

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Curso de Pós Graduação em Agronomia – Sistemas de Produção

**POTENCIAL DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE MILHO, ORIUNDAS DE
POPULAÇÕES BRAQUÍTICAS, PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS**

BELISA CRISTINA SAITO

Ilha Solteira

2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“Potencial de Linhagens Experimentais de Milho, Oriundas de Populações Braquíticas, Para Produção de Híbridos”

BELISA CRISTINA SAITO

Orientador: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira
Fevereiro

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S158p Saito, Belisa Cristina.
Potencial de linhagens experimentais de milho, oriundas de populações braquíticas, para produção de híbridos / Belisa Cristina Saito. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2013
70 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2013

Orientador: João Antonio Da Costa Andrade
Inclui bibliografia

1. Agronomia. 2. Fitotecnia. 3. Genética e melhoramento de plantas.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Potencial de linhagens experimentais de milho, oriundas de populações braquíticas, para produção de híbridos

AUTORA: BELISA CRISTINA SAITO

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO
Departamento de Genética / Universidade de São Paulo

Data da realização: 20 de fevereiro de 2013.

DEDICO

Aos anjos que agora fazem parte do céu, tio **Jair De Araújo Marques** (in memoriam), tia **Rosa Saito Marques** (in memoriam) e **Thauany Saito Marques** (in memoriam), por terem compartilhado suas vidas conosco!

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Pela minha vida, pela minha fé.

A minha família, meu pai Goro Saito, minha mãe Mirian Cristina Savelli Saito, minha irmã Delise Gabriela Saito e o meu sobrinho Caio Augusto Saito Demori,

Pelo amor e carinho.

Ao meu namorado, Leandro Sanches Silva,

Pelo carinho, amor, compreensão, cumplicidade, enfim, por me ajudar nessa longa jornada que é a vida! Amo você!

A Érica Ribeiro,

Por toda a paciência, dedicação, compreensão e gargalhadas!

Ao meu orientador Dr. João Antônio da Costa Andrade,

Pelo aprendizado, compreensão, paciência e dedicação.

Aos meus amigos e colegas de curso,

Pelo carinho, companheirismo e amizade.

Aos queridos Aline Franco, Antônio Flávio Ferreira, Edjair Augusto Dal Bem, Leila Carla Rodrigues, Rafael Silva, Maria Suellem Silva e Wanderléia Rodrigues,

Pela amizade que cultivamos nesta pós graduação! Os momentos em que vivemos juntos estarão para sempre eternizados!!!

Aos grandes amigos de longa data, Marcos Antônio Calvo, Vítor José Catto Gomes, Lorena Baladelli Schelbauer, Roberto Ferreira e Guilherme Rodrigues Chote,

Pelo carinho, companheirismo, amizade e cumplicidade.

Aos grandes e eternos amigos da faculdade, Felipe Galvão Duarte, Rafael Cândido Silva,

Marcela Funaki dos Reis, Fabiane Ducca e Lorena Lucas Puerta,

Pelo carinho, companheirismo, amizade, cumplicidade, e por compartilharem momentos incríveis.

Aos colegas de trabalho, Janine Cristina Rodrigues, Janine Oliveira, Lucymar Rodrigues e Zilda Delalibera,

Pelo carinho, amor e incentivo constante.

Aos Professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia, da Unesp, Campus de Ilha Solteira,

Pela contribuição na minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES),

Pela bolsa de estudo concedida.

Aos companheiros de trabalho, Diego Zacarin, Rodolfo Gortan Martin e Jales Mendes

Oliveira Fonseca,

Pelo companheirismo, aprendizado e dedicação.

A minha querida Rafaella Vargas Rossini,

Pelo carinho, amizade e compreensão.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Unesp,

Pela ajuda, compreensão, dedicação e muita paciência. Sem vocês, este trabalho não seria realizado.

Enfim, agradeço imensamente a todos aqueles que contribuíram diretamente e indiretamente para a realização deste trabalho!

“Isso de querer
ser exatamente aquilo
que a gente é
ainda vai
nos levar além.”
Paulo Leminski

RESUMO

Muitos estudos para a escolha dos melhores genitores para a confecção de híbridos têm sido desenvolvidos, destacando-se o método dos cruzamentos dialélicos. Neste método, é possível avaliar as linhagens quanto a capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação. A CGC está relacionada ao comportamento médio da linhagem em combinações híbridas, principalmente devido aos efeitos aditivos dos genes; enquanto a CEC como o comportamento que leva certas combinações a serem superiores ou inferiores em relação à média dos cruzamentos, pela ação de genes dominantes ou de efeitos epistáticos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi indicar linhagens com boa capacidade de combinação para confecção de híbridos simples e fazer a predição de híbridos triplos e duplos, adaptados a alta população de plantas, com o uso de dialelo parcial, a partir de seis linhagens braquíticas oriundas da população Isanão-VF1 e sete linhagens braquíticas oriundas da população Isanão-VD1. Para isso foi utilizado um dialelo parcial 6x7, avaliando-se os híbridos em safra normal e segunda safra, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp – Câmpus de Ilha Solteira. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados em sistema de semeadura direta, com população de 80.000 plantas ha⁻¹. Houve interação significativa entre CGC e safras, para rendimento de grãos (RG), apenas para as linhagens do Isanão-VD1, enquanto os caracteres altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e acamamento mais quebramento (ACQ) tiveram interação significativa para ambos os grupos de linhagens. Quanto à CGC cinco e seis linhagens destacaram-se, respectivamente para primeira e segunda safras, participando da maioria dos melhores híbridos. Considerando a CGC e CEC para maior RG, maior precocidade, menor AP e AE, foi possível identificar híbridos promissores para as duas safras. Nos melhores híbridos triplos e duplos preditos, para as duas safras, houve a participação das linhagens com as maiores estimativas de CGC. As linhagens indicadas com características desejáveis para a confecção de híbridos simples, triplos e duplos para a primeira safra foram IVF1-5, IVF1-6, IVD1-1, IVD1-2 e IVD1-5, enquanto para a segunda safra foram IVF1-2, IVF1-10, IVF1-5, IVD1-8 e IVD1-9.

Palavras-chave: Dialelo parcial. Capacidade geral de combinação. Capacidade específica de combinação. Híbridos simples. Híbridos triplos. Híbridos duplos.

ABSTRACT

Many studies to choose the best parents for making hybrids have been developed, specially the method of diallel crosses. This method allows the evaluation of lines for the effects known as general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA). The GCA is related to the average performance of lines in hybrid combinations and is due to the additive effects of genes; the SCA is the effect related to specific crosses and is attributed to non additive (dominance and epistasis) gene effects. In this sense, the objective of this study was the identification of parents (maize inbred lines) with high combining ability aiming at the development of outstanding hybrids. For this purpose, thirteen brachytic inbred lines of two populations (six from Isanão VF-1 and seven from Isanão VD-1) were crossed following the partial diallel (6 x 7) scheme. Crosses were evaluated in two crop seasons (regular crop and second crop) in the research station (Fazenda de Ensino e Pesquisa) of UNESP - Campus Ilha Solteira. The experiments were designed as randomized blocks under a population density of 80 M plants ha⁻¹ with three replications. The interaction GCA x season was significant for yield only for lines of Isanão VD-1, while for the traits plant height, ear height and lodging the interaction GCA x season was significant for both groups of lines. For GCA, five and six outstanding lines were identified for the first and second crop season, respectively, for their participation in the best hybrids. When considering GCA and SCA for yield, earliness and small plant and ear height, it was possible to identify promising hybrids for the two seasons. The highest estimates of CGA effects indicated the highest predicted means for double and three-way crosses. The lines with desirable characteristics indicated for the development of hybrids from inbred lines were IVF1-5, IVF1-6, IVD1-1, IVD1-2 and IVD1-5 for the first season; and IVF1-2, IVF1-5, IVF1-10, IVF1-5, IVD1-8 and IVD1-9 for the second season.

Keywords: Partial diallel. General combining ability. Specific combining ability. Hybrids. Hybrid triple. Double hybrids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Organograma do programa de melhoramento de milho conduzido na UNESP – Campus de Ilha Solteira. FBT = Flintisa obtido em Baixa Tecnologia; FAT = Flintisa obtido em Alta Tecnologia; DBT = Dentado obtido em Baixa Tecnologia; SME = Seleção Massal Estratificada; SEMI = Seleção Entre Meios Irmãos; SEMIS1 = Seleção entre meios irmãos com recombinação de progênies S_1 27
- Figura 2 – Quadro com o esquema do dialelo parcial interpopulacional com linhagens dos Compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1 28
- Figura 3 – Gráfico de dispersão do rendimento de grãos (RG em kg ha^{-1}) em função do florescimento feminino (FF em dias) (A), da altura de plantas (AP em cm) (B) e da altura de espigas (AE em cm) (C), para a primeira safra, em Selvíria – MS. As linhas cheias cruzadas indicam as médias dos dois caracteres 51
- Figura 4 – Gráfico de dispersão do rendimento de grãos (RG em kg ha^{-1}) em função do florescimento feminino (FF em dias) (A), da altura de plantas (AP em cm) (B) e da altura de espigas (AE em cm) (C), para a segunda safra, em Selvíria – MS. As linhas cheias cruzadas indicam as médias dos dois caracteres 52

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm
Selvíria – MS, 2011 29
- Tabela 2 – Esquema das análises de variâncias individuais e conjuntas 33
- Tabela 3 – Esquema das análises dialélicas individuais e conjunta 34
- Tabela 4 – Quadrados médios da análise de variância e da análise dialélica para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [(ACQ em (plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS 36
- Tabela 5 - Estimativas da Capacidade Geral de Combinação das 13 linhagens oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (ACQ) e prolificidade (PRO), para primeira e segunda safra, em Selvíria – MS 39
- Tabela 6 – Estimativas da Capacidade Específica de Combinação dos híbridos entre linhagens oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, para a primeira safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (ACQ) e prolificidade (PRO), em Selvíria – MS 41
- Tabela 7 – Estimativas da Capacidade Específica de Combinação dos híbridos entre linhagens, oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, para a segunda safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (ACQ) e prolificidade (PRO), em Selvíria – MS 45

- Tabela 8 – Médias dos híbridos simples avaliados na primeira safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS 47
- Tabela 9 – Médias dos híbridos simples avaliados na segunda safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS 49
- Tabela 10 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VF1 e linhagem Isanão-VD1, com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a primeira safra 54
- Tabela 11 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VD1 e linhagem Isanão-VF1, com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a primeira safra 55
- Tabela 12 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VF1 e linhagem Isanão-VD1, com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a segunda safra 58

Tabela 13 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VD1 e linhagem Isanão-VF1, com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a segunda safra

59

Tabela 14 – Relação dos 30 híbridos duplos com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), preditos para a primeira safra

60

Tabela 15 - Relação dos 30 híbridos duplos de maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [ACQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), preditos para a segunda safra

61

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Plantas acamadas
ACQ	Acamamento mais quebramento
AE	Altura de espigas
AP	Altura de plantas
CEC	Capacidade específica de combinação
CGC	Capacidade geral de combinação
E	Estande
FF	Florescimento feminino
H	Híbridos
IVF1	Isanão-VF1
IVD1	Isanão-VD1
MG	Massa de grãos
NE	Número total de espigas na parcela
PRO	Prolificidade
Q	Plantas quebradas
RG	Rendimento de grãos
RGC	Rendimento de grãos corrigido para umidade ideal
S	Safras
U	Umidade dos grãos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CULTURA DA ESPÉCIE <i>Zea mays</i> L.	17
2.2	ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS	18
2.3	MILHO BRAQUÍTICO	19
2.4	CRUZAMENTOS DIALÉLICOS	21
2.5	DIALELOS PARCIAIS	22
2.6	CAPACIDADE GERAL E ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO	22
2.7	AVALIAÇÃO DE LINHAGENS E PREDIÇÃO DE HÍBRIDOS	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	MATERIAL	26
3.2	MÉTODOS	26
3.2.1	MULTIPLICAÇÃO DAS LINHAGENS	26
3.2.2	IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	28
3.2.3	AVALIAÇÕES FITOTÉCNICAS	29
3.2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	ANÁLISES PRELIMINARES E DIALÉLICAS	35
4.2	PREDIÇÃO DE HÍBRIDOS TRIPLOS E DUPLOS	53
5	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais amplamente cultivado pelo mundo, diversas pesquisas visando maximizar os ganhos na cultura foram desenvolvidas. O espaçamento, a densidade de plantas, ou até mesmo, aspectos ligados à nutrição, ou à fertilização do solo devem ser revistos, visando condições ótimas para o máximo rendimento.

Diversos estudos foram apresentados na tentativa de alcançar um alto rendimento de grãos em milho. Para isso tem sido buscadas mudanças na arquitetura das plantas e a utilização de diversos mutantes. Nesse contexto, Galinat (1998) afirma que a confecção de genótipos de milho adaptados a um determinado ambiente depende da recombinação de genes que, cooperativamente, sirvam à proposta adaptativa. Genótipos adaptados a determinados locais podem ser usados em outros locais com condições semelhantes, embora adaptação mais ampla (pelo menos a uma região) também seja buscada em milho. A utilização de altas densidades de plantas ainda não é uma prática corriqueira na região tropical, embora se entenda que a obtenção de genótipos adaptados a essa condição seja o caminho para atingir recordes de rendimento.

De acordo com Ali et al. (2003), mudanças na população de plantas e espaçamentos entre as linhas e entre as plantas acarretam em diferentes respostas morfofisiológicas entre os cultivares. Para Oliveira (1993), o rendimento de grãos é fortemente afetado quando são utilizadas cultivares com arquiteturas não adaptadas, ou seja, muito altas e com folhas horizontais, pois apresentam maior competição entre as plantas sob altas populações. Argenta et al. (2001), afirma que a teoria também indica que para o aproveitamento máximo do potencial genético de cada cultivar é necessário a utilização de uma perfeita distribuição de plantas. O sistema de cultivo em linhas, com grandes espaços entre si, implica em forte competição dentro das linhas enquanto entre as mesmas há desperdício de espaço, água, luz e nutrientes. No entanto, as diferenças na arquitetura das cultivares implicam em diferentes respostas quando se diminui o espaçamento entre as linhas e se aumenta ou não o espaçamento entre plantas. Como no Brasil a tendência de se usar espaçamentos reduzidos está sendo fortemente adotada, justifica-se a procura por híbridos que se adaptem a essa condição e que permitam alta densidade de plantas.

Com a identificação de genótipos portadores do gene braquítico, vislumbrou-se a possibilidade de desenvolver híbridos com maior resistência ao acamamento, devido ao seu porte reduzido, e com maior rendimento de grãos. Portanto, a obtenção de híbridos adaptados

à condição de alta densidade de plantas, resistentes ao acamamento e com maior rendimento de grãos tem sido a constante busca dos melhoristas.

Nos programas de melhoramento de milho é necessário identificar linhagens com melhor desempenho em combinações híbridas. Guimarães et al. (2007) afirma que o método dos cruzamentos dialélicos é amplamente utilizado pelos melhoristas. De acordo com Jung et al. (2007), um dos esquemas dialélicos mais empregados é o de Griffing (1956), que gera informações a respeito da concentração de genes com efeitos predominantemente aditivos, o que resulta em altos valores de CGC e da CEC, que é devida aos efeitos não aditivos. Cruz, Queiroz e Pereira Filho (2012) afirmam que os esquemas de análises dialélicas foram adaptados, buscando informações sobre o cruzamento entre dois grupos de linhagens de origens diferentes, visando a identificação de bons híbridos simples que cada vez mais são utilizados na agricultura brasileira.

O objetivo deste trabalho foi indicar linhagens com boa capacidade de combinação para confecção de híbridos simples e fazer a predição de híbridos triplos e duplos, adaptados a alta população de plantas, com o uso de dialelo parcial, a partir de seis linhagens braquíticas oriundas da população Isanão-VF1 e sete linhagens braquíticas oriundas da população Isanão-VD1.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CULTURA DA ESPÉCIE *Zea mays* L.

Segundo Galinat (1995), o milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, tribo Maydeae, espécie diplóide ($2n=20$), monóica e alógama. Sua origem data entre 7 e 10 mil anos atrás no México e na América Central e sua linha evolutiva é bastante discutida. Muitas hipóteses têm sido propostas no intuito de explicar a origem evolutiva do milho, a teoria mais consistente está relacionada a ascendência do milho à planta, denominada, teosinte, uma gramínea com muitas inflorescências sem sabugo e que pode cruzar naturalmente com o milho, produzindo descendentes férteis.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2004), o cultivo de milho está distribuído nas mais diversas altitudes, entre as latitudes 58° norte e 40° sul. Nesse contexto, Hallauer e Miranda Filho (1995), afirmam que a adaptação a diferentes ambientes de cultivo, resultou em uma ampla variabilidade genética, com aproximadamente 300 raças descritas e milhares de populações e amostras preservadas nos bancos de germoplasma. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento- CONAB (2013), no Brasil a cultura é a mais extensamente cultivada, estando presente em todo território nacional e atingindo cerca de 14,7 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 72,1 milhões de toneladas de grãos na safra 2012/2013.

De acordo com Santos (2009) apesar de o Brasil ocupar a terceira posição em área colhida de milho no mundo, os níveis de rendimento de grãos são baixos quando comparados aos dois maiores produtores mundiais, Estados Unidos e China. Isso está relacionado ao fato de que há um grande número de pequenos produtores cultivando o milho no país. Estes produtores não possuem altos níveis tecnológicos nem grandes extensões de terra, e, portanto, sua produção é voltada para o consumo e não há preocupação em produção comercial. Isso gera grande queda no rendimento médio do país, podendo-se observar variação de 693 kg ha⁻¹ (Rio Grande do Norte) a 7070 kg ha⁻¹ (Paraná).

