, 2001.

BASAL, Huseyin; CANAVAR, Oner; KHAN, Naqiib U.; CERIT, Cem S. Combining ability and heterotic studies through line × tester in local and exotic upland cotton genotypes. **Pakistan Journal of Botany**, v.43, n.3, p.1699-1706, 2011.

BASTO, Irlane T.; BARBOSA, Márcio H.P.; CRUZ, Cosme D.; BURNQUIST, William L.; BRESSIANI, José A.; SILVA, Felipe L. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.199-206, 2003.

BENIN, Giovani; SILVA, Gionani O.; PAGLIOSA, Eduardo S.; LEMES, Cristiano; SIGNORINI, Anderson; BECHE, Eduardo; CAPELIN, Marcio A. Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.9, p.1145-1151, 2009.

BHERING, S.B.; SANTOS, HG.; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C.S.; ÁGLIO, M.L.D.; SOUZA, J.S. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008. 74p.



BERTOIA, Luiz; LÓPEZ, Cesar; BURAK, Ruggero. BIPLOT analysis of forage combining ability in maize landraces. **Crop Science**, v. 46, p. 1346-1353, 2006.

BHATNAGAR, S.; BETRAN, F.J.; ROONEY, L.W. Combining ability of quality protein maize inbreds. **Crop Science**, v. 44, p. 1997-2005, 2004.

BIDHENDI, Mozhgan Z.; CHOUKAN, Rajab; DARVISH, Farokh; MOSTAFAVI, Khodadad; HERVAN, Eslam M. Determination of combining abilities and heterotic patterns of fourteen medium to late maturing Iranian maize inbred lines using diallel mating design. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 16854-16865, 2011.

BOĆANSKI, Jan; NASTASIĆ, Aleksandra; STANISAVLJEVIĆ, Dušan; SREĆKOV, Zorana; MITROVIĆ, Bojan; TRESKIĆ, Sanja; VUKOSAVLJEV, Mirjana. Biplot analysis of diallel crosses of NS maize inbred lines. **Genetika**, v. 43, n. 2. p. 277-284, 2011.

BORDALLO, Patrícia N.; PEREIRA, Messias G.; AMARAL JÚNIOR, Antônio T.; GABRIEL, Ana P.C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.123-127, 2005.

BORGES, Vanderley; FERREIRA, Paulo V.; SOARES, Laílton; SANTOS, Gilcelene M.; SANTO, Amanda M.M. Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.4, p.643-649, 2010.

BRUM, Argemiro L.; MULLER, Patrícia K. A realidade da cadeia do trigo no Brasil: o elo produtores/cooperativas. **Rev. Econ. Sociol. Rural** . vol.46, n.1, p.145-169. 2008.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4 ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística – ESALQ, p.349. 1983.

CANÇADO, Geraldo M.A.; PARENTONI, Sidney N.; BORÉM, Aluízio; LOPES, Maurício A. Avaliação de nove linhagens de milho em cruzamentos dialélicos quanto à tolerância ao alumínio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.4, p.471-478, 2002.

CÁRDENAS, Olesia; GALINDO, P.; VICENTE-VILLARDÓN, J.L. Los métodos Biplot: evolución y aplicaciones. **Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura**, v.13, n.1, p.279-303, 2007.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/2012. Terceiro levantamento, Dezembro 2011. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos) Acessado: 14/01/2012.

COSTA, Mauro N.; PEREIRA, Walter E.; BRUNO, Riselane L.A.; FREIRE, Eleusio C.; NÓBREGA, Márcia B.M.; MILANI, Máira; OLIVEIRA, Ademar P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1617-1622, 2006.

CRUZ, Maria F.A.; SOUZA, Giselle A.; RODRIGUES, Fabrício A.; SEDIYAMA, Carlos S.; BARROS, Everaldo G. Reação de genótipos de soja à infecção natural por ferrugem asiática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.2, p.215-218, 2011.

CRUZ, Cosme D. **Programa Genes: análise multivariada e simulação**. Viçosa: UFV, 2006. 175p.

CRUZ, Cosme D.; REGAZZI, Aldair J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 390p. 1997.

