



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**POTENCIAL DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE MILHO (*Zea mays* L.)
PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS**

**Kelly Cristine Gomes Gonçalves
Engenheira Agrônoma**

Dissertação apresentada
à UNESP – Campus de
Ilha Solteira, para a
obtenção do Título de
Mestre em Agronomia,
Área de concentração:
Sistemas de produção.

ILHA SOLTEIRA - SP

Março de 2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**POTENCIAL DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE MILHO (*Zea mays* L.)
PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS**

Autora: Kelly Cristine Gomes Gonçalves

Orientador: João Antonio da Costa Andrade

Dissertação
apresentada à UNESP
– Campus de Ilha
Solteira, para a
obtenção do Título de
Mestre em Agronomia,
Área de concentração
Sistemas de produção.

ILHA SOLTEIRA - SP

Março de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

G635p	Gonçalves, Kelly Cristine Gomes. Potencial de linhagens experimentais de milho (<i>Zea mays</i> L.) para produção de híbridos / Kelly Cristine Gomes Gonçalves. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011. 76 f. : il. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011 Orientador: João Antonio da Costa Andrade Inclui bibliografia 1. Dialelo. 2. Capacidade de combinação. 3. Síntese de híbridos.
-------	--



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Potencial de linhagens experimentais de milho (*Zea mays* L.) para produção de híbridos

AUTORA: KELLY CRISTINE GOMES GONÇALVES

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. JOSE ROBERTO MORO
Departamento de Biol Aplicada A Agrop / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 01 de março de 2011.

Aos meus pais, Oscar e
Alminda, pela minha vida e
ensinamentos
Dedico

A minha filha Ana
Luiza, razão da minha
vida e jornada,
Ofereço

Agradecimentos

A Deus por sempre iluminar meu caminho.

Aos meus pais, Oscar da Silva Gonçalves e Alminda Gomes de Jesus Gonçalves, por serem o princípio de tudo aquilo que eu sou, pela vida, pelos ensinamentos e por infinitos motivos indescritíveis e impossíveis de serem escritos.

Ao meu irmão, Murilo Gomes Gonçalves, por ser sempre parceiro da vida, mais do que amigo... Obrigada, Irmão!

Aos meus avós, Tios e tias, por contribuírem para minha formação pessoal, em especial à Tia Alvina pela convivência.

Aos primos e primas, em especial: Dalila, Karen e Luciene, Alessandra e Caroline por serem mais do que família.

Ao meu amor Oscar Domingos Bergamaschi Machado, pois, além de ajudar me dando força para continuar, me ensinou o que é o amor, o companheirismo e a eternidade.

À minha amiga em especial, Adriana Avelino por ser esta pessoa maravilhosa que é, sempre disposta a tudo. Amo você amiga.

À Ângela que me ajudou na condução do experimento, sem cara feia!

Ao meu MESTRE, Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade pela orientação acadêmica, críticas construtivas, paciência, carinho e ensinamentos, o senhor é parte essencial na minha formação profissional e pessoal, sem esse Professor eu não seria a profissional que sou hoje. Muito obrigada, João do Milho.

A Todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

POTENCIAL DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE MILHO (*Zea mays* L.)
PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS

Autora: Kelly Cristine Gomes Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

RESUMO

O sucesso nos programas de melhoramento genético de milho depende da identificação de parentais com boa capacidade de combinação para a produção de híbridos. O objetivo deste trabalho foi identificar linhagens com boa capacidade de combinação utilizando dialelo parcial. Foram avaliadas 16 linhagens, das populações de milho Dentado e Flintisa, em um dialelo parcial onde cada linhagem foi cruzada com as oito linhagens da população contrastante, obtendo-se 64 híbridos simples. Os 64 híbridos foram avaliados em látice triplo em duas safras (semeaduras em 04/07/2009 e 16/11/2009). Ao final de cada repetição do látice foram colocadas as testemunhas comerciais XB 6012, AG 9010, XB 7253 e BG 7049, visando uma comparação simples com os híbridos experimentais. Foram preditos híbridos duplos e triplos. Os caracteres mensurados foram florescimento feminino, altura de plantas, altura de espigas, acamamento e rendimento de grãos. Os híbridos simples 4Dx6F, 7Dx4F, 7Dx6F e 7Dx8F foram indicados para prosseguirem no programa como promissores para as duas safras. Os híbridos simples 1Dx6F, 2Dx8F, 5Dx5F, 7Dx1F, e 7Dx3F foram indicados para prosseguirem no programa como promissores para a primeira safra. Os híbridos simples 3Dx2F, 3Dx3F, 2Dx7F, 5Dx6F, 6Dx3F, 7Dx4F, 2Dx5F, 2Dx6F, 7Dx2F e 7Dx3F foram indicados para prosseguirem no programa como promissores para a segunda safra. Os híbridos triplos mais promissores para a primeira safra de semeadura