Para Demétrio et al. (2008), o rendimento médio de grãos do milho nacional não demonstra o nível tecnológico já atingido por boa parte dos agricultores brasileiros voltados para lavouras comerciais. Fancelli e Dourado Neto (2004) afirmam que o baixo rendimento de grãos das lavouras de milho no Brasil está relacionado com a densidade inadequada de plantas por unidade de área, fatores ligados à fertilidade do solo e ao arranjo espacial de plantas.

Enquanto Sangoi et al. (2006) afirmam que este problema é decorrente do uso de genótipos e práticas de manejo inadequadas.

2.2 ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS

De acordo com Almeida e Sangoi (1996), o manejo ótimo da densidade de plantas está diretamente relacionado ao alto rendimento de grãos no milho, pois conforme afirmam Casal, Sanchez e Deregibus (1986) o estande influencia a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento e influencia na produção e partição de fotoassimilados. Sangoi et al. (2003), discorrem sobre a importância do estande ideal para a cultura, afirmando que o estande acima do ideal pode provocar a diminuição da atividade fotossintética e a sua eficiência de conversão de fotoassimilados em grãos, o que aumenta o intervalo entre o florescimento masculino e feminino, reduzindo o número de grãos por espiga.

Diversos trabalhos têm sido realizados para determinar a densidade ótima de plantas, utilizando-se híbridos de milho com elevado potencial de rendimento (SILVA; ARGENTA; REZERA, 1999; ALMEIDA et al., 2000; FLESCHE; VIEIRA, 2004; MARCHÃO; BRASIL; XIMENES, 2006; CRUZ et al., 2007). Os estudos conduzidos para identificar o arranjo ideal de plantas sempre objetivam determinar o número de plantas que é capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área do solo (MUNDSTOCK 1977; ALMEIDA; SANGOI 1996).

De acordo com Fornasieri Filho (1992), a partir de 1970, os melhoristas passaram a se preocupar com estudos sobre arquitetura de planta, baseados na premissa de que plantas de menor porte, com folhas eretófilas, permitiriam semeadura mais adensada, com maior capacidade fotossintética e assim, maior rendimento. Outra prática importante na determinação do rendimento de grãos é a utilização de espaçamentos menores entre linhas (ANDRADE et al., 2002; VALENTINUZ; BARBAGELATA; PAPANOTTI, 2003; LIU et al., 2004, CRUZ et al., 2007). Flénet et al. (1996) e Marchão, Brasil e Ximenes (2006), afirmam que a redução nesse espaçamento entre linhas, permite uma melhor distribuição de plantas, o que aumenta a eficiência na interceptação da luz, decorrente do aumento da produção fotossintética líquida, como afirmaram Bullock, Nielsen e Nyquist (1988).

Para Johnson, Hoverstad e Greenwald (1998), a elevação no rendimento de grãos com a redução do espaçamento entre linhas é resultado da melhor eficiência na interceptação da radiação e ao decréscimo da competição entre plantas por luz, água e nutrientes, em função da distribuição mais equidistante das plantas. Argenta et al. (2001), afirmam que essa redução no

espaçamento pode ser adequada, devido à arquitetura dos híbridos modernos, que possuem menor número de folhas, folhas mais eretas e menor área foliar, minimizando a competição por luz. Além dos efeitos observados na cultura, Maddonni, Gui e Cirilo (2001), afirmam ainda que a redução do espaçamento entre linhas pode aumentar ainda, a sua competitividade com as plantas daninhas, devido a maior quantidade de luz que é interceptada pelo dossel da cultura.

2.3 MILHO BRAQUÍTICO

Para Gaud (1968), as características de arquitetura mais baixa têm sido particularmente benéficas para a produção de diversas culturas. A introdução de cultivares anãs de trigo e arroz serviu como um marco inicial da “Revolução verde” do final do século 20. Durante este período, a geração de cultivares de alto rendimento aumentou significativamente o rendimento de cereais, especialmente na América Latina e na Índia.

Cultivares de alto rendimento possuem maior capacidade de absorção de nitrogênio e apresentam maior crescimento e alongamento celular. No entanto, as plantas mais altas são mais susceptíveis ao acamamento em resposta a condições climáticas adversas. Gale e Youssefian (1985) e Salamini (2003), afirmam que visando uma maior resistência ao acamamento, características anãs e semi-anãs foram identificadas e, posteriormente, melhoradas visando o alto rendimento. Para Hedden (2003), o aumento na produtividade de diversas espécies vegetais está associada a redução da altura das plantas.

De acordo com Kempton (1920), o braquítico é uma variação anã de milho, em que o comprimento dos entrenós é reduzido, sem corresponder a redução de outras partes da planta. Para com Penget al. (1999) e Monna et al. (2002), o braquitismo está associado a defeitos na biossíntese ou percepção do ácido giberélico (GA). No entanto, Vogler e Kuhle Meier (2003), afirmam que este mecanismo é um complexo fenômeno mediado por muitos hormônios vegetais, incluindo auxinas e brassinosteróides, bem como a giberelina.

De acordo com Zanette e Paterniani (1992), muitas pesquisas visando a obtenção de plantas de porte mais baixo em milho tem sido realizadas. Geralmente, as alternativas para a redução do porte da planta envolvem dois métodos, e são baseadas principalmente nos efeitos gênicos quantitativos ou qualitativos. Ainda de acordo com estes autores, quando a baixa arquitetura das plantas for devida à ação de poligenes, o método consiste na seleção, dentro da população normal, de plantas cada vez menores. No segundo método, ocorre a introdução de genes de efeito qualitativo. Nesta categoria, dispõe-se de muitos genes, com ênfase no gene

braquítico-2 (br-2), de efeito recessivo, que tem se mostrado favorável para a obtenção de populações de milho de porte baixo. Para fins de estabilidade fenotípica, nos dois métodos, devem ser aplicadas pressões de seleção adequadas.

Os primeiros resultados de trabalhos com milhos braquíticos não se caracterizavam por apresentar alto rendimento de grãos quando comparados com aqueles de porte normal. Leng (1957), avaliando híbridos braquíticos de milho, obteve rendimento de grãos de 8 a 20% menores do que os de arquitetura normal. De acordo com o autor, estaria relacionado a recuperação incompleta do genótipo original após a incorporação do gene br-2, a pouca oportunidade de seleção para a capacidade geral de combinação, a altura de plantas e o ataque de roedores. Para Campbell (1965), estes resultados estavam relacionados a programas reduzidos, sendo semeados em áreas onde a altura de planta não era um fator decisivo, ao número insuficiente de retrocruzamentos e às práticas culturais ineficientes. Entretanto, este mesmo autor, apresenta resultados de rendimentos de grãos semelhantes entre híbridos braquíticos e híbridos de arquitetura normal.

Paterniani (1973, 1978, 1980, 1982) em diversos estudos, apresentou resultados de avaliações de rendimentos de grãos obtidos com milho de porte baixo devido ao gene br-2. Nestes trabalhos, o milho Piranão, independentemente de se encontrar em fase de seleção, apresentou rendimento compatível aos melhores híbridos comerciais disponíveis no mercado na época.

Mashingaidze e Chinhema (2004) evidenciaram que não existiram diferenças significativas no rendimento de grãos entre seis pares de plantas portadoras do gene braquítico e plantas de arquitetura normal, híbridos simples quando avaliadas em áreas marginais e de alta pluviosidade do Zimbabwe. Mwale (1999) relataram que os híbridos braquíticos do Zimbabwe produziram mais que algumas variedades altas da Zâmbia em experimentos realizados naquele país.

Mutengwa, Gandiwa e Muchena (2012) afirmam que as variedades de milho braquíticos poderiam ser importantes, especialmente para as comunidades pobres em recursos agrícolas em ambientes com chuvas e fertilidade limitadas. Estas variedades podem ser consideradas como sendo mais eficientes no uso de água e nutrientes, uma vez que, não produzem biomassa desnecessária. Mashingaidze e Chinhema (2004) relataram que as raízes dos híbridos anões são mais finas e fibrosas do que os híbridos de arquitetura normal, podendo ser mais eficiente em extrair nutrientes imóveis e água, uma vez que existirá mais área de raiz em contato com o solo. Para Begna et al. (1999) e Cassani et al. (2009) os genes

que conferem o porte mais baixo as plantas de milho, podem ter favorecido a resistência ao acamamento e tolerância a altas densidades populacionais.

2.4 CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Hayman (1954) e Griffing (1956) descreveram o conceito de cruzamentos dialélicos, sendo imprescindível para o melhoramento de plantas, pois se utilizando esse método, é possível fazer inferências sobre a recombinação da variabilidade disponível, possibilitando a obtenção de novos genótipos.

Marchesan (2008) afirma que as análises dos cruzamentos dialélicos são comumente utilizadas na investigação de caracteres quantitativos no melhoramento vegetal. Sua utilização tem origem a partir do desenvolvimento dos conceitos de capacidades geral e específica de combinação, estabelecidos por Sprague e Tatum (1942). O primeiro esquema de análise de variância para tabelas dialélicas foi apresentado por Yates (1947).

De acordo com Cruz e Regazzi (2004), o termo dialelo é usado para expressar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos, resultante do cruzamento entre p genitores, que podem ser linhagens, variedades, clones, podendo ou não incluir os respectivos pais, os híbridos recíprocos e ainda outras gerações relacionadas. Para Miranda Filho e Geraldi (1984) o uso de cruzamentos dialélicos muitas vezes é limitado em virtude do grande número de cruzamentos necessários para avaliar um determinado número de linhagens. Na prática, os dialelos completos limitam o número de materiais a serem utilizados, requerendo muito esforço nas polinizações manuais para obtenção de todos os cruzamentos desejados. Mais recentemente outros esquemas dialélicos (parciais, circulante) foram apresentados para reduzir a quantidade de cruzamentos e permitir a avaliação de maiores quantidades de híbridos.

Lemos et al. (2002) afirmaram que o objetivo de um programa de melhoramento genético é a obtenção de híbridos, para isso é necessário avaliar as linhagens e o seu comportamento em combinações híbridas (capacidade de combinação), bem como o seu potencial “per se”. Cruz e Regazzi (2004) afirmam que além de serem úteis no processo de seleção de genitores, as análises dialélicas informam sobre importantes fenômenos genéticos, como heterose, controle genético dos caracteres e limites teóricos de seleção.

2.5 DIALELOS PARCIAIS

Os dialelos parciais envolvem dois grupos de parentais e seus respectivos cruzamentos. Segundo Cruz e Regazzi (2004) neste tipo de dialelo, as adaptações do modelo de Griffing (1956), de Gardner e Eberhart (1966) e de Hayman (1954), têm possibilitado maximizar as informações sobre os grupos estudados com um número menor de cruzamentos. Para Morello, Miranda Filho e Gorgulho (2001) esse modelo permite avaliar as análises de variância, estimar a variabilidade dentro dos grupos e verificar os efeitos da heterose resultante da hibridação entre os dois grupos distintos.

De acordo com Cruz e Regazzi (2004), as metodologias de análise dialélica visam verificar o delineamento genético definido, gerando estimativas de parâmetros genéticos úteis na seleção de progenitores para hibridação e no entendimento da natureza e magnitude dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres. É possível avaliar os efeitos da capacidade geral e específica de combinação de um grupo de genitores, bem como da interação entre os componentes da capacidade combinatória e o ambiente.

Segundo Gardner e Eberhart (1966), os estudos dos cruzamentos dialélicos auxiliam o melhorista de plantas na busca e tomada de decisões referentes à seleção de genitores que mostrem características superiores nas combinações híbridas.

2.6 CAPACIDADE GERAL E ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO

Os conceitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) foram propostos por Sprague e Tatum (1942), relacionando-os, respectivamente, aos efeitos gênicos aditivos e não aditivos (dominantes e epistáticos). Segundo estes autores, o conceito de Capacidade Geral de Combinação (CGC) pode ser definido como o comportamento médio da linhagem em combinações híbridas, principalmente devido aos efeitos aditivos dos genes, enquanto a Capacidade Específica de Combinação (CEC) é o desvio do comportamento em relação ao que seria esperado com base na CGC dos pais, estando relacionada com a ação dominante e/ou de efeitos epistáticos. Para se compreender melhor esses conceitos precisa ser esclarecido que as estimativas e comparações desses efeitos se aplicam a um grupo de genitores, sendo basicamente entendidos como componente de um modelo estatístico. A CGC de um genitor é um desvio em relação à média geral dos híbridos, devido aos genes com efeito aditivo desse genitor, em comparação com os demais genitores do grupo avaliado. A CEC é outro desvio não explicado

pela média geral mais a CGC dos genitores envolvidos no híbrido. Esse desvio ocorre devido à combinações específicas entre os genes de cada genitor para formar o genótipo do híbrido.

Vencovsky (1978) ressalta sobre a importância das estimativas de CGC e CEC, sendo elas úteis para direcionar os futuros trabalhos de hibridação, em que genitores com alta CGC devem resultar em boas combinações híbridas em cruzamentos com os demais genitores. Entretanto, Ramalho, Santos e Zimmermann (1993), afirmam que quando o dialelo é concluído, o melhorista está interessado em dar continuidade ao seu trabalho, ou seja, identificar o par, ou os pares de combinações híbridas que apresentem potencial de permitir identificar linhagens promissoras. Para isso é necessário obter informações sobre a CEC.

De acordo com Vencovsky (1978) e Falconer (1981) as estimativas de CEC só serão diferentes de zero na presença de dominância e quanto maior for a divergência dos dois genitores envolvidos. De acordo com Abreu (1997), uma alta CEC, indica a princípio que aquela combinação híbrida apresenta maior número de locos em heterozigose e, portanto, a população segregante dela derivada terá maior amplitude de variação, “[...] ampliando a chance de selecionar linhagens com desempenho superior à dos pais [...]” (VEIGA; FERREIRA; RAMALHO, 2000).

Cruz et al. (2004) afirmam que a melhor combinação híbrida deve apresentar maior estimativa de CEC e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos genitores apresente elevada CGC. Porém, deve-se ressaltar que dois genitores de elevada CGC nem sempre formarão a melhor combinação do dialelo, como afirmam Cruz e Vencovsky (1989), uma vez que eles podem ser pouco divergentes. Para que dois genitores de alta CGC também tenham uma alta CEC é necessário que o grupo de genes que confere a alta CGC de um seja muito diferente do grupo de genes que confere a alta CGC do outra.

Hallauer e Miranda Filho (1995) relatam que o conhecimento da magnitude dos efeitos de CGC e CEC, além de auxiliarem nos testes de hipóteses e predição de cruzamentos, também são importantes para o conhecimento da estrutura genética de linhagens e populações. Em função da confiabilidade das estimativas, CGC e CEC passaram a ser consideradas também como parâmetros importantes na avaliação e classificação das linhagens.

Deitos (2004) descreve sobre os resultados obtidos na literatura, evidenciando que de maneira geral os efeitos da CGC são mais expressivos que o da CEC como fontes de variação, independente do nível de significância. Os efeitos da CEC podem ser expressos em condições híbridas específicas, principalmente em linhagens pertencentes a grupos heteróticos distintos. Martins e Miranda Filho (1997) avaliando 30 linhagens braquíticas Dent e 15 linhagens Flint

em esquema de dialelo parcial constataram que a capacidade geral de combinação foi mais importante do que a capacidade específica de combinação, embora os efeitos da CEC tenham sido relativamente importantes em alguns cruzamentos específicos.

2.7 AVALIAÇÃO DE LINHAGENS E PREDIÇÃO DE HÍBRIDOS

Paterniani e Campos (2005) afirmam que em programas de melhoramento para a obtenção de híbridos estão envolvidas pelo menos quatro etapas: a escolha de populações, a obtenção de linhagens, a avaliação da capacidade de combinação das mesmas e testes extensivos das combinações híbridas obtidas.

Para Paterniani et al. (2008), o emprego de linhagens em programas de melhoramento de milho está associado à busca do vigor de híbrido, ou heterose, fenômeno que proporciona o grande rendimento em híbridos provenientes do cruzamento de parentais que exibem alta divergência entre si. Falconer (1981) sugere que, em qualquer grau de dominância superior a zero, a heterose é uma função da diferença da frequência alélica entre os genitores, existindo, portanto, uma correlação positiva entre divergência genética e heterose. Por esse motivo, Hallauer e Miranda Filho (1995), afirmam que as estimativas de diversidade entre linhagens vêm sendo utilizadas como meio de predição de cruzamentos superiores em programas de melhoramento de plantas.

O número de híbridos duplos e triplos que podem ser obtidos a partir de um grupo fixo de linhagens é muito grande. Mesmo usando-se o top-cross para avaliação preliminar das linhagens, o número final delas geralmente ainda é muito grande, para que se possa fazer a avaliação de todas as combinações possíveis. No entanto o top-cross pode ser utilizado nas fases iniciais do processo de obtenção das linhagens, para uma seleção inicial. Jenkins (1934) propôs um método de predição de híbridos duplos, utilizando dados dos híbridos simples entre as linhagens envolvidas. Sendo bem menor o número de híbridos simples possíveis entre n linhagens $[n(n-1)/2]$ que híbridos duplos $(3C_n^4)$, a metodologia tornou-se viável e tem sido empregada até hoje em alguns programas de melhoramento de milho.