DAĞÜSTÜ, N. Genetic analysis of grain yield per spike and some agronomic traits in diallel crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.32, p.249-25, 2008.

DARVISHZADEH, R.; BERNOUSI, I.; KIANI POORMOHAMMAD, S.; DECHAMP GUILLAUME, G.; SARRAFI, A. Use of GGEbiplot methodology and Griffing's diallel method for genetic analysis of partial resistance to phoma black stem disease in sunflower. **Acta Agriculturae Scandinavica**. v.59. n.6. p.485-490. 2009.

ELSAYED, A.Y.; SILVA HENRIQUES, D.; MIZUBUTI, E.S.G. CARNEIRO, C.P. Combining the monogenic and polygenic resistant genes to late blight in tomato. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.3, n.10, p.251-259, 2011.

ENGELSING, Marcio J.; ROZZETTO, Diane S.; COIMBRA, Jefferson L.M.; ZANIN, Claitson G.; GUIDOLIN, Altamir F.; Capacidade de combinação em milho para resistência a *Cercospora zeae-maydis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 232-241, 2011.

FARSHADFAR, Eztollah; RASOLI, Valiolla; SILVA, Jaime A.T.; FARSHADFAR, Mohsen Inheritance of drought tolerance indicators in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using a diallel technique. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, n.7, p.870-878, 2011.

FRANCO, Marília C.; CASSINI, Sérgio T.; OLIVEIRA, Valter R.; VIEIRA, Clibas; TSAI, Siu M.; CRUZ, Cosme D. Combining ability for nodulation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L) genotypes from Andean and Middle American gene pools. **Euphytica**, v.118, p.265–270, 2001.

GABRIEL, K. R.; The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, v.58, n.03, p.453–467, 1971

GARCIA, Carlos H.; NOGUEIRA Maria C.S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n.68, p.107-112, 2005.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, v.22, p.439-452, 1966.

GELETA, Legesse F.; LABUSCHAGNE, Maryke T. Combining ability and heritability for vitamin C and total soluble solids in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.1317-1320, 2006.

GONÇALVES-VIDIGAL, Maria C.; SILVÉRIO, Lucas; ELIAS, Haroldo T.; VIDIGAL FILHO, Pedro S.; KVITSCHAL, Marcus V.; RETUCI, Vanessa S.; SILVA, Claudete R. Combining ability and heterosis in common bean cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.9, p.1143-1150, 2008.

GRIFFING, B. Concept of general and specific ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p.462-93, 1956.

HALL, M.D.; VAN SANFORD, D.A. Diallel analysis of fusarium head blight resistance in soft red winter wheat. **Crop Science**, v.43, p.1663-1670, 2003.

HARRIS, Richard J. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic, 1975. 332p.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, n.6. 1954.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PANANÁ. Zoneamento da cultura do trigo. Disponível em: <http://www.iapar.br/>, acessado em: 16 de maio de 2007.

JOSHI, S.K.; SHARMA, S.N.; SINGHANIA, D.L.; SAIN, R.S. Combining ability in the F1 and F2 generations of diallel cross in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). **Hereditas**, v.141, n.2, p.115-121, 2004.

JUNG, Maricelma S.; VIEIRA, Eduardo A.; SILVA, Giovani O.; BRANCKER, Ademar; NODARI, Rubens O. Capacidade de combinação por meio de análise multivariada para caracteres fenotípicos em maracujazeiro-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.689-694, 2007.

KASHIF, Muhammad; KHALIQ, Ihsan. Determination of general and specific combining ability effects in a diallel cross of spring wheat. **Pakistan Journal of Biological Sciences**. V.6, n.18, p.1616-1620, 2003.

KHALIL, Ibni A.; RAHMAN, H.; SAEED, Nasir; KHAN, Naqib U.; DURRISHAWAR; NAWAZ, Iffat; ALI, Farhan; SAJJAD, M.; SAEED, Mohammad. Combining ability in maize single cross hybrids for grain yield: a graphical analysis. **Sarhad Journal Agriculture**, v.26, p.1-7, 2010.