podem ser obtidos da seguinte maneira: Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 1F, 3F, 4F e 8F, com a linhagem 7D; Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 1D, 2D e 4D, com a linhagem 6F; Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 3D e 5D, com a linhagem 5F. Os híbridos triplos mais promissores para a segunda safra de semeadura podem ser obtidos da seguinte maneira: Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 6D e 3D, com a linhagem 3F; Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 4D, 5D e 7D, com a linhagem 6F; Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 3D e 5D, com a linhagem 2F; Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 4F, 6F e 8F, com a linhagem 7D; Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 1F, 3F e 4F, com a linhagem 6D. Os híbridos duplos mais indicados para a primeira safra devem envolver as linhagens 1D, 2D, 4D e 7D com as linhagens 3F, 4F, 6F e 8F. Os híbridos duplos mais indicados para a segunda safra devem envolver as linhagens 2D, 5D, 6D e 8D com as linhagens 1F, 3F, 5F e 7F.

PALAVRAS CHAVE: Dialelo, Capacidade de Combinação, Síntese de híbridos.

ABSTRACT

The success in the maize breeding programs depends of the identification of inbred lines with good combining ability for hybrids production. The objective of this study was to identify inbred lines with good combining ability using partial diallel. Were evaluated 16 inbred lines of the maize populations Dentado and Flintisa in a partial diallel where each inbred line was crossed with the eight of the other population, resulting in 64 hybrids. The 64 hybrids were evaluated in a triple lattice in two crop season (sowing on 04/07/2009 and 16/11/2009). At the end of each repetition of the lattice were placed commercial controls XB 6012, AG 9010, XB 7253 and BG 7049, seeking a simple comparison with the experimental hybrids. Were measured the female flowering, plant height, ear height, lodging and grain yield. The hybrids 4Dx6F, 7Dx4F, 7Dx8F and 7Dx8F were appointed to continue in program as promising for the two crop seasons. The hybrids 1Dx6F, 2Dx8F, 5Dx5F, 7Dx1F, e 7Dx3F were appointed to continue in program as promising for the first crop season. The hybrids 3Dx2F, 3Dx3F, 2Dx7F, 5Dx6F, 6Dx3F, 7Dx4F, 2Dx5F, 2Dx6F, 7Dx2F e 7Dx3F were appointed to continue the program as promising for the second crop season. The most promising triple hybrids for the first crop can be obtained as follows: Simple hybrid parental involving inbred lines 1F, 3F, 4F and 8F, with the inbred line 7D; simple hybrid parental involving inbred lines 1D, 2D and 4D, with the inbred line 6F; simple hybrid parental involving inbred lines 3D and 5D, with the inbred line 5F. The triple hybrids more promising for the second crop planting can be obtained as follows: Simple hybrid parental involving inbred lines 3D and 6D, with the inbred line 3F; simple hybrid parental involving inbred lines 4D, 5D and 7D, with the inbred line 6F; simple hybrid parental involving inbred lines 3D and 5D, with the inbred line 2F; simple hybrid

parental involving inbred lines 4F, 6F and 8F, with the inbred line 7D; simple hybrid parental involving inbred lines 1F, 3F and 4F, with the inbred line 6D. The double hybrid more suitable for the first crop should wrap inbred lines 1D, 2D, 4D and 7D with the inbred lines 3F, 4F, 6F and 8F. The double hybrid more suitable for the second season should involve inbred lines 2D, 5D, 6D and 8D with the inbred lines 1F, 3F, 5F and 7F.

KEYWORDS: diallel, combining ability, hybrid synthesis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm.