Miranda Filho e Vencovsky (1999) adaptaram o esquema de dialelo circulante de Kempthorne e Curnow (1961) para dialelo parcial. Nesse esquema, a partir da avaliação de uma amostra dos híbridos simples é possível prever os híbridos simples não avaliados e os híbridos duplos e triplos. De acordo com Gonçalves (2011), nos métodos de predição que envolvam poucos cruzamentos, a previsão do rendimento dos híbridos com base apenas no conhecimento de parâmetros das linhagens e a alocação dessas linhagens em grupos

heteróticos, é de grande interesse dos melhoristas. Esses métodos podem ser aplicados em etapas do programa em que ainda se tem um número razoável de genitores. Uma sequência razoável pode ser a utilização de top-cross na geração S_3 ou S_4 , o dialelo parcial circulante em S_7 e então o dialelo parcial para a identificação final das melhores linhagens e melhores híbridos que poderão ser indicados para os ensaios preliminares de híbridos. Em um programa modesto pode-se pensar em avaliação de 150 linhagens de cada grupo heterótico em esquema top-cross, 20 linhagens de cada grupo no dialelo parcial circulante e oito a 10 linhagens de cada grupo no dialelo parcial.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

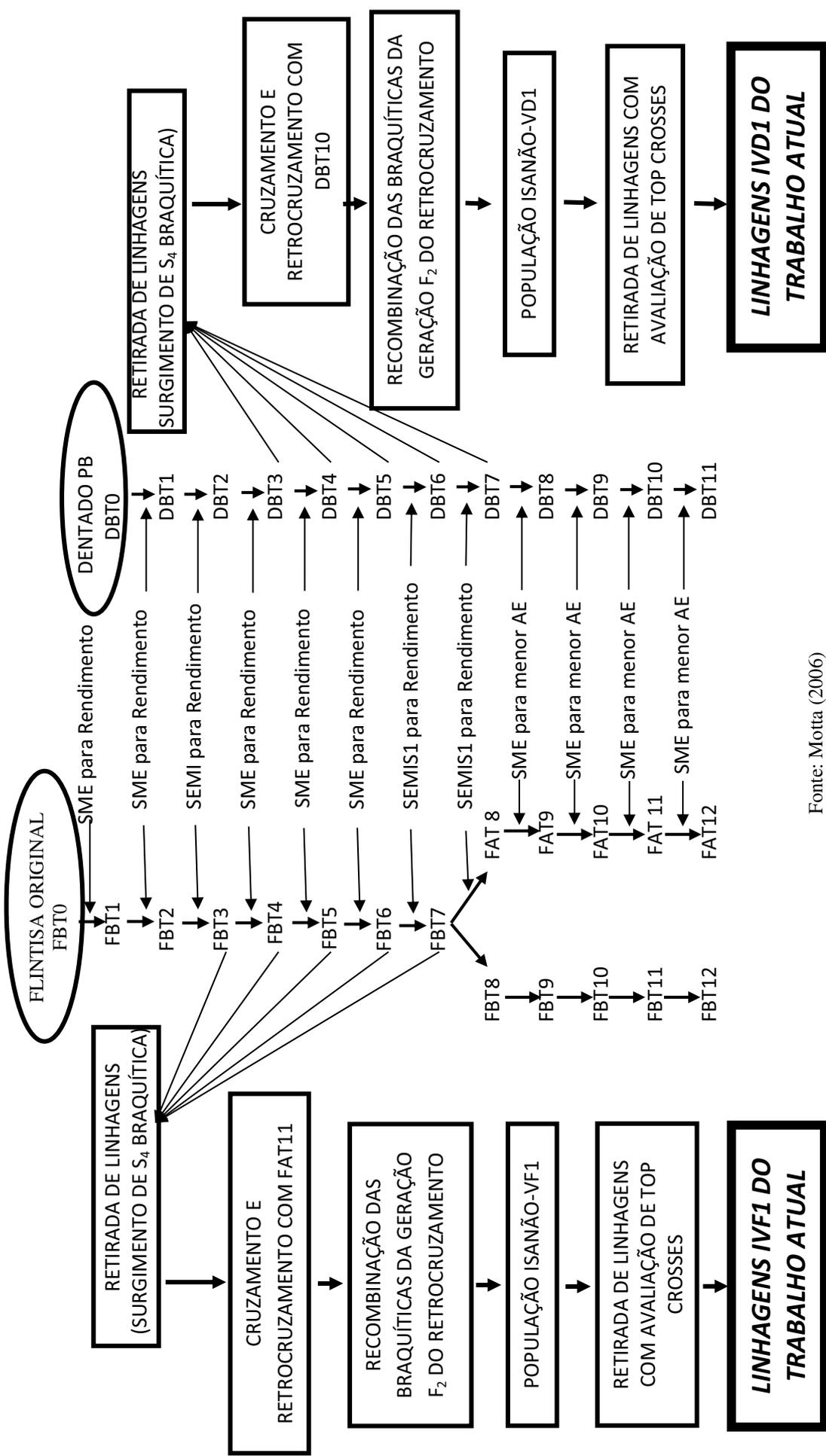
As populações Isanão-VF1 e Isanão-VD1 foram obtidas pela reincorporação de gen braquítico isolado na geração S_4 de autofecundação dos Compostos Flintisa e Dentado (altura normal). A reincorporação foi feita pelo cruzamento das progênies S_4 braquíticas com suas respectivas populações de origem, autofecundação e recombinação das plantas anãs da geração F_2 (Figura 1). Devido à sua arquitetura, vislumbrou-se a possibilidade da utilização dessas populações para processos de seleção recorrente intra e interpopulacional visando obtenção de genótipos adaptados à condição de alta população de plantas. Também a extração de linhagens de ambas as populações foi iniciada oito gerações atrás, resultando na obtenção de seis linhagens S_7 oriundas do Composto Isanão-VF1 e sete linhagens S_7 oriundas do Composto Isanão-VD1. Estas linhagens foram selecionadas com base em seu comportamento “per se” e em um top cross com participação de outras 100 linhagens de cada grupo, realizado na geração S_3 (dados não publicados).

3.2 MÉTODOS

3.2.1 MULTIPLICAÇÃO DAS LINHAGENS

Inicialmente as 13 linhagens foram multiplicadas por polinização manual (autofecundação), para obtenção de quantidade suficiente de sementes para obtenção dos híbridos. Para a obtenção dos híbridos foi realizado um dialelo parcial conforme o esquema da Figura 2, em que cada linhagem foi cruzada com todas as linhagens da população contrastante, obtendo-se 42 híbridos simples. Para isso os 42 pares de linhagens foram semeados três vezes, com intervalos de sete dias, visando coincidência de florescimento entre as linhagens para a realização da polinização manual em ambos os sentidos dentro de cada par, ou seja, sem separação dos cruzamentos recíprocos.

Figura 1 – Organograma do programa de melhoramento de milho conduzido na UNESP – Campus de Ilha Solteira. FBT = Flintisa obtido em Baixa Tecnologia; FAT = Flintisa obtido em Alta Tecnologia; DBT = Dentado obtido em Baixa Tecnologia; SME = Seleção Massal Estratificada; SEMI = Seleção Entre Meios Irmãos; SEMIS1 = Seleção entre meios irmãos com recombinação de progênies S₁.



Fonte: Motta (2006)

Figura 2 – Quadro com o esquema do dialelo parcial interpopulacional com linhagens dos Compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1.

		Linhagens do Composto Isanão-VD1						
		IVD1	IVD2	IVD3	IVD4	IVD5	IVD8	IVD9
Linhagens do Composto Isanão-VF1	IVF1	H ₁₁	H ₁₂	H ₁₃	H ₁₄	H ₁₅	H ₁₈	H ₁₉
	IVF2	H ₂₁	H ₂₂	H ₂₃	H ₂₄	H ₂₅	H ₂₈	H ₂₉
	IVF4	H ₄₁	H ₄₂	H ₄₃	H ₄₄	H ₄₅	H ₄₈	H ₄₉
	IVF5	H ₅₁	H ₅₂	H ₅₃	H ₅₄	H ₅₅	H ₅₈	H ₅₉
	IVF6	H ₆₁	H ₆₂	H ₆₃	H ₆₄	H ₆₅	H ₆₈	H ₆₉
	IVF10	H ₁₀₁	H ₁₀₂	H ₁₀₃	H ₁₀₄	H ₁₀₅	H ₁₀₈	H ₁₀₉

Fonte: a própria autora.

3.2.2 IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram instalados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP - Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS. A localização geográfica aproximada da área do experimento está na latitude de 20°20' S, longitude de 51°23' O e altitude de 335 metros. O relevo é caracterizado como moderadamente plano e ondulado. O clima predominante da região, conforme classificação de Köppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. De acordo com Centurion (1982) a precipitação pluvial média anual é de 1.330 mm, com temperatura do ar média anual de aproximadamente 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%. O solo local foi classificado por Demattê (1980) e reclassificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1999), como Latossolo vermelho distrófico (LVd).

Foram avaliados 42 híbridos oriundos de seis linhagens da população Isanão-VF1 e sete linhagens da população Isanão-VD1. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, sendo a semeadura da primeira safra em 6 de outubro de 2011 e a semeadura da segunda safra em 15 de março de 2011, realizadas em sistema de semeadura direta, distribuindo-se o dobro do número de sementes necessário. Posteriormente foi realizado o desbaste no estágio de seis folhas plenamente desenvolvidas. Cada parcela foi composta por duas linhas de 5m com espaçamento de 0,45m entre as linhas e 0,277m entre plantas

(população de aproximadamente 80.000 plantas ha⁻¹). A parcela foi utilizada integralmente para coleta de dados.

Na semeadura foram aplicados, no sulco, 200 g ha⁻¹ do composto a base de imidacloprido (150 g L⁻¹) e tiodicarbe (450 g L⁻¹), visando o controle de cupins e lagartas do solo. A adubação de base foi realizada de acordo com a análise química do solo (Tabela 1), visando um rendimento de 8.000 kg ha⁻¹, conforme recomendações de Cantarella et al. (1996), sendo aplicados 260 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16. Em cobertura foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de uréia, quando as plantas atingiram estágio de seis folhas estabelecidas.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm. Selvíria – MS, 2011.

Macronutrientes e resultados complementares											
pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	MO
CaCl ₂	— mg dm ⁻³ —		mmol _c dm ⁻³							— % —	
5,4	15	1	3,4	24	15	0	25	42,4	67,4	63	2,8
Micronutrientes											
B			Cu		Fe		Mn		Zn		
— mg dm ⁻³ —											
0,25			2,9		22		26,6		0,6		

⁽¹⁾ Método de análise do Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos (DEFERS/FEIS/UNESP); ⁽²⁾ Método da Resina; ⁽³⁾ SO₄²⁻. **Legenda:** pH – pH em cloreto de cálcio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V – saturação por bases; MO – matéria orgânica.

Fonte: Elaborada pela autora com os resultados do Laboratório.

3.2.3 AVALIAÇÕES FITOTÉCNICAS

Foram avaliados os seguintes caracteres:

- Florescimento feminino (FF) – número de dias após emergência para que 50% das plantas da parcela apresentassem estigmas com pelo menos 3 cm de comprimento, correspondendo ao estágio 5 de acordo com a escala fenológica proposta por Fancelli e Dourado Neto (2004);
- Altura de plantas (AP) – medida em cm, do nível do solo até o final da bainha da folha bandeira (média de cinco plantas competitivas da parcela);
- Altura de espigas (AE) – medida em cm, do nível do solo até a inserção da espiga superior (média de cinco plantas competitivas da parcela). Foram utilizadas as mesmas plantas das quais se obteve a altura média das plantas;

- Plantas acamadas (PA) – número de plantas com o colmo formando ângulo maior que 20° com a vertical na parcela;
- Plantas quebradas (Q) – número de plantas com os colmos quebrados abaixo da (s) espiga (s);
- Estande (E) – número de plantas na parcela no momento da colheita;
- Número de espigas (NE) – total de espigas produzidas na parcela;
- Massa de grãos (MG) – obtido a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na parcela, em kg;
- Umidade dos grãos (U) – medida em porcentagem, com utilização de aparelho eletrônico.

3.2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS

As análises estatísticas foram realizadas para os caracteres FF, AP, AE, número de plantas acamadas mais quebradas (AQ = PA+Q), prolificidade (PRO = NE/E) e rendimento de grãos (RG). RG foi obtido pela correção da MG para umidade uniforme de 13,0% e estande ideal de 36 plantas por parcela. Para correção de umidade utilizou-se da fórmula $RGC = MG(1-U)/(1-0,13)$, onde RGC = rendimento de grãos corrigido para a umidade ideal de 13%; MG = massa de grãos da parcela e U = umidade observada. Em seguida o RGC também foi corrigido para estande ideal de 36 plantas por parcela pela fórmula $RG = RGC - b(E-36)$, onde RG = rendimento de grãos corrigido para umidade constante e estande de 36 plantas por parcela; b = coeficiente de regressão do RGC em relação ao estande, obtido para cada experimento, pela análise de covariância entre as duas variáveis (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992) e E = estande observado em cada parcela. Para AQ os dados foram transformados para $[(\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5]^{0,5}$ e FF, AP e AE foram analisados diretamente como foram mensurados.

As análises dos experimentos foram realizadas utilizando o programa Genes (CRUZ, 2001), sendo que a análise de variância para cada safra foi realizada com base no modelo representativo do delineamento em blocos ao acaso

$$Y_{tr} = \mu + h_t + b_r + \varepsilon_{tr}, \text{ em que:}$$

Y_{tr} : valor observado para o híbrido t no bloco r;

μ : média geral do experimento;

h_t : efeito fixo do híbrido (experimental ou testemunha) t (t = 1, 2, ..., T);

b_r : efeito aleatório do bloco r ($r = 1, 2, \dots, R$);

ε_{tr} : erro aleatório associado à observação tr .

A análise conjunta foi realizada com base no modelo

$$Y_{trk} = \mu + (b/e)_{r(k)} + h_t + e_k + he_{tk} + \bar{\varepsilon}_{trk}, \text{ em que:}$$

Y_{trk} : observação do t -ésimo híbrido avaliado no r -ésimo bloco e k -ésima safra;

μ : média geral dos experimentos;

$(b/e)_{r(k)}$: efeito do bloco r dentro da safra k ;

h_t : efeito fixo do híbrido (experimental ou testemunha) t ;

e_k : efeito fixo da safra k ($k = 1, 2, \dots, K$);

he_{tk} : efeito da interação entre o híbrido (experimental ou testemunha) t e a safra k ;

$\bar{\varepsilon}_{trk}$: erro aleatório médio associado à observação trk .

Os esquemas das análises de variâncias individuais e conjuntas encontram-se na Tabela 2. O teste de comparação de médias foi realizado utilizando-se o teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Para realizar as análises dialélicas as análises de variâncias individuais e conjuntas também foram realizadas sem as testemunhas.

A análise dialélica, para cada safra (Tabela 3), foi realizada de acordo com o modelo II de Griffing (1956), adaptado para dialelos parciais de Geraldi e Miranda Filho (1988) cujo modelo é:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} : rendimento médio do híbrido entre a linhagem i e a linhagem j ;

μ : média geral do dialelo;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação da linhagem i ;

g_j : efeito da capacidade geral de combinação da linhagem j ;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação do híbrido ij ;

ε_{ij} : erro experimental associado à média do híbrido ij .

A análise dialélica conjunta (Tabela 3), adaptada do modelo dois de Griffing (1956), foi feita utilizando-se o modelo

$$Y_{ijk} = \mu + e_k + g_i + g_j + s_{ij} + (ge)_{ik} + (ge)_{jk} + (se)_{ijk} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} : rendimento médio do híbrido entre a linhagem i e a linhagem j , na safra k ;

μ : média geral dos híbridos envolvidos, considerando as duas safras;

e_k : efeito da safra k ;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação da linhagem i (população Isanão-VF1);

g_j : efeito da capacidade geral de combinação da linhagem j (população Isanão-VD1);

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação do híbrido ij ;

$(ge)_{ik}$: efeito da interação da capacidade geral de combinação da linhagem i (da população Isanão-VF1), com a safra k ;

$(ge)_{jk}$: efeito da interação da capacidade geral de combinação do linhagem j (da população Isanão-VD1) com o safra k ;

$(se)_{ijk}$: efeito da interação da capacidade específica de combinação do híbrido ij com a safra k ;

$\bar{\varepsilon}_{ijk} = (1/k) \sum_1^k \varepsilon_{ij}$: erro experimental médio associado à média do híbrido ij na safra k .

Com os valores da capacidade geral de combinação foram estimadas as médias dos híbridos triplos e duplos possíveis, pelas seguintes fórmulas, com utilizadas por Miranda Filho e Vencovsky (1999):

$$HT_{i'j} = m + (1/2)(g_i + g_{i'}) + g_j;$$

$$HT_{j'i} = m + (1/2)(g_j + g_{j'}) + g_i;$$

$$HD_{i'j'} = m + (1/2)(g_i + g_{i'} + g_j + g_{j'}).$$

Esta metodologia é a mesma utilizada por JENKINS (1934), em que a média dos híbridos triplos e duplos corresponde à média dos híbridos simples não parentais envolvidos, ou seja:

$$HT_{i'j} = (1/2)(HS_{ij} + HS_{i'j});$$

$$HT_{j'i} = (1/2)(HS_{ji} + HS_{j'i});$$

$$HD_{i'j'} = (1/4)(HS_{ij} + HS_{ij'} + HS_{i'j} + HS_{i'j'}).$$

Tabela 2 – Esquema das análises de variâncias individuais e conjuntas.

FV	GL*	SQ	QM	F
Análise de variância individual				
Blocos	R-1	SQB	QMB	
Híbridos	T-1	SQT	QMT	QMT/QMR
Híbridos Exp. (H)	H-1	SQH	QMH	QMH/QMR
Testemunhas (Te)	Te-1	SQTe	QMTe	QMTe/QMR
H vs Te	1	SQHvsT	QMHvsT	QMHvsT/QMR
Resíduo	(T-1)(R-1)	SQR	QMR	
Total	TR-1	SQTo		
Análise Conjunta				
Blocos/Safras	K(R-1)	SQB	QMB	
Safras (S)	K-1	SQE	QME	QME/QMR
Híbridos	T-1	SQT	QMT	
Híbridos Exp. (H)	H-1	SQH	QMH	QMH/QMR
Testemunhas (Te)	Te-1			
H vs Te	1	SQHvsT	QMHvsT	QMHvsT/QMR
H x S	(H-1)(K-1)	SQHE	QMHE	QMHE/QMR
Te x S	(Te-1)(K-1)			
(H vs T) x S	K-1	SQHvsTE	QMHvsTE	QMHvsTE/ QMR
Erro médio	K(T-1)(R-1)	SQR	QMR	
TOTAL	TRK-1	SQTOTAL		

* - $T = H + Te$.

Fonte: a própria autora.