KUMAR, A.; MISHRA, V.K.; VYAS, R.P.; SINGH, V. Heterosis and combining ability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.3 n.10, p.209-217, 2011.

KUMBOH, N.; BALOCH, M.J.; KUMBHAR, M.B.; KHANZADA, S.; JATOI, W.A. Diallel analysis for estimating combining ability in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences**. V.24, p.27-33, 2008.

LEDO, Carlos A.S.; FERREIRA, Daniel F.; RAMALHO, Magno A.P. Análise de variância multivariada para os cruzamentos dialélicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1214-1221, 2003.

LIMA, Paulo C.; FERREIRA, Daniel F.; BUENO FILHO, Júlio S. de S.; RAMALHO, Magno A.P. Somas de quadrados e hipóteses associadas ao modelo dialélico de Gardner e Eberhart. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1113-1121, 2003.

LOPES, P.S.; MARTINS, E.N.; SILVA, M.A; REGAZZI, A.J. **Estimação de componentes de variância**. Cadernos Didáticos, Viçosa, n.39, 1998.

LORENCETTI, Cláudio ; CARVALHO, Fernando I.F.; OLIVEIRA, Antonio C.; VALÉRIO, Igor P.; HARTWIG, Irineu; MARCHIORO, Volmir S.; VIEIRA, Eduardo A. Retrocruzamento como uma estratégia de identificar genótipos e desenvolver populações segregantes promissoras em aveia. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1118-1125, 2006a.

LORENCETTI, Cláudio ; CARVALHO, Fernando I.F.; OLIVEIRA, Antonio C.; VALÉRIO, Igor P.; VIEIRA, Eduardo A.; SILVA, José A.G.; RIBEIRO, Guilherme. Estimativa do desempenho de progênies  $F_2$  e  $F_3$  com base no comportamento dos genitores e dos híbridos  $F_1$  em aveia. **Bragantia**, v.65, p.207-214, 2006b.

LU, Huangju; MYER, Gerald O. Combining abilities and inheritance of yield components in influential Upland cotton varieties. **Australian Journal of Crop Science**, v.5. n.4. p.384-390, 2011.

KUREK, Andreomar J.; CARVALHO, Fernando I.F.; ASSMANN, Isidoro C.; CRUZ, Pedro J. Capacidade combinatória como critério de eficiência na seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 645-651, 2001.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Banco do Desenvolvimento do Paraná. Curitiba: UFPR / IBPT, 1968. 350p

MACHADO, Cristina F.; BOSCO DOS SANTOS, João; NUNES, Glauber H.S. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da divergência genética avaliada a partir de caracteres morfo-agronômicos. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.11-20, 2000.

MACHIKOWA, Thitiporn; SAETANG, Chiraporn; FUNPENG, Kiattisak. General and Specific Combining Ability for Quantitative Characters in Sunflower. **Journal of Agricultural Science**, v.3, n.1; p.91-95, 2011.

MALLA, Subas; IBRAHIM, Amir M.H.; GLOVER, Karl D.; BERZONSKY, Willian A. Combining ability for Fusarium head blight resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Communications in Biometry and Crop Science**, v.5, p.116-12, 2010.

MA B.L.; YAN, W.; DWYER, L.M.; FREGEAU-REID, J.; VOLDENG, H.D.; DION, Y.; NASS, H. Graphic analysis of genotype, environment, nitrogen fertilizer, and their interactions on spring wheat yield. **Agronomy Journal**, v.96, p.169-180, 2004..

MEBRAHTU, T.; DEVINE, T.E. Diallel analysis of sugar composition of 10 vegetable soybean lines. **Plant Breeding**, v.128, n.3, p.249-252, 2009.

MORENO-GONZÁLEZ, J.; ANDRÉS ARES, J.L.; ALONSO FERRO, R.; CAMPO RAMÍREZ, L. Genetic and statistical models for estimating genetic parameters of maize seedling resistance to *Fusarium graminearum* Schwabe root rot. **Euphytica**, v.137, n.1, p.55-61, 2004.