Selvíria – MS, Brasil (2009).....33

Tabela 2 – Esquemas das análises de variância (delineamento látice triplo) e dialética para cada safra e dialética conjunta.....37

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), acamamento (AC) e rendimento (REND), para híbridos simples de milho em duas safras, em Selvíria-MS..39

Tabela 4 - Valores médios dos híbridos simples de milho observados para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento (AC) e rendimento de grãos (REND) na primeira safra, em Selvíria-MS.....42

Tabela 5. Valores médios dos híbridos observados para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento (AC) e rendimento de grãos (REND) na segunda safra, em Selvíria-MS.....44

Tabela 6. Quadrados médios da análise dialética conjunta e individual para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e rendimento de grãos (REND), na primeira e segunda safras, utilizando as médias ajustadas pelo látice, em Selvíria-MS.....48

Tabela 7. Estimativas da capacidade geral de combinação de 8 linhagens de milho oriundas do Composto Dentado para de florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e rendimento de grãos (REND) na primeira e segunda safras, em Selvíria-MS.....50

Tabela 8. Estimativas da capacidade geral de combinação de oito linhagens de milho oriundas do Composto Flintisa, para de florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e rendimento de grãos (REND) na primeira e segunda safras de semeadura, em Selvíria-MS.....51

Tabela 9. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação para rendimento de grãos (REND), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE) de 64 híbridos entre oito linhagens do Composto Flintisa e oito linhagens do Composto Dentado na primeira safra, em Selvíria-MS.....55

Tabela 10. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação para rendimento de grãos (REND), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE) de 64 híbridos entre oito linhagens do Composto Flintisa e oito linhagens do Composto Dentado na segunda safra.....56

Tabela 11. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbrido simples Dentado e linhagem Flintisa [(DxD)xF], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a primeira safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).....58

Tabela 12. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbridos simples Flintisa e linhagem Dentado [(FxF)xD], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a primeira safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).....59

Tabela 13. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbridos simples Dentado e linhagem Flintisa [(DxD)xF], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a segunda safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).....61

Tabela 14. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbridos simples Flintisa e linhagem Dentado [(FxF)xD], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a segunda safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).....63

Tabela 15. Relação dos 20 híbridos duplos de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a primeira safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).....65

Tabela 16. Relação dos 20 híbridos duplos de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a segunda safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).....66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esquema do dialelo parcial circulante interpopulacional com linhagens S_8 dos Compostos Flintisa e Dentado.....	31
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organograma do programa de seleção nos Compostos Flintisa e Dentado para baixa e alta tecnologia (BT e AT), identificando o início do processo de retirada das linhagens utilizadas como material neste trabalho. SME = Seleção Massal Estratificada; SEMI = Seleção Entre Meios Irmãos; SEMIS1 = Seleção entre meios irmãos com recombinação de progênes S_130

Figura 2 – Esquema do lote de cruzamentos para obtenção dos 64 híbridos do dialelo parcial 8x8.....32

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Acamamento

AE – Altura de espiga

AP – Altura de planta

CEC – Capacidade específica de combinação

CGC – Capacidade geral de combinação

FF – Florescimento feminino

REND – Rendimento de grãos

U - Umidade dos grãos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Avaliação de linhagens e predição de híbridos	16
2.2. Cruzamentos dialélicos	18
2.3. Dialelo parcial	19
2.4. Capacidade geral e específica de combinação	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Área experimental	24
3.2. Caracterização do solo	24
3.3. Tratamentos e delineamento experimental	24
3.4. Implantação da cultura	27
3.5. Avaliações fitotécnicas	28
3.6. Análises estatísticas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Análises preliminares	33
4.2. Análises dialélicas	41
4.3. Predição de híbridos triplos e duplos	52
4.4. Considerações finais	62
5. CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS.....	66

1. INTRODUÇÃO

O milho é uma planta pertencente à família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays*. É taxonomicamente identificado como *Zea mays* L. ssp. *mays*, para distinguir do seu parente silvestre mais próximo, o teosinto, atualmente considerado da mesma espécie e com várias subespécies (PATERNIANI; CAMPOS, 2005).