Tabela 3 – Esquema das análises dialéticas individuais e conjuntas.

FV	GL	SQ	QM	F
Individual				
Híbridos	IJ-1	SQH	QMH	QMH/ QMR
CGC IVF1	I-1	SQCGC IVF1	QMC GC IVF1	QMC GC IVF1/QMR
CGC IVD1	J-1	SQCGC IVD1	QMC GC IVD1	QMC GC IVD1/QMR
CEC (IVF1 x IVD1)	(I-1)(J-1)	SQCEC	QMCEC	QMCEC/QMR
Resíduo	(I-1)(R-1)	SQR	QMR	
Conjunta				
Híbridos (H)	IJ-1	SQH	QMH	QMH/QMEM
CGC IVF1	I-1	SQGIVF1	QMGIVF1	QMGIVF1/ QMEM
CGC IVD1	J-1	SQGIVD1	QMIVD1	QMIVD1/ QMEM
CEC	(I-1)(J-1)	SQCEC	QMCEC	QMCEC/ QMEM
SAFRAS (E)	K-1	SQE	QME	QME/QMEM
H x E	(IJ-1)(K-1)	SQHE	QMHE	QMHE/QMEM
CGC IVF1 x E	(I-1)(K-1)	SQGIVF1E	QMGIVF1E	QMGIVF1E/QMEM
CGC IVD1 x E	(J-1)(K-1)	SQGIVD1E	QMGIVD1E	QMGIVD1E/QMEM
CEC x E	(I-1)(J-1)(K-1)	SQCECE	QMCECE	QMCECE/QMEM
ERRO MÉDIO	K(I-1)(R-1)	SQRM	QMEM	

Fonte: a própria autora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES PRELIMINARES E DIALÉLICAS

Pela análise de variância conjunta (Tabela 4) verificou-se significância dos quadrados médios de híbridos para todos os caracteres, enquanto que nas análises de variância individuais houve significância para primeira safra para os caracteres RG, FF, AP, AE e PRO. Na segunda safra os quadrados médios foram significativos para FF, AP, AE e AQ. Portanto, para RG na segunda safra, estatisticamente os híbridos são iguais, embora tenha havido uma variação entre 3.477 kg ha^{-1} (IVF1-1 x IVD1-3) e 6.355 kg ha^{-1} (IVF1-10 x IVD1-4). Isso ocorreu devido à menor precisão experimental, pois na primeira safra o coeficiente de variação foi de 13,46%, enquanto na segunda foi de 22,60%.

A análise dialélica conjunta (Tabela 4) evidenciou que existem diferenças significativas entre as safras para os caracteres RG, FF, AP, AE e AQ, devido às condições climáticas muito diferentes, o que também foi verificado por Bento, Ramalho e Souza (2003). As diferenças entre híbridos foram significativas para todos os caracteres e a interação híbridos x safra foi significativa para RG, FF, AP, AE e AQ, evidenciando que as safras influenciaram os híbridos de maneira diferente para esses caracteres, o que também foi observado por Beck, Vasal e Crossa (1990). No trabalho conduzido por esses autores, além da interação significativa entre genótipos e locais, também houve significância para a interação CGC x locais, para os caracteres RG, FF, AP e AE.

A interação CGC IVF1 x S foi significativa para AP, AE e AQ, enquanto CGC Isanão-VD1 x S foi significativa para RG, FF, AP, AE e AQ, fato também observado por Beck, Vasal e Crossa (1990). Nevado e Cross (1990), avaliando três dialelos de oito sintéticos em nove ambientes por três anos, também observaram interação significativa entre genótipos e ambientes para rendimento de grãos, número de espigas por planta, peso de 200 grãos e número de grãos por fileira.

Embora a interação CGC IVF1 x S não tenha sido significativa para RG, optou-se pela discussão para cada safra separadamente pelo fato das demais interações terem sido significativas. Havendo interação para o grupo de linhagens Isanão-VD1 é possível a existência de linhagens particularmente com melhor desempenho em uma das safras, na confecção dos híbridos.

Tabela 4 – Quadrados médios da análise de variância e da análise dialélica para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebramento [AQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS.

FV	GL	RG	FF	AP	AE	ACQ ¹	PRO
PRIMEIRA SAFRA							
BLOCOS	2	7,03 x 10 ⁶	24,94	71,54	8,46	0,853	0,036
HÍBRIDOS	41	2,21 x 10 ^{6**}	6,45*	437,45**	402,50**	0,324	0,012*
CGC IVF1	5	3,72 x 10 ^{6**}	9,48*	1225,17**	482,02**	0,420	0,031**
CGC IVD1	6	6,49 x 10 ^{6**}	21,44**	342,98	1511,65**	0,489	0,010
CEC	30	1,10 x 10 ⁶	2,95	325,06	167,41	0,274	0,009
RESÍDUO	82	0,85 x 10 ⁶	3,52	233,54	108,89	0,276	0,007
MÉDIA		6769	51,7	204,5	115,3	1,27	0,91
MÉDIA TEST		7724	52	198,7	101	1,05	0,95
CV (%)		13,46	3,75	7,62	11,12	41,09	8,99
SEGUNDA SAFRA							
BLOCOS	2	2,51 x 10 ⁶	0,87	218,077	128,96	1,359	0,0041
HÍBRIDOS	41	1,17 x 10 ⁶	3,75**	680,99**	283,30**	1,838**	0,012
CGC IVF1	5	0,83 x 10 ⁶	5,12*	552,39**	141,02	7,018**	0,018
CGC IVD1	6	1,10 x 10 ⁶	3,96	850,39**	383,31*	1,677*	0,005
CEC	30	1,25 x 10 ⁶	3,48*	668,54**	287,02**	1,006	0,012
RESÍDUO	82	1,02 x 10 ⁶	1,85	90,56	138,99	0,683	0,008
MÉDIA		4588	62,1	185,7	103,6	2,78	0,92
MÉDIA TEST		4936	61,33	180,33	95	2,40	1,02
CV (%)		22,60	2,17	5,22	11,40	29,81	9,55
CONJUNTA							
HÍBRIDOS (H)	41	2,00 x 10 ^{6**}	5,26**	366,45**	312,28**	0,976**	0,014**
CGC IVF1	5	3,55 x 10 ^{6**}	9,92**	436,86*	190,59	4,024**	0,036**
CGC IVD1	6	4,05 x 10 ^{6**}	14,28**	604,53**	1120,23**	0,452	0,008
CEC	30	1,33 x 10 ⁶	2,68	307,10*	170,97	0,572	0,012*
SAFRAS (S)	1	299 x 10 ^{6**}	6789,13**	22289,29**	8563,33**	142,995**	0,003
H x S	41	1,38 x 10 ^{6*}	4,95**	751,99**	373,52**	1,186**	0,009
CGC IVF1 x S	5	0,99 x 10 ⁶	4,68	1340,70**	432,45**	3,414**	0,012
CGC IVD1 x S	6	3,54 x 10 ^{6**}	11,12**	588,84**	774,73**	1,715**	0,007
CEC x S	30	1,01 x 10 ⁶	3,76	686,50**	283,46**	0,708	0,009
ERRO MÉDIO	164	0,94 x 10 ⁶	2,69	162,05	123,94	0,479	0,007
MÉDIA GERAL		5678	56,9	195,1	109,5	2,02	0,92
CV (%)		17,02	2,8	6,5	10,17	34,19	9,12

** , * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F; ¹ - Transformada para [(plantas parcela⁻¹) + 0,5]^{0,5}.

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

A análise dialélica (Tabela 4) evidenciou diferenças significativas para CGC das linhagens de Isanão-VF1, nas duas safras, para FF e AP. Para a primeira safra também houve significância para RG, AE e PRO, enquanto para a segunda safra apenas para AQ. Os quadrados médios da CGC do grupo de linhagens Isanão-VD1 foram significativos para RG, FF e AE na primeira safra e AP, AE e AQ na segunda safra. As condições ambientais não permitiram discriminação entre as CGC das linhagens de ambos os grupos na segunda safra (Tabela 4).

Na primeira safra as linhagens oriundas do composto Isanão-VF1 que apresentaram CGC positiva para RG (Tabela 5) foram IVF1-6 (398 kg ha⁻¹), IVF1-10 (375 kg ha⁻¹) e IVF1-5 (308 kg ha⁻¹), enquanto as oriundas do composto Isanão-VD1 foram IVD1-5 (740 kg ha⁻¹), IVD1-1 (521 kg ha⁻¹), IVD1-2 (479 kg ha⁻¹) e IVD1-8 (32 kg ha⁻¹). Essas linhagens possuem maior concentração de alelos favoráveis para aumento do RG. Ainda na primeira safra, não houve significância da CEC para RG, fato que também foi observado por Gorgulho e Miranda Filho (2001) e Morello, Miranda Filho e Gorgulho (2001). No entanto estes autores trabalharam com genitores de base genética ampla, onde os efeitos da CGC normalmente são mais importantes do que os da CEC.

Na segunda safra, as condições mais estressantes não permitiram detectar diferenças significativas entre as estimativas da CGC das linhagens de ambos os grupos (Tabela 4). Neste caso as estimativas da CGC que variaram de -250 a 287 kg ha⁻¹ (grupo oriundo de Isanão-VF1) e -431 a 247 kg ha⁻¹ (grupo oriundo de Isanão-VD1) são estatisticamente iguais e indicam uma semelhança na concentração de alelos favoráveis e desfavoráveis, com efeitos aditivos, para RG em todas as linhagens, dentro de cada grupo. Como na primeira safra houve diferenças, entende-se que muitos locos com expressão significativa nessa safra não se expressaram na segunda safra, em relação aos efeitos aditivos de seus alelos, não sendo possível descartar também a menor precisão experimental. Sendo assim, as melhores linhagens para confecção de híbridos para a primeira safra também poderão ser indicadas para a segunda. Outra estratégia será a busca por linhagens mais precoces e com melhor arquitetura, com base em FF, AP, AE e AQ, uma vez que para estes caracteres houve significância da CGC para pelo menos um dos grupos de linhagens.

Para a precocidade na primeira safra destacaram-se duas linhagens do Isanão-VF1 e quatro do Isanão-VD1, sendo que as duas com maior tendência de diminuição do ciclo foram IVF1-5 (-1,13 dias) e IVD1-9 (-1,09 dias). Na segunda safra apenas as linhagens oriundas do composto Isanão-VF1 diferiram significativamente, destacando-se IVF1-10 e IVF1-5 com -0,51 dias e IVF1-2 com -0,27 dias.

Na primeira safra, para AP e AE, três linhagens apresentaram CGC favoráveis para a diminuição dos caracteres, sendo IVF1-4 com -13,25 cm e -7,48 cm, IVD1-4 com -7,31 cm e -7,23 cm e IVD1-1 com -0,75 cm e -10,56 cm, respectivamente. Na segunda safra a linhagem IVD1-9 apresentou a melhor CGC para os dois caracteres (-8,67 cm para AP e -8,85 cm para AE). Segundo Farinelli et al. (2003), genótipos com baixos valores de altura de plantas e de espigas, possuem grande potencial para cultivo em populações adensadas em virtude da disposição anatômica das folhas, o que também foi observado por Kappes et al. (2011) no híbrido AG9010.

Houve significância das CGC para AQ, em ambos os grupos, apenas para a segunda safra (Tabela 4). A melhor linhagem foi IVF1-1 [CGC = $-0,598 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$] seguida da linhagem IVD1-8 [CGC = $-0,405 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$] (Tabela 5). Outras cinco linhagens apresentaram estimativas favoráveis para a diminuição do AQ, sendo elas IVF1-2 [$-0,298 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$], IVF1-4 [$-0,143((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$], IVF1-5 [$-0,240 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$], IVD1-4 [$-0,293 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$] e IVD1-9 [$-0,235 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$].

A CGC da PRO foi significativa apenas na primeira safra para as linhagens oriundas do composto Isanão-VF1, destacando-se IVF1-5 (0,057 espigas planta⁻¹), IVF1-1 (0,018 espigas planta⁻¹) e IVF1-6 (0,015 espigas planta⁻¹). Locatelli, Federizzi e Naspolini Filho (2002), avaliando PRO em nove linhagens endogâmicas de milho, também não encontraram grandes diferenças para esse caráter.

Considerando todos os caracteres para o grupo IVF1 na primeira safra, as linhagens IVF1-5 e IVF1-6 são as que mais se aproximam das condições ótimas (maior CGC para RG e PRO e menor para FF, AQ, AP e AE) para esse grupo. No primeiro caso apenas para AE (CGC de 0,81 cm) e AQ (CGC de $0,23 [(\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$] a linhagem não se coloca entre as melhores. No segundo isso ocorre apenas para FF (CGC de 0,02 dias) e AP (CGC de 3,18 cm). Na maioria desses casos desfavoráveis as estimativas da CGC são baixas ou não são significativamente diferentes das demais. Exceção é o caso da AP para a linhagem IVF1-6 que, entretanto, apresenta condição favorável para AE, o que é mais importante em termos de arquitetura para suportar altas densidades populacionais. Portanto estas podem ser eleitas as linhagens com melhores características gerais para confecção de híbridos com as linhagens do grupo Isanão-VD1.

Tabela 5 - Estimativas da Capacidade Geral de Combinação das 13 linhagens oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebraamento (AQ) e prolificidade (PRO), para primeira e segunda safra, em Selvíria – MS.

Linhagem	RG (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ACQ ¹	PRO (espigas plantas ⁻¹)
Primeira safra						
IVF1-1	-144	0,21	1,04	-2,19	-0,069	0,018
IVF1-2	-340	-0,37	6,61	3,10	-0,203	-0,034
IVF1-4	-596	0,68	-13,25	-7,48	0,017	-0,048
IVF1-5	308	-1,13	-4,20	0,81	0,23	0,057
IVF1-6	398	0,02	3,18	-0,81	-0,003	0,015
IVF1-10	375	0,59	6,61	6,57	0,028	-0,006
Segunda safra						
IVF1-1	-154	0,49	-6,67	-2,77	-0,598	0,039
IVF1-2	-3	-0,27	-0,96	-0,96	-0,298	-0,011
IVF1-4	-250	0,21	2,85	2,90	-0,143	-0,015
IVF1-5	287	-0,51	8,09	3,47	-0,240	0,008
IVF1-6	-42	0,59	0,23	-0,58	0,234	0,022
IVF1-10	162	-0,51	-3,53	-2,06	1,045	-0,043
IVD1-1	69	0,37	-5,56	-0,46	0,130	0,001
IVD1-2	247	-0,30	8,50	4,60	0,273	0,009
IVD1-3	-431	-0,75	-0,89	1,15	0,160	0,011
IVD1-4	17	0,25	9,94	3,71	-0,293	-0,031
IVD1-5	-237	0,64	-1,67	-2,63	0,370	0,006
IVD1-8	134	-0,25	-1,67	2,48	-0,405	0,020
IVD1-9	202	0,03	-8,67	-8,85	-0,235	-0,015

¹ - Transformada para [(plantas parcela⁻¹) + 0,5]^{0,5}.

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Ainda para a primeira safra, para o grupo Isanão-VD1, considerando todos os caracteres, a linhagem IVD1-1 se aproxima muito da condição ideal com estimativas de CGC favoráveis para todos os caracteres. As linhagens IVD1-2 e IVD1-5, embora estejam entre as melhores para RG, não são satisfatórias para os demais caracteres, especialmente AP (CGC de 6,75 cm e 2,91 cm) e AE (CGC de 4,05 cm e 13,66 cm). Elas podem ser consideradas nos casos em que AP e AE não precisem ser levadas em conta e considerando utilização de populações menores. Como a CGC para AQ $[-0,316 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}]$ é favorável para a linhagem IVD1-5, ela poderá ser considerada uma vez que seus híbridos poderão ter boa qualidade de colmo, embora com tendência de maior AP e AE.

Para o grupo Isanão-VF1 na segunda safra, considerando apenas os caracteres em que a CGC foi significativa (FF, AP e AQ), a melhor linhagem foi IVF1-2, cujas estimativas indicam tendência de produção de híbridos mais precoces, com menor altura e mais resistentes ao acamamento. A linhagem IVF1-10 apesar de apresentar característica desfavorável quanto a AQ $(1,045 ((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5})$, merece destaque por sua CGC favorável para FF (-0,51 dias) e AP (-3,53 cm). A linhagem IVF1-1 também se destaca, embora tenha estimativa positiva para FF (0,49 dias). A linhagem IVF1-5, destacada na primeira safra, também poderá ser considerada na esperança de que seus híbridos tenham boa qualidade de colmo, sem se importar com o aumento de AP e AE.

Dentro do grupo Isanão-VD1, na segunda safra, considerando os caracteres em que a CGC foi significativa (AP, AE e AQ), as linhagens mais próximas do ideal, foram IVD1-8 e IVD1-9, embora a primeira tenha tendência de aumentar a AE de seus híbridos. Portanto, as mesmas considerações feitas para IVF1-5 e IVD1-5 na primeira safra podem ser estendidas para estas linhagens.

Os efeitos das CEC para todos os caracteres na primeira safra não foram significativos, como também observado por Fidelis, Miranda e Faluba (2010), indicando predominância dos efeitos aditivos dos genes na expressão dos caracteres. Apesar da não significância, foi possível observar variação nas estimativas de CEC dos cruzamentos de -1.349 a 1.257 kg ha⁻¹ para RG, -1,85 a 1,82 dias para FF, -23,64 a 15,97 cm para AP, -16,18 a 13,19 cm para AE, -0,457 a 0,577 $[(\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}]$ para AQ e -0,125 a 0,084 espigas planta⁻¹ para PRO (Tabela 6). Nesse contexto, para esta safra as linhagens indicadas com maiores CGC de cada grupo devem ser utilizadas para confecção de híbridos, ficando desnecessária a busca de cruzamentos com maior CEC, envolvendo pelo menos uma linhagem com maior CGC, conforme preconizado por Cruz e Vencovsky (1989).