NASCIMENTO, Ildon R.; MALUF, Wilson R.; GONÇALVES, Luciano D.; FARIA, Maecos V.; RESENDE, Juliano T.V.; NOGUEIRA, Douglas W. Capacidade combinatória de linhagens de pimentão a partir de análise dialélica multivariada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.235-240, 2010.

PAINI, José N.; CRUZ, Cosme D.; DELBONI, Jânio S.; SCAPIM, Carlos A. Capacidade combinatória e heterose em cruzamentos intervarietais de milho avaliados sob as condições climáticas da região Sul do Brasil. **Revista Ceres**, v.43, p.288-300, 1996.

PASSOS, Adriana R.; SILVA, Simone A.; SOUZA, Cássia S.; SOUZA, Carlos M.M.; FERNANDES, Luciel S. Parâmetros genéticos de caracteres agronômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.45, n.7, p.709-714, 2010.

PATEL, J.A.; SHUKLA, M.R.; DOSHI, K.M.; PATEL, B.R.; PATEL, S.A.. Combining ability analysis for green fruit yield and components in Chilli (*Capsicum annum* L.) **Capsicum and Eggplant Newsletter**, n.17, p.34-37, 1998.

PATTERSON, H.D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, v.58, p.545-554, 1971.

PFANN, Alessandra Z.; FARIAI, Marcos V.; ANDRADE, Alex A. ; NASCIMENTO, Ildon R.; FARIA, Cacilda M.D.R.; BRINGHENTTI, Roni M. Capacidade combinatória entre híbridos simples de milho em dialélo circulante. **Ciência Rural**, v.39, p.635-641, 2009.

PURDY, Laurence H.; LOEGERING, W.Q.; KONZAK, C.F.; PETERSON, C.J.; ALLAN, R.E. A proposed standard method for illustrating pedigrees of small grains varieties. **Crop Science**, Madison, v.4, n.8, p.405-406. 1968.

RESENDE, Marcos D.V.; FURLANI-JUNIOR, Enes; MORAES, Mário L.T.; FAZUOLI, Luiz C. Estimaco de parâmetros genéticos e predico de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, v.60, p.185-193, 2001.

RESENDE, Marcos D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informaces Tecnológicas, 2002a. 975 p.

RESENDE, Marcos D.V. **Métodos estatísticos ótimos na anlise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas. 2004. (Documentos / Embrapa Florestas; ISSN 1517-526x. ISSN 1679-2599 (CD-ROM); 100)

RESENDE, Marcos D.V. **Software Selegen – RELM/BLUP**. Embrapa Floresta, Curitiba, 67p. (Documentos 77). 2002b.

RIBEIRO, Cristiane Z.; PINTO, Ronald J.B.; FRANCO, Francisco A.; MARCHIORO, Volmir S.; SCHUSTER, Ivan; VIEIRA, Elisa S.N. Anlise dialélica e uso de marcadores microssatélites na avaliao de cultivares de trigo. **Cincia Rural**, v.41, n.10, p.1732-1737, 2011a.

RIBEIRO, Guilherme; SILVEIRA, Gustavo; CRESTANI, Maraisa; NORBERG, Rafael; LUCHE, Henrique S.; MEZZALIRA, Itamara; CARVALHO, Fernando I.F.; OLIVEIRA, Antonio C. Diallel analysis in white oat cultivars subjected to water stress. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, p.125-132, 2011b.

ROCHA, Maria G.B.; Pires, Ismael E.; Rocha, Rodrigo B.; Xavier, Aloísio; Cruz, Cosme D. Seleo de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produo de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informao de divergncia genética. **Rev. Árvore**, v.31, n.6, p. 977-987. 2007.

ROOZEBOOM, Kraig L.; SCHAPAUGH, Willian T.; TUINSTRA, Mitchell R.; VANDERLIP, Richard L.; MILLIKEN, George A. Testing wheat in variable environments: genotype, environment, interaction effects, and grouping test locations. **Crop Science**, v.48, p.317-330. 2008.