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta monóica, apresentando essencialmente polinização aberta. Essa cultura apresenta uma grande variabilidade genética natural, com aproximadamente 300 raças identificadas. Suas características favoráveis de ciclo e reprodução fizeram dela um modelo para estudos genéticos de espécies alógamas (PATERNIANI et al., 2000a).

As variedades locais ou crioulas têm sido cultivadas por agricultores familiares em diversas localidades do Brasil, que mantêm a tradição de produzir suas próprias sementes de milho, por elas apresentarem características específicas relacionadas ao sistema de cultivo tradicional, à alimentação humana e dos animais, cujo excedente pode ser comercializado. Essas variedades foram formadas pela ação de agricultores familiares ou indígenas, por meio de processos de melhoramento empírico, com a seleção de plantas mais adaptadas às regiões em que foram desenvolvidas (PATERNIANI et al., 2000a).

O sistema de endogamia-hibridação proposto por Shull (1908, 1909) para a exploração da heterose ainda persiste como sistema básico para produção de sementes híbridas. Foram obtidos ganhos expressivos de rendimento com o advento do milho híbrido, sendo o fenômeno do vigor híbrido uma das maiores contribuições práticas para a agricultura mundial. O efeito de heterose, descoberto há mais de um século, continua sendo aplicado em diferentes espécies vegetais, principalmente na cultura do milho, em

que a hibridação é recomendada como método adequado de melhoramento (PATERNIANI, 2001).

A expressão do vigor híbrido ou heterose tem sido explorada extensivamente em milho, constituindo-se em um dos principais objetivos dos melhoristas, principalmente das firmas produtoras de sementes. O interesse sobre a heterose teve início em 1877, com os trabalhos de autofecundação e cruzamentos realizados por Darwin, influenciando Beal a propor a utilização de cruzamentos intervarietais na produção comercial de milho (SPRAGUE; HEBERHART, 1977). A manifestação da heterose na produção de grãos em híbridos intervarietais foi muito estudada no início do século XX. Porém a grande contribuição prática para a agricultura iniciou-se com os trabalhos básicos de Shull (1908 e 1909) e East (1909) e a introdução dos híbridos duplos de linhagens por Jones (1918 e 1922).

A introdução do milho híbrido na década de 20 consistiu em um dos maiores impulsos à agricultura moderna e desde então inúmeros programas concentraram seus esforços no desenvolvimento de linhagens endogâmicas com capacidade de produzir bons híbridos.

A avaliação dos parentais sempre foi um ponto estudado pelos melhoristas que pesquisam a obtenção de híbridos de linhagens, buscando sempre uma maneira de aumentar a capacidade de avaliação (maior número de parentais) e facilitar ou diminuir os procedimentos de campo. Desde a década de 20 onde eram avaliados todos os cruzamentos possíveis dentro de um grupo de linhagens, um grande número de esquemas de cruzamentos foi proposto. Iniciou-se com os “top crosses” (DAVIS, 1927; JENKINS; BRUNSON, 1932), passou-se pela fórmula de predição de híbridos duplos de Jenkins (1934) e culminou com fórmulas de predição baseadas em estimativas da capacidade geral de combinação, obtidas de dialelos completos, parciais ou parciais

circulantes (KEMPTHORNE; CURNOW, 1961; MIRANDA FILHO; VENCovsky, 1999). No entanto a avaliação desses híbridos ainda é trabalhosa e dispendiosa, sendo de interesse dos melhoristas desenvolver uma técnica de avaliação mais rápida, segura e relativamente simples, que permita a avaliação de um grande número de linhagens.

Para avaliar a capacidade de combinação das linhagens, os métodos de cruzamentos dialélicos são extensivamente utilizados pelos melhoristas de milho. No entanto, o dialelo completo, que prevê o cruzamento entre todas as linhagens, se torna de difícil execução quando há muitas linhagens. Para minimizar esse problema, pode-se utilizar o dialelo parcial, recomendando-se o uso de linhagens oriundas de populações contrastantes.

Os conceitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), definidos por Sprague e Tatum (1942), são amplamente utilizados em programas de melhoramento. A CGC é mais importante do que CEC, quando o estudo visa programas de melhoramento de variedades, enquanto que, em programas de desenvolvimento de híbridos, a CEC também deve receber atenção por parte do melhorista (NASS et al., 2000).