Para a segunda safra a CEC foi significativa apenas para FF, AP e AE, evidenciando a presença de efeitos não aditivos na expressão dos caracteres. A comparação dos quadrados médios das CGC e CEC (Tabela 4) revela que a participação dos efeitos não aditivos nessa safra foi de grande magnitude. Inclusive os quadrados médios da CEC foram maiores que da CGC para AP e AE no grupo de linhagens Isanão-VF1. Esses resultados são diferentes daqueles obtidos, para um grupo de nove linhagens, por Nihei e Ferreira (2012) para AE, mas concordantes quanto a AP.

Tabela 6 – Estimativas da Capacidade Específica de Combinação dos híbridos entre linhagens oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, na primeira safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (AQ) e prolificidade (PRO), em Selvíria – MS.

(continua)

	IVD1-1	IVD1-2	IVD1-3	IVD1-4	IVD1-5	IVD1-8	IVD1-9
RG (kg ha ⁻¹)							
IVF1-1	36	269	264	119	-215	-400	-73
IVF1-2	147	1257	-524	74	-1349	-8	402
IVF1-4	1062	-420	39	-484	-46	-52	-99
IVF1-5	-27	-240	337	109	655	-595	-239
IVF1-6	-398	-1076	567	180	645	429	-347
IVF1-10	-820	209	-683	1	309	627	356
FF (dias)							
IVF1-1	-0,32	0,63	0,18	-0,48	-0,04	0,18	-0,15
IVF1-2	-0,08	-1,13	0,42	-1,25	1,53	0,09	0,42
IVF1-4	-0,46	1,82	-0,96	1,71	-1,85	-0,29	0,04
IVF1-5	0,68	-0,04	0,52	-0,15	-1,04	-1,15	1,18
IVF1-6	-0,46	-0,52	1,04	0,37	0,15	0,37	-0,96
IVF1-10	0,63	-0,75	-1,20	-0,20	1,25	0,80	-0,53
AP (cm)							
IVF1-1	-3,48	9,35	-11,98	-0,26	5,52	4,79	-3,93
IVF1-2	-0,39	-0,22	-3,56	14,50	-0,72	-5,44	-4,17
IVF1-4	-7,87	-16,70	15,97	-23,64	9,47	7,08	15,69
IVF1-5	3,42	1,92	-2,75	5,98	1,75	-2,30	-8,02
IVF1-6	10,04	4,21	-3,46	-4,74	6,71	-4,02	-8,74
IVF1-10	-1,72	1,44	5,78	8,17	-22,72	-0,11	9,17

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 6 – Estimativas da Capacidade Específica de Combinação dos híbridos entre linhagens oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, na primeira safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (AQ) e prolificidade (PRO), em Selvíria – MS.

	(conclusão)						
	IVD1-1	IVD1-2	IVD1-3	IVD1-4	IVD1-5	IVD1-8	IVD1-9
	AE (cm)						
IVF1-1	-5,87	13,19	-10,25	-1,20	-0,42	4,36	0,19
IVF1-2	1,52	2,90	-1,21	6,52	0,29	-4,26	-5,76
IVF1-4	-6,58	-5,19	10,70	-15,25	3,53	3,31	9,48
IVF1-5	0,14	-5,48	4,41	3,13	3,58	-1,98	-3,81
IVF1-6	3,42	-0,86	-0,97	-3,25	9,20	-2,36	-5,19
IVF1-10	7,37	-4,57	-2,68	10,04	-16,18	0,93	5,10
	AQ [(plantas parcela ⁻¹) + 0,5] ^{0,5}						
IVF1-1	0,197	0,220	-0,182	-0,123	0,378	-0,202	-0,287
IVF1-2	-0,145	0,080	-0,003	-0,251	-0,082	0,042	0,360
IVF1-4	-0,327	-0,284	0,577	-0,118	-0,120	0,460	-0,188
IVF1-5	0,048	-0,457	-0,023	0,037	0,060	0,359	-0,025
IVF1-6	0,007	-0,001	-0,366	0,489	0,073	-0,377	0,176
IVF1-10	0,221	0,442	-0,003	-0,035	-0,308	-0,281	-0,036
	PRO (espigas planta ⁻¹)						
IVF1-1	0,009	0,013	-0,060	0,017	0,040	-0,103	0,084
IVF1-2	-0,005	0,022	0,027	-0,007	-0,062	-0,014	0,040
IVF1-4	0,051	0,043	0,081	-0,067	-0,003	0,020	-0,125
IVF1-5	-0,013	0,014	0,006	-0,002	-0,008	0,038	-0,034
IVF1-6	-0,002	-0,077	-0,012	0,075	0,022	0,020	-0,026
IVF1-10	-0,039	-0,014	-0,042	-0,016	0,011	0,039	0,062

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Como os efeitos da CEC para RG, AQ e PRO, na segunda safra, não foram significativos, apenas os demais caracteres foram considerados na seleção dos melhores híbridos. Para FF destacaram-se pelo menos cinco cruzamentos (Tabela 7), sendo eles IVF1-6 x IVD1-5 (-1,98 dias), IVF1-1 x IVD1-2 (-1,27 dias), IVF1-5 x IVD1-5 (-1,21 dias), IVF1-4 x IVD1-8 (-1,04 dias) e IVF1-1 x IVD1-8 (-0,99 dias). No entanto nem todos apresentaram estimativas favoráveis para os demais caracteres como o cruzamento IVF1-6 x IVD1-5, com CEC positivas para AP (4,05 cm) e AE (1,58 cm). Considerando ao mesmo tempo AP e AE, os cruzamentos que mais se destacaram foram IVF1-1 x IVD1-1, IVF1-1 x IVD1-4, IVF1-6 x IVD1-1, IVF1-4 x IVD1-3, IVF1-2 x IVD1-1, IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-10 x IVD1-3 e IVF1-10 x IVD1-8, com estimativas para diminuir os dois caracteres. O cruzamento IVF1-10 x

IVD1-8 apresentou CEC favorável para todos os caracteres avaliados, com estimativas da CEC de -0,99 dias, para FF, -13,86 cm para AP, e -10,39 cm para AE. As duas linhagens que deram origem a esse cruzamento apresentaram estimativas favoráveis de CGC para os caracteres FF e AP, sendo que a linhagem IVD1-8 apresentou CGC desfavorável para AE.

O fato de ter havido significância da CEC na segunda safra para FF, AP e AE, justifica a escolha de híbridos com CEC favorável para esses caracteres e que envolvam pelo menos uma linhagem de boa CGC das indicadas anteriormente. Com esse critério os híbridos que poderão ser indicados para novas avaliações nas próximas safras, são IVF1- 1 x IVD1-2, IVF1- 1 x IVD1-4, IVF1- 1 x IVD1-9, IVF1- 2 x IVD1-1, IVF1- 5 x IVD1-2 e IVF1-10 x IVD1-8, notando-se uma grande participação da linhagem IVF1-1.

O teste de comparação de médias Scott-Knott para primeira safra (Tabela 8) indicou a existência de dois grupos de híbridos para RG, sendo que dentro do grupo dos mais produtivos as linhagens IVF1-5, IVF1-6 e IVD1-2 participaram de 20% dos melhores cruzamentos cada uma, enquanto as linhagens IVD1-1 e IVD1-5 participaram de 30% e 25% respectivamente. As linhagens IVF1-6 e IVD1-5 merecem destaque, pois além de serem as que possuem maiores CGC, são as genitoras do híbrido com maior RG, com 8.551 kg ha⁻¹. Os híbridos IVF1-4 x IVD1-1, IVF1-5 x IVD1-1 e IVF1-1 x IVD1-1 se aproximaram do ideal por apresentarem maior RG, menor FF, menor AP e menor AE (Figura 3). A linhagem IVD1-1 esteve presente em todos esses cruzamentos, confirmando as suas estimativas favoráveis de CGC para esses caracteres em destaque. A testemunha DOW2B688 teve alto RG, baixo AP e AE, mas apresentou-se com FF maior que vários híbridos experimentais.

Os híbridos IVF1-6 x IVD1-5, IVF1-2 x IVD1-2, IVF1-10 x IVD1-2 e IVF1-10 x IVD1-8, apesar de apresentarem alto RG, foram mais tardios e altos que a média dos híbridos avaliados, o que pode ser vantajoso para alguns agricultores que preferem ciclo mais tardio em regiões onde não se pode semear na segunda safra e que a arquitetura não é um fator relevante, conforme preconizado por Sawazaki e Paterniani (2008).

Na segunda safra o teste de comparação de médias (Tabela 9) indicou significância para os caracteres FF, AP, AE e AQ, sendo possível identificar híbridos promissores quanto a esses caracteres. Para FF, no grupo dos mais precoces estão 19 híbridos, sendo que os seis melhores possuem genitores do composto IVF1 com melhores CGC para esse caráter (IVF1-10, IVF1-5 e IVF1-2). Para AP o melhor híbrido foi o IVF1-6 x IVD1-1 com 158 cm, mas outros sete se destacaram com porte baixo, sendo que pelo menos um genitor desses híbridos apresentou estimativa de CGC favorável para tal caráter. Para AE e AQ formaram-se dois grupos, sendo os híbridos IVF1-5 x IVD1-8, IVF1-1 x IVD1-9 e IVF1-1 x IVD1-1, os que se

apresentaram favoráveis para os dois caracteres. O híbrido IVF1-10 x IVD1-9 apresentou menor AE (86 cm), enquanto o híbrido IVF1-5 x IVD1-4 foi o menos suscetível ao AQ [$1,4((\text{plantas parcela}^{-1}) + 0,5)^{0,5}$].

Os quatro melhores cruzamentos indicados com base nas significâncias da CGC e CEC da segunda safra são IVF1-1 x IVD1-4, IVF1-4 x IVD1-3, IVF1-2 x IVD1-1 e IVF1-10 x IVD1-8. Estes híbridos, quando avaliados pelas suas médias, destacaram-se por enquadrar-se entre os 20 melhores híbridos quanto a RG, mesmo que não tenha havido diferenças significativas pelo teste de comparação de médias de Scott-Knott. O híbrido IVF1-10 x IVD1-8 (Figura 4) destacou-se por ser mais precoce e possuir AP e AE menores, enquanto o híbrido IVF1-1 x IVD1-4 foi mais tardio, mas com porte desejável. Dois híbridos se destacaram pela combinação de caracteres favoráveis (Figura 4), sendo IVF1-4 x IVD1-3 com 61,3 para FF, 170 cm para AP e 93 cm para AE, e o híbrido IVF1-2 x IVD1-1, com 61,7 dias para FF, 162 cm para AP e 90 cm para AE.

Os híbridos IVF1-10 x IVD1-4, IVF1-5 x IVD1-2 e IVF1-5 x IVD1-9 (Figura 4), embora com AP e AE elevados, merecem destaque, pois são híbridos precoces e podem ser interessantes nos casos em que a altura de plantas e espigas não seja um critério forte a ser considerado. Para aqueles que preferem híbridos mais tardios e com arquitetura mais baixa, destacam-se IVF1-1 x IVD1-5, IVF1-6 x IVD1-9, IVF1-1 x IVD1-4 e IVF1-6 x IVD1-1. Nota-se a presença das linhagens IVF1-1 e IVF1-6 nesses híbridos, que apresentaram CGC favoráveis para diminuição de AE.

Embora as linhagens avaliadas sejam oriundas de populações braquíticas, poucos híbridos de porte menor que a testemunha (que não é braquítica) foram observados. Isso indica que as linhagens obtidas tem uma grande concentração de alelos para maior altura nos locos modificadores do loco braquítico. Na obtenção das linhagens há uma tendência de se eliminar aquelas tipicamente braquíticas devido ao seu aspecto menos vigoroso. Portanto os resultados deste trabalho indicam a necessidade de maior atenção nos futuros processos de obtenção das linhagens para preservar as tipicamente braquíticas, para se conseguir híbridos de porte ainda menor.

Tabela 7 – Estimativas da Capacidade Específica de Combinação dos híbridos entre linhagens, oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, para a segunda safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (AQ) e prolificidade (PRO), em Selvíria – MS.

(continua)

	IVD1-1	IVD1-2	IVD1-3	IVD1-4	IVD1-5	IVD1-8	IVD1-9
RG (kg ha ⁻¹)							
IVF1-1	-492	195	-527	434	917	-100	-428
IVF1-2	95	-37	-48	-724	-474	482	707
IVF1-4	715	-578	993	-675	14	-163	-308
IVF1-5	-501	646	-333	84	-436	170	369
IVF1-6	229	-80	358	-706	726	-767	241
IVF1-10	-46	-146	-444	1587	-747	378	-582
FF (dias)							
IVF1-1	0,73	-1,27	-0,49	-0,16	2,12	-0,99	0,06
IVF1-2	-0,51	0,16	-0,73	-0,40	1,88	0,44	-0,84
IVF1-4	0,02	0,02	-0,21	-0,21	-0,26	-1,04	1,68
IVF1-5	-0,60	0,06	0,17	0,51	-1,21	2,01	-0,94
IVF1-6	0,97	0,97	-0,25	0,08	-1,98	0,58	-0,37
IVF1-10	-0,60	0,06	1,51	0,17	-0,55	-0,99	0,40
AP (cm)							
IVF1-1	-9,83	-10,55	31,51	-16,66	-3,71	20,95	-11,71
IVF1-2	-17,21	6,74	-1,87	11,96	-13,10	-4,10	17,57
IVF1-4	16,65	2,60	-17,35	6,15	-11,57	7,43	-3,90
IVF1-5	16,08	-5,31	-5,92	-7,09	4,52	-14,48	12,19
IVF1-6	-22,40	-2,12	9,27	9,10	4,05	4,05	-1,95
IVF1-10	16,70	8,64	-15,63	-3,47	19,81	-13,86	-12,19
AE (cm)							
IVF1-1	-13,40	-1,79	13,33	-10,56	1,77	13,99	-3,34
IVF1-2	-12,21	3,40	10,85	0,29	-8,37	0,85	5,18
IVF1-4	3,94	6,88	-14,67	8,44	-4,90	3,33	-3,01
IVF1-5	18,70	-7,02	-6,25	-2,13	1,20	-11,58	7,09
IVF1-6	-11,25	-5,64	6,80	3,58	1,58	3,80	1,13
IVF1-10	14,22	4,17	-10,06	0,39	8,72	-10,39	-7,06

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 7 – Estimativas da Capacidade Específica de Combinação dos híbridos entre linhagens, oriundas dos compostos Isanão-VF1 e Isanão-VD1, para a segunda safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento mais quebramento (AQ) e prolificidade (PRO), em Selvíria – MS.

	(conclusão)						
	IVD1-1	IVD1-2	IVD1-3	IVD1-4	IVD1-5	IVD1-8	IVD1-9
	AQ [(plantas parcela ⁻¹) + 0,5] ^{0,5}						
IVF1-1	-0,142	0,258	0,122	0,559	-0,188	-0,154	-0,453
IVF1-2	0,397	0,238	0,136	-0,372	-0,274	0,291	-0,414
IVF1-4	0,776	-0,196	-0,707	-0,399	-0,074	0,620	-0,021
IVF1-5	-0,331	0,537	0,221	-0,804	0,830	-0,243	-0,211
IVF1-6	-0,074	-0,778	0,142	-0,243	-0,431	0,015	1,369
IVF1-10	-0,626	-0,059	0,087	1,259	0,138	-0,529	-0,270
	PRO (espigas planta ⁻¹)						
IVF1-1	0,026	-0,025	0,051	-0,021	0,023	-0,020	-0,035
IVF1-2	0,012	0,039	0,050	-0,002	-0,017	-0,130	0,047
IVF1-4	0,003	0,097	0,011	0,014	-0,045	-0,084	0,004
IVF1-5	-0,014	-0,029	-0,006	0,032	-0,023	0,024	0,017
IVF1-6	-0,043	0,027	-0,010	-0,051	-0,001	0,151	-0,074
IVF1-10	0,015	-0,109	-0,097	0,028	0,064	0,059	0,041

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 8 – Médias dos híbridos simples avaliados na primeira safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS.

							(continua)	
HÍBRIDOS	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO		
IVF1-6 x IVD1-5	8551 a	53,3 a	217 a	137 a	1,0 a	0,9 a		
IVF1-5 x IVD1-5	8471 a	51,0 b	205 a	133 a	1,2 a	1,0 a		
IVF1-10 x IVD1-5	8192 a	55,0 a	191 a	119 a	0,7 a	0,9 a		
IVF1-2 x IVD1-2	8165 a	51,7 b	218 a	125 a	1,2 a	0,9 a		
IVF1-10 x IVD1-2	7832 a	53,0 a	219 a	121 a	1,8 a	0,9 a		
IVF1-10 x IVD1-8	7802 a	53,3 a	212 a	131 a	1,2 a	1,0 a		
IVF1-4 x IVD1-1	7755 a	51,0 b	183 a	91 b	1,0 a	0,9 a		
IVF1-6 x IVD1-8	7627 a	52,3 a	205 a	120 a	1,0 a	1,0 a		
IVF1-5 x IVD1-1	7570 a	50,3 b	203 a	106 b	1,6 a	0,9 a		
IVF1-1 x IVD1-2	7373 a	50,3 a	222 a	130 a	1,4 a	0,9 a		
IVF1-5 x IVD1-2	7315 a	54,0 b	209 a	115 a	1,1 a	0,9 a		
IVF1-6 x IVD1-1	7289 a	52,0 b	217 a	107 b	1,3 a	0,9 a		
IVF1-6 x IVD1-3	7241 a	50,3 b	204 a	114 a	0,9 a	0,9 a		
IVF1-1 x IVD1-1	7181 a	52,0 b	201 a	97 b	1,5 a	0,9 a		
IVF1-1 x IVD1-5	7150 a	50,7 a	214 a	126 a	1,3 a	1,0 a		
IVF1-2 x IVD1-1	7096 a	53,3 b	210 a	109 b	1,0 a	0,9 a		
IVF1-10 x IVD1-9	7024 a	50,3 b	218 a	118 a	1,2 a	1,0 a		
IVF1-5 x IVD1-3	6920 a	50,3 b	197 a	121 a	1,4 a	1,0 a		
IVF1-4 x IVD1-5	6866 a	52,0 b	204 a	125 a	0,9 a	0,9 a		
IVF1-10 x IVD1-1	6844 a	52,0 b	209 a	119 a	1,6 a	0,9 a		
IVF1-6 x IVD1-2	6569 b	52,7 a	219 a	118 a	1,3 a	0,8 a		
IVF1-6 x IVD1-4	6543 b	51,7 b	196 a	104 b	1,9 a	1,0 a		
IVF1-5 x IVD1-8	6513 b	49,7 b	199 a	122 a	2,0 a	1,0 a		

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 8– Médias dos híbridos simples avaliados na primeira safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS.