SABAGHNIA, Naser; DEHGhani, Hamid; SABAGHPOUR, Sayyed H. Graphic analysis of genotype by environment interaction for lentil yield in Iran. **Agronomy Journal**, v.100, p.760–764, 2008.

SANCHES, Rafael E.; SCAPIM, Carlos A.; TESSMANN, Dauri J.; VIEIRA, Rafael A.; RODOVALHO, Marcos A.; MILANI, Klayton F. Genetic analysis of tropical rust resistance in popcorn lines. **Cincia Rural**, v.41, n.6, p.967-971, 2011.

SENA, M.M.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; POPPI, R.J. Discrimination of management effects on soil parameters by using principal component analysis: a multivariate analysis case study. **Soil and Tillage Research**, v.67, p.171-181, 2002.

SHARIFI, P.; DEGHANI, H.; MUMENI, A.; MOGHADDAM, M. Diallel analysis for heterosis study and estimation of genetic parameters for some morphological traits in rice. **Seed and Plant Improvement Journal**. v.26, n.1, p.77-104, 2010.

SILVA, Giovani O.; PEREIRA, Arione S.; SOUZA, Velci Q.; CARVALHO, Fernando I.F.; VIEIRA, Eduardo A. Capacidade de combinação multivariada para caracteres de tubérculo em gerações iniciais de seleção em batata. **Ciência Rural**, v.38, p.321-325, 2008.

SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

SRDIĆ, Jelena; PAJIĆ, Zorica; FILIPOVIĆ, Milomir; BABIĆ, Mliosav; SEČANSKI, Mile. Inheritance of ear yield and its components in sweet corn (*Zea mays* L. saccharat). **Genetika**, v.43, n.2, p.341-348, 2011.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3rded. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.

TRINDADE, Roberto S.; AMARAL JÚNIOR, Antonio T.; RODRIGUES, Rosana; VIANA, José M.S.; PEREIRA, Messias G.; GONÇALVES, Leandro S.A. Combining ability for morphoagronomic traits in common bean and snap bean. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.29, p.6240-6245, 2011.

VALÉRIO, Igor P.; CARVALHO, Fernando I.F.; OLIVEIRA, Antonio C.; SOUZA, Velci Q.; BENIN, Giovani; SCHMIDT, Douglas A.M.; RIBEIRO, Gruilherme; NORNBORG, Rafael; LUCH, Henrique. Combining ability of wheat genotypes in two models of diallel analyses. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.9, p.100-107, 2009.

VIANA, José M.S. The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model: combining ability analysis. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.4, p.877-881, 2000.

YAN, Weikai & HUNT. L. A. Biplot Analysis of Diallel Data. **Crop Science**, v. 42, p. 21-30. 2002.

YAN, Weikai; HUNT, L.A.; SHENG, Qinglai L.; SZLAVNICS, Zorka. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. **Crop Science**, v. 40, p. 597-605, 2000.

YAN, Weikai & KANG, M.S. **GGE Biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists**. Boca Raton. 2003.

YANG, Rong C. Mixed-model analysis of crossover genotypeenvironment interactions. **Crop Science**, v.47, p.1051-1062, 2007.

YÜCEL, Cemal; BALOCH, Faheem S.; HATIPOĞLU, Rüstü.; ÖZKA, Hakan. Genetic analysis of preharvest sprouting tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L. emend. Thell.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.35, p.9-22, 2011.

ZARE, Mahdi; CHOUKAN, Rajab; HERAVAN, Eslam M.; BIHAMTA, Mohammad R.; ORDOOKHANI, Kourosh. Gene action of some agronomic traits in corn (*Zea mays* L.) using diallel cross analysis. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.3, p.693-703, 2011.

ZENG, Linghe; MEREDITH JR., William R.; BOYKI, Deborah L. Germplasm potential for continuing improvement of fiber quality in upland cotton combining ability for lint yield and fiber quality. **Crop Science**, v.51, p.60-68, 2011.



## ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE 01- Foto do experimento a campo, no período de início do florescimento. .....	66
---	----

## APÊNDICES

APÊNDICE 01- Foto do experimento a campo, no período de início do florescimento.