A diversidade genética do milho é crucial para manter a capacidade natural de responder às mudanças climáticas e a todos os tipos de estresses bióticos e abióticos. Inúmeros trabalhos de cruzamentos dialélicos são relacionados na literatura, visando a identificação de cruzamentos tolerantes e/ou eficientes a diferentes tipos de estresse, como para alumínio (LIMA et al., 1995), fósforo (FURLANI et al., 1998), mancha de *Phaeosphaeria* (PATERNIANI et al., 2000b), aflatoxina (BETRÁN et al., 2002), nitrogênio (MÉDICE et al., 2004), *Striga lutea* (OLAKOJO; OLAOYE, 2005), estresse hídrico (TABASSUM et al., 2007), entre outros.

Devido a limitações do uso de dialelos completos, quando o número de pais

avaliados é muito grande, têm sido propostos diversos esquemas de cruzamentos dialélicos parciais onde é estudada apenas uma parte do total de cruzamentos possíveis. Esses esquemas podem ser utilizados para a avaliação de amostras aleatórias de um total de cruzamentos possíveis ou para a avaliação de dois conjuntos fixos e distintos de variedades, linhagens ou progênes em combinações híbridas.

O objetivo deste trabalho foi, com o uso de um dialelo parcial e predição de híbridos, identificar linhagens com boa capacidade de combinação para produção de híbridos, oriundas de dos Compostos Flintisa e Dentado. Estas populações fazem parte de um programa de melhoramento populacional em andamento em Ilha Solteira-SP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Avaliação de linhagens e predição de híbridos

A identificação de linhagens com boa capacidade de combinação e consequentemente que produzem bons híbridos sempre foi um dos pontos de maior interesse dos melhoristas ao longo desses 80 anos de uso do milho híbrido. Até o final da década de 20 costumava-se avaliar todos os $n(n-1)/2$ híbridos possíveis com um grupo de n linhagens, pois o número de linhagens disponíveis era pequeno. Entretanto, com o aumento do número de linhagens nos programas de melhoramento, esse método tornou-se inviável, pois o número de híbridos possíveis elevava-se rapidamente e novos métodos foram propostos para a identificação de combinações superiores.

A predição do comportamento de híbridos duplos foi primeiramente proposta por Jenkins (1934), 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 ($3 C_n^4$), a metodologia tornou-se viável.

Com a introdução do conceito de capacidade geral e específica de combinação na década de 40 (SPRAGUE; TATUM, 1942), os esquemas de cruzamentos dialélicos começaram a ser estudados e muito contribuíram para a avaliação do comportamento de linhagens em cruzamento. Kempthorne e Curnow (1961) discutem, sob o ponto de vista teórico, a utilização de informações provenientes do esquema dialelo circulante intrapopulacional para predição de médias de rendimento de vários cruzamentos, pelos efeitos de capacidades gerais de combinação ($\hat{g}$'s) das linhagens envolvidas. Analisando estimativas obtidas a partir do modelo $\hat{Y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{g}_i + \hat{g}_j$, os autores avaliaram a eficiência da metodologia, pela comparação dos erros envolvidos nas

estimativas, evidenciando a validade de utilização dos parâmetros na predição de combinações híbridas. O importante deste esquema é que não é necessário avaliar todos os cruzamentos entre as n linhagens, mas apenas uma amostra deles para obter as estimativas de capacidade geral de combinação das linhagens. Isso foi um avanço em relação ao método de Jenkins (1934), pois começou a haver limitações no uso dos dialelos completos quando o número de linhagens participantes aumentava.

Como normalmente em um programa de milho híbrido o interesse final é cruzar linhagens oriundas de populações contrastantes. Miranda Filho e Vencovsky (1999) adaptaram o esquema de Kempthorne e Curnow (1961), introduzindo o dialelo parcial circulante interpopulacional. Nesses esquemas, a partir da avaliação de uma amostra dos híbridos simples é possível prever os híbridos simples não avaliados, os híbridos duplos e triplos. Uma forma de avaliar a capacidade preditiva do modelo é a aplicação do coeficiente de correlação de Pearson entre as médias preditas e observadas. Andrade (1995) encontrou coeficientes de correlação variando de 0,82 a 0,96. Araújo (2000) observou um coeficiente de 0,86 e Fuzzato (2003) obteve correlações variando de 0,68 a 0,92 entre médias. Em todos os casos a capacidade geral de combinação das linhagens foi estimada pelo método dos quadrados mínimos. Quando o número de parentais se restringe, a mesma metodologia de predição pode ser aplicada em dialelos parciais onde todos os híbridos entre os dois grupos de progenitores são avaliados.