							(conclusão)		
HÍBRIDOS	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO			
IVF1-2 x IVD1-8	6452 b	50,3 b	207 a	122 a	1,3 a	0,9 a			
IVF1-1 x IVD1-3	6397 b	51,7 b	193 a	104 b	1,0 a	0,9 a			
IVF1-5 x IVD1-4	6382 b	51,3 b	199 a	112 b	1,7 a	1,0 a			
IVF1-5 x IVD1-9	6362 b	50,0 b	190 a	104 b	1,4 a	1,0 a			
IVF1-2 x IVD1-9	6355 b	50,7 b	205 a	104 b	1,4 a	0,9 a			
IVF1-6 x IVD1-9	6343 b	50,7 b	197 a	101 b	1,4 a	0,9 a			
IVF1-10 x IVD1-4	6341 b	51,7 b	212 a	125 a	1,5 a	0,9 a			
IVF1-1 x IVD1-8	6257 b	52,3 a	211 a	125 a	1,1 a	0,9 a			
IVF1-4 x IVD1-2	6231 b	50,7 a	181 a	107 b	1,0 a	0,9 a			
IVF1-4 x IVD1-8	6152 b	50,3 a	199 a	119 a	1,9 a	0,9 a			
IVF1-1 x IVD1-9	6076 b	51,0 b	199 a	105 b	0,9 a	1,0 a			
IVF1-10 x IVD1-3	5968 b	54,3 b	217 a	120 a	1,3 a	0,9 a			
IVF1-1 x IVD1-4	5940 b	50,7 b	198 a	105 b	1,3 a	0,9 a			
IVF1-2 x IVD1-5	5820 b	49,7 a	213 a	132 a	0,7 a	0,8 a			
IVF1-4 x IVD1-3	5719 b	51,3 b	207 a	119 a	1,8 a	1,0 a			
IVF1-2 x IVD1-4	5700 b	51,0 b	218 a	118 a	1,0 a	0,9 a			
IVF1-4 x IVD1-9	5598 b	49,3 b	205 a	109 b	1,0 a	0,8 a			
IVF1-2 x IVD1-3	5412 b	53,7 b	207 a	118 a	1,0 a	0,9 a			
IVF1-4 x IVD1-4	4885 b	50,0 a	160 a	85 b	1,4 a	0,8 a			
DOW2B688	7724 a	52,0 b	199 a	101 b	1,0 a	1,0 a			

* - Médias com a mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 9 – Médias dos híbridos simples avaliados na segunda safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento [AQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS.

							(continua)					
HÍBRIDOS	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO						
IVF1-10 x IVD1-4	6355	a	62,0	b	189	a	106	a	4,8	a	0,9	a
IVF1-5 x IVD1-2	5768	a	61,3	b	197	a	105	a	3,3	a	0,9	a
IVF1-2 x IVD1-9	5494	a	61,0	b	194	a	99	b	1,8	b	0,9	a
IVF1-5 x IVD1-9	5447	a	60,7	b	197	a	105	a	2,1	b	0,9	a
IVF1-10 x IVD1-8	5263	a	60,3	b	167	c	94	b	2,9	b	1,0	a
IVF1-2 x IVD1-8	5201	a	62,0	b	179	b	106	a	2,4	b	0,8	a
IVF1-5 x IVD1-8	5180	a	63,3	a	178	b	98	b	1,9	b	1,0	a
IVF1-4 x IVD1-1	5122	a	62,7	a	200	a	110	a	3,5	a	0,9	a
IVF1-1 x IVD1-5	5114	a	65,3	a	174	b	100	b	2,4	b	1,0	a
IVF1-6 x IVD1-5	5035	a	61,3	b	188	a	102	b	3,0	b	0,9	a
IVF1-6 x IVD1-9	4989	a	62,3	b	175	b	95	b	4,1	a	0,9	a
IVF1-5 x IVD1-4	4976	a	62,3	b	197	a	109	a	1,4	b	0,9	a
IVF1-4 x IVD1-3	4900	a	61,3	b	170	b	93	b	2,1	b	0,9	a
IVF1-1 x IVD1-4	4886	a	62,7	a	172	b	94	b	2,4	b	0,9	a
IVF1-1 x IVD1-2	4877	a	61,0	b	177	b	104	a	2,7	b	0,9	a
IVF1-10 x IVD1-2	4852	a	61,3	b	199	a	110	a	4,0	a	0,8	a
IVF1-6 x IVD1-1	4844	a	64,0	a	158	c	91	b	3,1	b	0,9	a
IVF1-2 x IVD1-2	4795	a	61,7	b	200	a	111	a	3,0	b	1,0	a
IVF1-10 x IVD1-1	4773	a	61,3	b	193	a	115	a	3,3	a	0,9	a
IVF1-2 x IVD1-1	4749	a	61,7	b	162	c	90	b	3,0	b	0,9	a
IVF1-6 x IVD1-2	4713	a	63,3	a	192	a	102	b	2,5	b	1,0	a
IVF1-6 x IVD1-3	4473	a	61,7	b	194	a	111	a	3,3	a	0,9	a
IVF1-1 x IVD1-8	4469	a	61,3	b	198	a	117	a	1,6	b	1,0	a

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

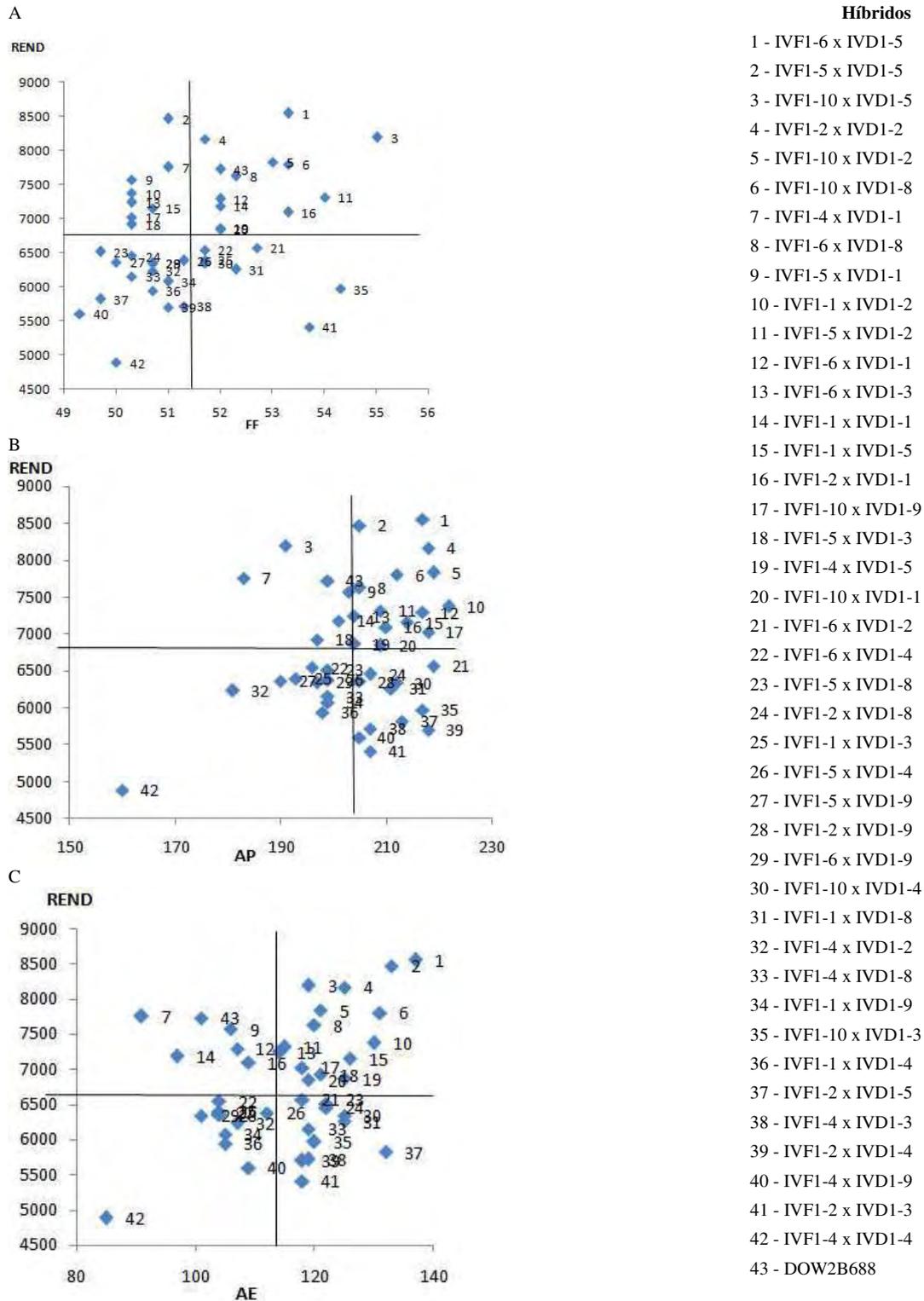
Tabela 9 – Médias dos híbridos simples avaliados na segunda safra, para os caracteres rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento [AQ em ((plantas parcela⁻¹) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), em Selvíria – MS.

												(conclusão)
HIBRIDOS	RG		FF		AP		AE		AQ		PRO	
IVF1-5 x IVD1-1	4443	a	61,3	b	204	a	125	a	2,3	b	0,9	a
IVF1-10 x IVD1-9	4371	a	62,0	b	161	c	86	b	3,3	a	0,9	a
IVF1-4 x IVD1-8	4310	a	61,0	b	194	a	112	a	2,9	b	0,8	a
IVF1-4 x IVD1-9	4233	a	64,0	a	176	b	95	b	2,4	b	0,9	a
IVF1-1 x IVD1-9	4210	a	62,7	a	159	c	89	b	1,5	b	0,9	a
IVF1-5 x IVD1-5	4202	a	61,0	b	197	a	106	a	3,7	a	0,9	a
IVF1-4 x IVD1-5	4115	a	62,7	a	175	b	99	b	2,9	b	0,9	a
IVF1-5 x IVD1-3	4111	a	61,0	b	187	a	102	b	2,9	b	0,9	a
IVF1-2 x IVD1-3	4106	a	60,3	b	182	b	115	a	2,8	b	1,0	a
IVF1-1 x IVD1-1	4012	a	63,7	a	164	c	87	b	2,2	b	1,0	a
IVF1-4 x IVD1-2	4008	a	62,0	b	200	a	118	a	2,7	b	1,0	a
IVF1-6 x IVD1-8	3913	a	63,0	a	188	a	109	a	2,6	b	1,1	a
IVF1-2 x IVD1-4	3878	a	61,7	b	207	a	107	a	1,8	b	0,9	a
IVF1-10 x IVD1-3	3876	a	62,3	b	166	c	93	b	4,1	a	0,8	a
IVF1-2 x IVD1-5	3874	a	64,3	a	170	b	92	b	2,6	b	0,9	a
IVF1-6 x IVD1-4	3857	a	63,0	a	205	a	110	a	2,5	b	0,9	a
IVF1-10 x IVD1-5	3766	a	61,7	b	200	a	108	a	4,3	a	0,9	a
IVF1-4 x IVD1-4	3680	a	62,3	b	205	a	119	a	1,9	b	0,9	a
IVF1-1 x IVD1-3	3477	a	61,3	b	210	a	115	a	2,5	b	1,0	a
DOW2B688	4936	a	61,3	b	180	b	95	b	2,4	b	1,0	a

*Médias com a mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

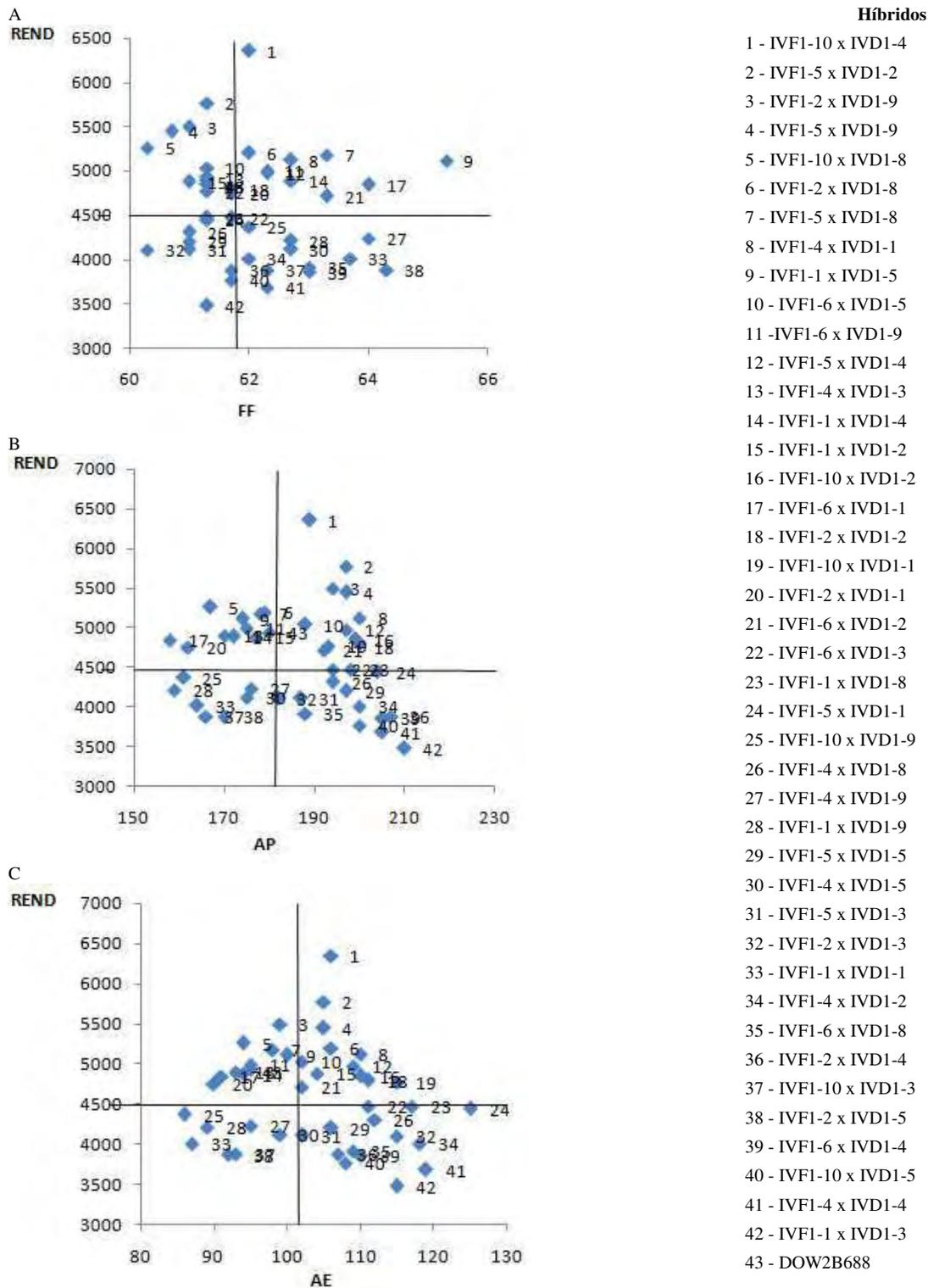
Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Figura 3 – Gráfico de dispersão do rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹) em função do florescimento feminino (FF em dias) (A), da altura de plantas (AP em cm) (B) e da altura de espigas (AE em cm) (C), para a primeira safra, em Selvíria – MS. As linhas cheias cruzadas indicam as médias dos dois caracteres.



Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Figura 4 – Gráfico de dispersão do rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹) em função do florescimento feminino (FF em dias) (A), da altura de plantas (AP em cm) (B) e da altura de espigas (AE em cm) (C), para a segunda safra, em Selvíria – MS. As linhas cheias cruzadas indicam as médias dos dois caracteres.



Fonte: Dados da pesquisa da autora.

4.2 PREDIÇÃO DE HÍBRIDOS TRIPLOS E DUPLOS

A análise da predição dos 60 híbridos triplos com maior rendimento de grãos, para a primeira safra, (Tabelas 10 e 11) evidenciou a predominância das linhagens com CGC favorável, tanto no parental híbrido simples como no parental linhagem. As linhagens oriundas do composto Isanão-VF1, destacadas anteriormente, IVF1-5 e IVF1-6, participaram de 26,6% e 33,3% respectivamente, dos melhores cruzamentos, constituindo o híbrido predito de maior rendimento de grãos [(IVF1-5 x IVF1-6) x IVD1-5], com 8.511 kg ha⁻¹. A linhagem IVF1-10, com CGC favorável para RG, também merece destaque, por participar de 20 dos melhores cruzamentos (33,3%). As linhagens oriundas do composto Isanão-VD1 que se destacaram nos melhores cruzamentos foram IVD1-5 (45%), IVD1-1 (36,6%) e IVD1-2 (31,6%). A linhagem IVD1-8, que apresentou CGC positiva para RG, também se colocou entre os melhores cruzamentos, participando de nove dos melhores híbridos (15%). A fórmula de predição é baseada na CGC das linhagens, o que explica a maior participação daquelas com alta CGC nos melhores híbridos. Para RG houve uma variação de 8.511 kg ha⁻¹, do híbrido (IVF1-5 x IVF1-6) x IVD1-5, a 7.193 kg ha⁻¹ do híbrido (IVF1-2 x IVF1-6) x IVD1-1, o que estimula a confecção e avaliação dos melhores híbridos triplos preditos.

Para FF, houve uma variação de 50,3 dias dos híbridos triplos (IVD1-5 x IVD1-8) x IVF1-5, (IVF1-5 x IVF1-6) x IVD1-1, (IVF1-2 x IVF1-5) x IVD1-1, (IVF1-2 x IVF1-6) x IVD1-1 e (IVD1-4 x IVD1-5) x IVF1-5, até 54,2 dias dos híbridos triplos (IVF1-6 x IVF1-10) x IVD1-5, (IVD1-5 x IVD1-8) x IVF1-10 e (IVF1-1 x IVF1-10) x IVD1-5, o que indica que existem híbridos triplos com alto RG precoces ou tardios que podem ser avaliados na sequência do programa, de acordo com o interesse do melhorista. As linhagens IVD1-1 e IVF1-5 merecem destaque por apresentarem-se entre as que deram origem aos híbridos mais precoces, sendo que a linhagem IVD1-1 participa como parental linhagem nos cruzamentos, enquanto a linhagem IVF1-5 se destaca por participar do parental híbrido. Essas linhagens apresentaram estimativas de CGC favoráveis para o caráter, porém a linhagem IVD1-1 não foi a de menor estimativa.

Tabela 10 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VF1 e linhagem Isanão-VD1, com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela-1) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a primeira safra.

[(IVF1 x IVF1) x IVD1]	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO
(5 x 6) x 5	8511	52,2	202	135	1,1	0,9
(6 x 10) x 5	8372	54,2	208	128	0,9	0,9
(5 x 10) x 5	8332	53,0	206	126	1,0	0,9
(2 x 10) x 2	7999	52,3	212	123	1,5	0,9
(1 x 6) x 5	7850	53,3	208	132	1,1	0,9
(1 x 5) x 5	7811	52,2	205	130	1,3	1,0
(1 x 2) x 2	7769	52,8	200	128	1,3	0,9
(2 x 5) x 2	7740	51,8	202	120	1,1	0,9
(6 x 10) x 8	7715	52,8	207	125	1,1	1,0
(4 x 6) x 5	7709	52,7	202	131	0,9	0,9
(1 x 10) x 5	7671	54,2	212	123	1,0	0,9
(4 x 5) x 5	7669	51,5	199	129	1,0	0,9
(4 x 5) x 1	7662	50,7	195	98	1,3	0,9
(1 x 10) x 2	7603	53,5	205	126	1,6	0,9
(5 x 10) x 2	7574	52,5	207	118	1,4	0,9
(4 x 10) x 5	7529	53,5	206	122	0,8	0,9
(4 x 6) x 1	7522	50,7	200	99	1,2	0,9
(1 x 4) x 1	7468	50,8	202	94	1,2	0,9
(5 x 6) x 1	7429	50,3	214	107	1,5	0,9
(2 x 4) x 1	7426	50,7	200	100	1,0	0,9
(1 x 5) x 1	7375	50,5	215	101	1,5	0,9
(2 x 6) x 2	7367	52,2	206	122	1,2	0,8
(1 x 5) x 2	7344	53,0	195	123	1,3	0,9
(2 x 5) x 1	7333	50,3	213	108	1,3	0,9
(4 x 10) x 1	7299	51,5	200	105	1,3	0,9
(1 x 6) x 1	7235	50,5	220	102	1,4	0,9
(5 x 10) x 1	7207	51,2	214	112	1,6	0,9
(6 x 10) x 2	7201	52,8	210	120	1,5	0,8
(2 x 4) x 2	7198	53,7	207	116	1,1	0,9
(2 x 6) x 1	7193	50,3	218	108	1,2	0,9

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 11 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VD1 e linhagem Isanão-VF1 com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela-1) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a primeira safra.

[(IVD1 x IVD1) x IVF1]	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO
(5 x 8) x 6	8089	52,8	211	129	1,0	1,0
(1 x 5) x 5	8020	50,7	204	120	1,4	0,9
(2 x 5) x 10	8012	54,0	205	120	1,2	0,9
(5 x 8) x 10	7997	54,2	202	125	0,9	0,9
(1 x 5) x 6	7920	51,8	217	122	1,2	0,9
(3 x 5) x 6	7896	52,7	211	126	0,9	0,9
(2 x 5) x 5	7893	51,5	207	124	1,2	0,9
(2 x 8) x 10	7817	53,2	216	126	1,5	0,9
(3 x 5) x 5	7696	50,7	201	127	1,3	1,0
(1 x 2) x 2	7631	51,0	214	117	1,1	0,9
(5 x 9) x 10	7608	52,8	205	119	0,9	0,9
(2 x 5) x 6	7560	53,0	218	128	1,2	0,9
(4 x 5) x 6	7547	52,5	207	121	1,5	1,0
(1 x 5) x 10	7518	53,5	200	119	1,1	0,9
(5 x 8) x 5	7492	50,3	202	128	1,6	1,0
(1 x 8) x 6	7458	51,3	211	114	1,2	0,9
(5 x 9) x 6	7447	51,5	207	119	1,2	0,9
(1 x 2) x 5	7443	51,2	206	110	1,3	0,9
(3 x 8) x 6	7434	52,2	204	117	1,0	1,0
(2 x 9) x 10	7428	51,8	219	120	1,5	0,9
(4 x 5) x 5	7427	50,5	202	123	1,5	1,0
(5 x 9) x 5	7416	50,8	198	119	1,3	1,0
(8 x 9) x 10	7413	52,0	215	125	1,2	1,0
(1 x 2) x 10	7338	52,5	214	120	1,7	0,9
(1 x 8) x 10	7323	52,7	210	125	1,4	0,9
(1 x 5) x 4	7311	51,5	193	108	0,9	0,9
(2 x 8) x 2	7309	51,7	212	124	1,2	0,9
(1 x 2) x 1	7277	52,3	212	114	1,4	0,9
(4 x 5) x 10	7267	53,3	202	122	1,1	0,9
(1 x 3) x 6	7265	51,2	211	111	1,1	0,9

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Considerando conjuntamente os caracteres AP e AE, o híbrido triplo (IVD1-1 x IVD1-5) x IVF1-4, destacou-se por apresentar-se favorável para os dois caracteres (193 cm e 108 cm respectivamente). O híbrido mais alto foi (IVF1-1 x IVF1-6) x IVD1-1, com 220 cm, apesar de ter baixa AE, colocando-se entre os dez mais favoráveis, com 102 cm. O híbrido (IVF1-5 x IVF1-6) x IVD1-1 apresentou menor AE com 94 cm e 202 cm de AP. Nota-se a participação das linhagens IVF1-4 e IVD1-1, nos melhores cruzamentos, considerando-se os dois caracteres, que apresentaram CGC favorável para diminuição de AP e AE (Tabela 5).

Para os caracteres AQ e PRO preditos nas Tabelas 10 e 11, houve uma variação pequena nos cruzamentos preditos, sendo para AQ de 0,8 [(plantas parcela-1) + 0,5]^{0,5}, do híbrido (IVF1-4 x IVF1-10) x IVD1-5 e 1,7 [(plantas parcela-1) + 0,5]^{0,5} do híbrido (IVD1-1 x IVD1-2) x IVF1-10. Nota-se a participação da linhagem IVD1-5 no híbrido com menor valor predito para esse caráter, linhagem que apresentou a menor estimativa de CGC dentro dos dois grupos avaliados. Para PRO, a variação foi entre 0,8 espigas planta⁻¹ dos híbridos (IVF1-2 x IVF1-6) x IVD1-2 e (IVF1-6 x IVF1-10) x IVD1-2 a 1,0 espiga planta⁻¹ de dez outros híbridos triplos, dentre os quais houve a participação da linhagem IVF1-5 em cinco cruzamentos. Essa linhagem apresentou a maior estimativa de CGC para o caráter.

Os 60 híbridos triplos preditos de maior RG para a segunda safra (Tabelas 12 e 13) apresentaram uma variação entre 5.809 kg ha⁻¹ do híbrido (IVD1-4 x IVD1-8) x IVF1-10 e 4.835 kg ha⁻¹ do híbrido (IVF1-1 x IVF1-1) x IVD1-8. As linhagens oriundas do composto Isanão-VF1 que merecem destaque são IVF1-5, que participou de 38,33% dos 60 melhores cruzamentos, seguida de IVF1-10 (35%), IVF1-2 (28,33%) e IVF1-1 (13,33%). As linhagens oriundas do composto Isanão-VD1 que se destacaram foram IVD1-2, IVD1-9 e IVD1-8, participando, respectivamente com 31,66%, 30% e 23,33% dos melhores cruzamentos. Apesar da CGC das linhagens na segunda safra (Tabela 5) não terem sido significativas, as linhagens destacadas anteriormente apresentaram a maiores estimativas de CGC para aumentar RG.

Para FF houve uma variação entre 60,8 dias dos híbridos (IVF1-2 x IVF1-5) x IVD1-9 e (IVF1-1 x IVF1-10) x IVD1-8 e 64 dias do híbrido (IVD1-4 x IVD1-5) x IVF1-1. Dentro do grupo dos híbridos preditos mais precoces nota-se a participação das linhagens IVF1-2, IVF1-5 e IVF1-10 que apresentaram as menores estimativas de CGC.

Analisando-se os caracteres AP e AE conjuntamente, o híbrido (IVD1-1 x IVD1-9) x IVF1-6 foi o que apresentou menor porte, com 167 cm de AP e 93 cm para AE, enquanto o híbrido com porte mais elevado foi (IVD1-1 x IVD1-2) x IVF1-5 com 201 cm de AP e 115 cm AE. Dentro do grupo dos dez híbridos com porte menor, nota-se a participação das

linhagens IVF1-1, IVF1-2, IVF1-10, IVD1-1, IVD1-5, IVD1-8 e IVD1-9. Tanto as linhagens do composto Isanão-VF1, quanto do Isanão-VD1, apresentaram estimativas favoráveis para diminuir os dois caracteres, com exceção da linhagem IVD1-8, que apresentou CGC desfavorável para AE.

Para AQ houve variação entre os híbridos de 1,7 [(plantas parcela-1)+ 0,5]^{0,5}, do híbrido (IVF1-1 x IVF1-2) x IVD1-9, a 4,6 [(plantas parcela-1)+ 0,5]^{0,5} do híbrido (IVD1-4 x IVD1-5) x IVF1-10. Dentro do grupo dos híbridos mais favoráveis para esse caráter é possível notar a participação das linhagens IVF1-1, IVF1-2, IVF1-5, IVD1-4, IVD1-8 e IVD1-9, que apresentaram estimativas de CGC baixas.

Para PRO houve pequena variação de 0,8 espigas planta⁻¹ dos híbridos (IVF1-5 x IVF1-10) x IVD1-2, (IVD-3 x IVD1-4) x IVF1-10, até 1,0 espigas planta⁻¹ de seis híbridos triplos, sendo que em quatro deles as linhagens do Isanão-VF1 são os parentais híbridos.

Os híbridos duplos preditos para a primeira safra (Tabela 14) e para a segunda safra (Tabela 15) seguiram a mesma tendência dos híbridos triplos, sendo que os cruzamentos mais promissores foram oriundos de linhagens com estimativas de CGC favoráveis para os caracteres. Gonçalves (2011), avaliando o comportamento de 16 linhagens na predição dos híbridos triplos e duplos para as duas safras, encontrou resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho, em que as linhagens com estimativas de CGC favoráveis deram origem aos híbridos preditos com maiores rendimentos. Nesse contexto, para a primeira safra, destacaram-se as linhagens IVF1-5, participando de 50% dos cruzamentos e a linhagem IVF1-6 com 46,6% de participação. As linhagens oriundas do composto Isanão-VD1 contribuíram com os cruzamentos mais promissores, com ênfase na linhagem IVD1-5, que esteve presente em 83,3% dos cruzamentos, seguida por IVD1-2 com 43,3% e IVD1-1 com 36,6%. Na segunda safra as linhagens envolvidas nos cruzamentos mais promissores foram IVF1-10 (63,3%), IVF1-5 (56,6%), IVF1-2 (40%), IVD1-9 (40%), IVD1-8 (36,6%) e IVF1-1 com 26,6%.

Os híbridos triplos e duplos preditos para as duas safras apresentaram características desejáveis como alto rendimento de grãos, precocidade, arquitetura adequada, resistência ao acamamento e prolificidade, o que instiga futuras avaliações em campo daqueles com melhores características, de acordo com o interesse do melhorista.

Percebe-se no geral que as análises das CGC e CEC são suficientes para contemplar a seleção das melhores linhagens que produzirão os melhores híbridos simples, triplos e duplos, uma vez que as fórmulas de predição utilizadas elegem híbridos com forte participação das linhagens com CGC favoráveis.

Tabela 12 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VF1 e linhagem Isanão-VD1 com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela-1) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a segunda safra.

[(IVF1- x IVF1-) x IVD1]	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO
(5 x 10) x 4	5666	62,2	193	107	3,1	0,9
(1 x 10) x 4	5620	62,3	181	100	3,6	0,9
(2 x 5) x 9	5470	60,8	196	102	2,0	0,9
(1 x 5) x 2	5323	61,2	187	104	3,0	0,9
(5 x 10) x 2	5310	61,3	198	108	3,7	0,8
(2 x 5) x 2	5282	61,5	199	108	3,2	0,9
(2 x 6) x 9	5242	61,7	185	97	3,0	0,9
(5 x 6) x 2	5240	62,3	195	103	2,9	0,9
(2 x 10) x 8	5232	61,2	173	100	2,6	0,9
(5 x 10) x 8	5221	61,8	172	96	2,4	1,0
(5 x 6) x 9	5218	61,5	186	100	3,1	0,9
(2 x 5) x 8	5190	62,7	178	102	2,1	0,9
(2 x 10) x 4	5116	61,8	198	106	3,3	0,9
(6 x 10) x 4	5106	62,5	197	108	3,6	0,9
(1 x 6) x 5	5075	63,3	181	101	2,7	1,0
(4 x 10) x 4	5017	62,2	197	112	3,4	0,9
(4 x 6) x 1	4983	63,3	179	101	3,3	0,9
(4 x 10) x 1	4948	62,0	197	113	3,4	0,9
(2 x 4) x 1	4935	62,2	181	100	3,3	0,9
(2 x 10) x 9	4933	61,5	178	92	2,6	0,9
(1 x 5) x 4	4931	62,5	185	101	1,9	0,9
(5 x 10) x 9	4909	61,3	179	96	2,7	0,9
(4 x 5) x 2	4888	61,7	198	111	3,0	1,0
(1 x 10) x 8	4866	60,8	183	106	2,3	1,0
(1 x 10) x 2	4864	61,2	188	107	3,4	0,9
(2 x 4) x 9	4863	62,5	185	97	2,1	0,9
(1 x 2) x 9	4852	61,8	176	94	1,7	0,9
(4 x 5) x 9	4840	62,3	187	100	2,2	0,9
(1 x 2) x 2	4836	61,3	189	107	2,9	0,9
(1 x 2) x 8	4835	61,7	189	112	2,0	0,9

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 13 - Relação dos 30 híbridos triplos com parentais híbridos simples Isanão-VD1 e linhagem Isanão-VF1 com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela-1) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a segunda safra.

[(IVD1- x IVD1-) x IVF1]	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO
(4 x 8) x 10	5809	61,2	178	100	3,8	0,9
(2 x 9) x 5	5607	61,0	197	105	2,7	0,9
(2 x 4) x 10	5603	61,7	194	108	4,4	0,8
(1 x 4) x 10	5564	61,7	191	111	4,1	0,9
(2 x 8) x 5	5474	62,3	187	101	2,6	0,9
(2 x 4) x 5	5372	61,8	197	107	2,4	0,9
(4 x 9) x 10	5363	62,0	175	96	4,1	0,9
(8 x 9) x 2	5347	61,5	186	103	2,1	0,9
(8 x 9) x 5	5313	62,0	188	102	2,0	1,0
(4 x 9) x 5	5212	61,5	197	107	1,8	0,9
(2 x 9) x 2	5145	61,3	197	105	2,4	0,9
(1 x 9) x 2	5121	61,3	178	95	2,4	0,9
(3 x 4) x 10	5115	62,2	177	99	4,4	0,8
(1 x 2) x 5	5105	61,3	201	115	2,8	0,9
(4 x 8) x 5	5078	62,8	187	103	1,7	0,9
(4 x 5) x 10	5061	61,8	195	107	4,6	0,9
(2 x 8) x 10	5057	60,8	183	102	3,5	0,9
(1 x 8) x 10	5018	60,8	180	105	3,1	0,9
(5 x 9) x 6	5012	61,8	182	99	3,5	0,9
(1 x 3) x 4	5011	62,0	185	102	2,8	0,9
(4 x 5) x 1	5000	64,0	173	97	2,4	0,9
(2 x 8) x 2	4998	61,8	190	108	2,7	0,9
(2 x 5) x 1	4996	63,2	175	102	2,5	1,0
(2 x 5) x 5	4985	61,2	197	105	3,5	0,9
(1 x 8) x 2	4975	61,8	171	98	2,7	0,9
(1 x 9) x 5	4945	61,0	201	115	2,2	0,9
(2 x 3) x 5	4939	61,2	192	103	3,1	0,9
(1 x 5) x 6	4939	62,7	173	97	3,0	0,9
(1 x 9) x 6	4917	63,2	167	93	3,6	0,9
(2 x 4) x 1	4881	61,8	175	99	2,6	0,9

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 14 – Relação dos 30 híbridos duplos com maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela-1) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a primeira safra.

(IVF1 x IVF1) x (IVD1 x IVD1)	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO
(6 x 10) x (5 x 6)	8043	53,5	206	127	1,0	0,9
(5 x 6) x (1 x 5)	7970	51,2	211	121	1,3	0,9
(5 x 10) x (2 x 5)	7953	52,8	206	122	1,2	0,9
(5 x 6) x (3 x 5)	7796	51,7	206	127	1,1	1,0
(5 x 6) x (5 x 6)	7790	51,6	207	128	1,3	1,0
(6 x 10) x (2 x 5)	7786	53,5	212	124	1,2	0,9
(5 x 10) x (1 x 5)	7769	52,1	202	119	1,3	0,9
(5 x 10) x (5 x 6)	7745	52,3	202	126	1,3	1,0
(5 x 6) x (2 x 5)	7727	52,3	213	126	1,2	0,9
(6 x 10) x (1 x 5)	7719	52,7	209	121	1,2	0,9
(4 x 5) x (1 x 5)	7666	51,1	199	114	1,2	0,9
(1 x 10) x (2 x 5)	7637	53,8	212	124	1,3	0,9
(4 x 6) x (1 x 5)	7615	51,7	205	115	1,1	0,9
(1 x 5) x (1 x 5)	7593	51,3	206	116	1,4	0,9
(1 x 5) x (2 x 5)	7578	52,6	212	126	1,3	0,9
(2 x 10) x (2 x 8)	7563	52,4	214	125	1,3	0,9
(1 x 6) x (1 x 5)	7543	51,9	212	117	1,3	0,9
(2 x 5) x (1 x 2)	7537	51,1	210	114	1,2	0,9
(6 x 10) x (5 x 9)	7528	52,2	206	119	1,1	0,9
(5 x 10) x (5 x 9)	7512	51,8	201	119	1,1	1,0
(2 x 10) x (2 x 5)	7502	53,5	210	125	1,1	0,9
(6 x 10) – (3 x 5)	7488	52,7	207	123	1,0	0,9
(5 x 6) x (4 x 5)	7487	51,5	204	122	1,5	1,0
(2 x 10) x (1 x 2)	7484	51,8	214	119	1,4	0,9
(6 x 10) x (2 x 8)	7458	52,8	214	122	1,3	0,9
(1 x 2) x (1 x 2)	7454	51,7	213	115	1,3	0,9
(2 x 5) x (2 x 5)	7443	52,3	211	126	1,0	0,9
(5 x 6) x (5 x 9)	7432	51,2	202	119	1,3	0,9
(4 x 10) x (1 x 5)	7414	52,5	197	113	1,0	0,9
(1 x 6) x (2 x 5)	7411	53,3	218	128	1,3	0,9

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

Tabela 15 - Relação dos 30 híbridos duplos de maior rendimento de grãos (RG em kg ha⁻¹), também com os valores preditos para florescimento feminino (FF em dias), altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), acamamento mais quebraamento [AQ em ((plantas parcela-1) + 0,5)^{0,5}] e prolificidade (PRO em espigas planta⁻¹), para a segunda safra.

(IVF1 x IVF1) x (IVD1 x IVD1)	RG	FF	AP	AE	AQ	PRO
(5 x 10) - (2 x 4)	5488	61,8	195	107	3,4	0,9
(5 x 10) - (4 x 8)	5443	62,0	182	102	2,8	0,9
(2 x 5) - (2 x 9)	5376	61,2	197	105	2,6	0,9
(2 x 5) - (8 x 9)	5330	61,8	187	102	2,0	0,9
(5 x 10) - (4 x 9)	5287	61,8	186	101	2,9	0,9
(5 x 10) - (2 x 8)	5265	61,6	185	102	3,0	0,9
(1 x 10) - (4 x 8)	5243	61,6	182	103	2,9	0,9
(1 x 10) - (2 x 4)	5242	61,8	184	103	3,5	0,9
(2 x 5) - (2 x 8)	5236	62,1	188	105	2,6	0,9
(5 x 6) - (2 x 9)	5229	61,9	191	102	3,0	0,9
(2 x 10) - (4 x 8)	5174	61,5	185	103	3,0	0,9
(5 x 10) - (1 x 4)	5137	61,8	196	114	3,0	0,9
(1 x 5) - (2 x 4)	5127	61,8	186	103	2,5	0,9
(5 x 10) - (2 x 9)	5109	61,3	189	102	3,2	0,9
(2 x 10) - (8 x 9)	5082	61,3	175	96	2,6	0,9
(1 x 5) - (2 x 9)	5075	61,4	183	101	2,4	0,9
(1 x 5) - (2 x 8)	5073	61,8	188	106	2,4	0,9
(5 x 10) - (8 x 9)	5065	61,6	176	96	2,5	0,9
(2 x 5) - (1 x 9)	5033	61,2	189	105	2,3	0,9
(1 x 10) - (4 x 5)	5030	62,9	184	102	3,5	0,9
(2 x 10) - (2 x 8)	5028	61,3	186	105	3,1	0,9
(2 x 10) - (4 x 9)	5024	61,7	188	99	2,9	0,9
(2 x 6) - (1 x 9)	5019	62,3	172	94	3,0	0,9
(1 x 10) - (1 x 4)	5006	62,4	180	101	3,2	0,9
(2 x 6) - (2 x 9)	4998	62,1	190	102	2,9	0,9
(2 x 10) - (1 x 8)	4996	61,3	175	101	2,9	0,9
(1 x 5) - (2 x 5)	4990	62,2	186	104	3,0	0,9
(4 x 10) - (1 x 4)	4983	62,1	197	112	3,4	0,9
(2 x 10) - (2 x 4)	4970	61,7	199	108	3,4	0,9
(5 x 10) - (1 x 2)	4959	61,3	199	114	3,3	0,9

Fonte: Dados da pesquisa da autora.

5 CONCLUSÕES

- As linhagens indicadas, com características desejáveis para a confecção de híbridos simples, triplos e duplos com melhor rendimento, mais baixos e mais precoces para a primeira safra são IVF1-5, IVF1-6, IVD1-1, IVD1-2 e IVD1-5. Para a segunda safra são IVF1-2, IVF1-5, IVF1-10, IVD1-8 e IVD1-9.
- Para os próximos processos de retirada de linhagens recomenda-se forçar a obtenção de linhagens tipicamente braquíticas, visando obter híbridos mais baixos que os obtidos neste trabalho e possivelmente ainda mais adaptados para altas populações de plantas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A.F.B. **Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais**. 1997. 79 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- ALI, K.; SHAH, S., BASIR, A.; AKBAR, H. Effect of intra and inter row spacing on the performance of maize. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 19, n. 4, p. 433-437, 2003.
- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 179-183, 1996.
- ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.
- ANDRADE, F.H.; CALVINO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield response to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 5, p. 975-980, 2002.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJBOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.
- BECK, D. L.; VASAL, S. K. ; CROSSA, J. Heterosis and combining ability of CIMMYT's tropical early and intermediate maturity maize (Zeamays L.) germplasm. **Maydica**, Bergamo, v. 35, n. 01, p. 279-285, 1990.
- BEGNA, S. H.; HAMILTON, R. I.; DWYER, L. M.; STEWART, D. W.; SMITH, D. L. Effects of population density on the vegetative growth of leafy reduced stature maize in short season areas. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Somerset, v. 182, n. 1, p. 49-55, 1999.
- BENTO, D. A. V.; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. Seleção massal para a prolificidade na safra normal e na “safrinha”. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3 p. 78-87, 2003.
- BULLOCK, D. G.; NIELSEN, R. L.; NYQUIST, W. E. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 2, p. 254-258, 1988.

CAMPBELL, C. M. New dwarf and modifiers. In: ANNUAL HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 20., Chicago, 1965. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1965. v. 20, p. 22-29.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. V.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.43-71.

CASAL, J. J.; SANCHEZ, R. A.; DEREGIBUS, V. A. Effects of plant density on tillering: the involvement of the R/FR and proportion of radiation intercepted per plant. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 26, n. 4, p. 365-371, 1986.

CASSANI, E.; BERTOLINI, E.; BADONE, F. C.; LANDONI, M. GAVINA, D.; SIRIZZOTTI, A.; PILU, R. Characterization of the first dominant dwarf maize mutant carrying a single amino acid insertion in the VHYNP domain of the dwarf8 gene. **Molecular Breeding**, New York, v. 24, n. 1, p. 375-385, 2009.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira: grãos, quarto levantamento, Janeiro de 2013**. [S.l.:s.n., 200-].

Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_44_20_boletim_graos_janeiro_2013.pdf> Acesso em: 15 Jan. 2013.

CRUZ, C. D. **Software GENES**: computational application in genetics and statistic. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2004. 390 p.

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 425-436, 1989.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.

CRUZ, J. C.; QUEIROZ, L. R.; PEREIRA FILHO, I. A. **Milho - cultivares para 2012/2013**. 2013. [S.l.:s.n., 200-]. Disponível em:

<<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>> Acesso em: 17 out. 2012.

DEITOS, A. **Capacidade de combinação de cultivares de milho em diferentes condições ecogeográficas**. 2004. 41 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

DEMATTE, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do Campus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 114 p.

DEMETRIO, C. S. FORNESIERI FILHO, D.; CAZZETA, J. O.; CAZZETA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 1999. 412 p.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV-Imprensa Universitária, 1981. 279 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2ª ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônomico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 235-241, 2003.

FIDELIS, R. R.; MIRANDA, G. V.; FALUBA, J. S. Capacidade de combinação de populações de milho tropicais sob estresse de baixo nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 358-366, 2010.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FLESCHE, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

GALE, M. D.; YOUSSEFIAN, S. Dwarfing genes in wheat. In: RUSSELL, G. E (Ed). **Progress in Plant Breeding**. Londres: [s.n.], 1985. p. 1–35.

GALINAT, W. C. The origin of maize: grain of humanity. **New York Botanical Garden Journal**. New York, v. 44, n. 1, p. 3-12, 1995.

GALINAT, W.C. Supermaize research. **Maize Genetic Cooperation Newsletter**, Missouri, v. 1, n. 72, p. 82-83, 1998.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. **Biometrics**, Washington, v. 22, n. 3, p. 439-452, 1966.

GAUD, W. **The green revolution: accomplishments and apprehensions**. [S.l.]: The Society for International Development, 1968. Disponível em: <<http://www.agbioworld.org/biotech-info/topics/borlaug/borlaug-green.html>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

GERALDI, I. O.; MIRANDA FILHO, J. B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 419-430, 1988.

GONÇALVES, K. C. G. **Potencial de linhagens experimentais de Milho (Zea mays L.) para produção de híbridos**. 2011. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

GORGULHO, E. P.; MIRANDA FILHO, J. B. Estudo da capacidade combinatória de variedades de milho no esquema de cruzamento dialélico parcial. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 1-8, 2001.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, East Melbourne, v. 9, n. 4, p. 463-493, 1956.

GUIMARÃES, P. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LUDERS, R. R.; SOUZA, A. P.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Correlação da heterose de híbridos de milho com divergência genética entre linhagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 811-816, 2007.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University, 1995. 375 p.

HAYMAN, B. I. The analysis of variance of diallel crosses. **Biometrics**, Washington, v. 10, n. 1, p. 235-244, 1954.

HEDDEN, P. The genes of the green revolution. **Trends in Genetics**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 5-9, 2003.

JENKINS, M. T. Methods of estimating the performance of double crosses in corn. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v. 26, n. 1, p. 199-204, 1934.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

JUNG, M. S.; VIEIRA, E. A.; BRANCKER, A.; NODARI, R. O. Capacidade geral e específica de combinação de caracteres do fruto de maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 963-969, 2007.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A.C; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 224-343, 2011.

KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R. N. The partial diallel cross. **Biometrics**, Washington, v. 17, n. 2, p. 229-250, 1961.

KEMPTON, J. H. Heritable characters of maize. **Journal of Heredity**, Washington, v. 11, n. 1, p. 111-115, 1920.

LEMOS, M. A.; GAMA, E. E. G.; MENEZES, D.; SANTOS, V. F.; TABOSA, J. N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 167-170, 2002.

LENG, E. R. Genetic production of short stalked hybrids. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 12., 1057, Chicago. **Proceedings...** Chicago: [s.n.], 1957. p. 80-89.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Within-row plant spacing variability does affect corn yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 1, p. 275-280, 2004.

LOCATELLI, A. B.; FEDERIZZI, L. C.; NASPOLINI FILHO, V. Capacidade combinatória de nove linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays* L.) em dois ambientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 365-370, 2002.

MADDONNI, G. A.; GUI, M. E.; CIRILO, A. G. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, Alabama, v. 71, n. 3, p. 183-193, 2001.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

MARCHESAN, C.B. **Análise genética de um cruzamento dialélico parcial em pimentão visando caracteres agrônômicos e resistência ao oídio**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto agrônômico de Campinas, Campinas, 2008.

MARTINS, C. S.; MIRANDA FILHO, J. B. Evaluation of inbred lines from two maize (*Zea mays* L.) brachytic populations following the two-factor mating design. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 1, p. 265-273, 1997.

MASHINGAIDZE, K.; CHINHEMA, E. C. Effects of the brachytic-2 dwarfing gene on maize (*Zea mays*) root systems and grain yield under moisture stress. In: Resilient crops for water limited environments. In: WORKSHOP HELD AT CUERNAVACA, [S.n.], 2004, Mexico. **Proceedings...**Cuernavaca: CIMMYT, 2004. p. 53-54.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOVSKY, R. The partial diallel cross at interpopulation level. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 2, p. 249-255, 1999.

MONNA, L.; KITAZAWA, N.; YOSHINO, R.; SUZUKI, J.; MASUDA, H.; MAEHARA, Y.; TANJI, M.; SATO, M.; NASU, S.; MINOBE, Y. Positional cloning of rice semi dwarfing gene, sd-1: rice 'green revolution gene' encodes a mutant enzyme involved in gibberellin synthesis. **DNA Research**, Tokyo, v. 9, n. 1, p. 11-17, 2002.

MORELLO, C. L.; MIRANDA FILHO, J. B.; GORGULHO, E. P. Partial diallel cross between exotic and adapted maize populations evaluated in acid soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 313-319, 2001.

MOTA, J. A. N. **Progresso com seleção nos compostos flintisa e dentado de milho (*Zea mays* L.)**, 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filhos, Ilha Solteira, 2006.

MUNDSTOCK, C. M. **Densidade de semeadura no milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/ASCAR, 1977. 35 p.

MUTENGWA, C. S.; GANDIWA, N.; MUCHENA, S. C. Genetic analysis of resistance to maize streak virus disease in dwarf maize germplasm. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 7, n. 48, p. 6456-6460, 2012.

MWALE, M. Nitrogen use efficiency of some Zimbabwean dwarf and Zambian tall maize hybrids by the use of ¹⁵N methodology. In: ZAMBEZI, B. T. **Report on phase 1 collaborative research projects, 1995-1999: mize and wheat improvement research network for SADC- MWIRNET**. [S.l.: s.n.], 1999. 34 p.

NEVADO, M. E.; CROSS, H. Z. Diallel analysis of relative growth rates in maize synthetics. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 549-552, 1990.

NIHEI, T.; FERREIRA, J. M. Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 369-377, 2012.

OLIVEIRA, F. J. Combinações de espaçamentos e populações de plantas de caupi e milho em monocultura e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 8, p. 931-945, 1993.

- PATERNIANI, E. Origem e comportamento de milho Piranão. **Relatório Científico**, Piracicaba, v. 7, n. 1, p. 148-161, 1973.
- PATERNIANI, E. Avaliação de cultivares de milho de planta baixa. **Relatório Científico**, Piracicaba, v.12, n. 1, p. 162-168, 1978.
- PATERNIANI, E. Avaliação em cultivares de milho braquítico. **Relatório Científico**. Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 61-68, 1980.
- PATERNIANI, E. Avaliação em cultivares de milho braquítico. **Relatório Científico**., Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 61-68, 1980.
- PATERNIANI, E. Avaliação de populações e híbridos milho braquítico. **Relatório Científico** Piracicaba, v. 16, n. 1, p. 97-104, 1982.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. 969 p.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARÃES, P. S.; LUDERS, R. R.; GALLO, P. B.; SOUZA, A. P.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 639-648, 2008.
- PENG, J.; RICHARDS D. E.; HARTLEY, N. M.; MURPHY, G. P.; DEVOS, K. M.; FLINTHAM, J. E.; BEALES, J.; FISH, L. J.; WORLAND, A. J.; PELICA, F.; SUDHAKAR, D.; CRHISTOU, P.; SNAPE, J. W.; GALE, M. D.; HARBERD, N. Greenrevolution genes encode mutant gibberellin response modulators. **Nature**, London, v. 400, n. 1, p. 256-261, 1999.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicação ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- SALAMINI, F. Hormones and the green revolution. **Science**. Washington, v. 302, n. 1, p. 71-72, 2003.
- SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1021-1029, 2003.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; SILVA, A. A.; ERNANI, P. R.; HORN, D.; STRIEDER, M. L.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C. Desempenho agrônomico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 218-231, 2006.

SANTOS, F. M. C. **Capacidade de combinação de híbridos comerciais de milho visando a obtenção de híbridos F₂**. 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas- IAC, Campinas, 2009.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Evolução dos cultivares de milho no Brasil.. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção de milho**. Viçosa: UFV, 2008. p. 55-83

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 585-592, 1999.

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

VALENTINUZ, O.; BARBAGELATA, P.; PAPANOTTI, O. Row spacing in maize hybrids with different structure. **Revista Científica Agropecuária**, Oro Verde, v. 7, n. 1, p. 7-11, 2003.

VEIGA, R. D.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M. P. Eficiência dos dialelos circulantes na escolha de genitores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1395-1406, 2000.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. p. 122-201.

VENCOVSKY, R; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de genética, 1992. 496 p.

VOGLER H.; KUHLEMEIER, C. Simple hormones but complex signalling. **Current Opinion Plant Biology**, Pompano Beach, v. 6, n. 1, p. 51–56, 2003.

YATES, F. Analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines. **Heredity**, Essex, v. 1, n. 3, p. 287-301, 1947.

ZANETTE, V. A.; PATERNIANI, E. Efeito do gene braquítico-2 em populações melhoradas de milho de porte baixo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 8, p. 1173-1181, 1982.