O dialelo parcial pode ser usado após a seleção das melhores linhagens com a utilização do dialelo parcial circulante.

Dessa maneira, os métodos de predição que exigem poucos cruzamentos, que conseguem prever o rendimento de híbridos com base no conhecimento de parâmetros das linhagens genitoras (como a capacidade geral de combinação) e que, mesmo assim, conseguem alocar eficientemente as linhagens em grupos heteróticos, são de grande

interesse dos melhoristas, pois diminuem o trabalho e aumentam a capacidade de avaliação das linhagens.

2.2. Cruzamentos dialélicos

Entende-se por cruzamento dialélico completo todos os cruzamentos possíveis entre um conjunto de n linhagens. Após a introdução dos conceitos de capacidade geral de combinação e específica de combinação proposta por Sprague e Tatum (1942) os esquemas de cruzamentos dialélicos receberam maior atenção dos pesquisadores.

A primeira apresentação de um esquema para análise de variância de cruzamentos dialélicos foi feita por Yates (1947). Posteriormente, várias metodologias de análise dialélica foram adotadas (BARBOSA, 1996). Dentre as mais comumente utilizadas, Oliveira Júnior (1995) destaca as de Griffing, Gardner e Eberhart, bem como o modelo proposto por Hayman.

As técnicas envolvendo cruzamentos dialélicos têm sido utilizadas amplamente em estudos referentes à herança quantitativa. Miranda Filho (1974) salientou que os cruzamentos dialélicos além de fornecerem dados que permitem a predição de médias, constituem metodologia bem adequada para o conhecimento das propriedades intrínsecas do material em estudo.

Em melhoramento de populações, a escolha da população é uma etapa de fundamental importância para o início de qualquer programa de melhoramento genético. O sucesso do programa está, portanto, na dependência de se escolher populações com potencial para gerar genótipos superiores (BARBOSA, 1996). Uma técnica que auxilia na escolha de progenitores com base em seus valores genéticos e sua capacidade de combinação, para produção de populações segregantes promissoras, é o cruzamento

dialélico (RAMALHO et al., 1993).

Em programas de melhoramento é indispensável o conhecimento dos componentes da capacidade combinatória na escolha de genitores geneticamente divergentes envolvidos em esquemas de cruzamento, sobretudo quando se deseja identificar híbridos promissores e/ou desenvolver linhagens superiores a partir deles (ALLARD, 1956). Estimativas de parâmetros genéticos podem, por exemplo, auxiliar na seleção de genitores, na predição de médias de compostos e cruzamentos não realizados.

2.3. Dialelo parcial

De acordo com Cruz e Regazzi (1997), as limitações ocasionadas pelo estudo de um grande número de progenitores e suas combinações híbridas levaram ao surgimento de alternativas ao processo de análise dialélica de sistemas completos e de meia tabela. Desse modo, para viabilizar o estudo da capacidade combinatória de um conjunto relativamente grande de progenitores, foram apresentados métodos de análise denominados dialelos parciais.

A metodologia denominada de dialelo parcial circulante foi desenvolvida por Kempthorne e Curnow (1961). O dialelo parcial trata-se, portanto, de uma adaptação da metodologia proposta por Griffing (1956), conforme enfatizado por Cruz e Regazzi (1997). Os dialelos parciais envolvem a avaliação de progenitores dispostos em dois grupos, pertencentes ou não a um conjunto comum, sendo as inferências feitas para cada grupo.

A análise dialélica, segundo Cruz (1990), pode tanto fornecer subsídios para a indicação de genitores para hibridação, quanto auxiliar na escolha do método mais

adequado de análise por permitir que parâmetros genéticos de importância sejam conhecidos a priori.

As avaliações das combinações dialélicas parciais mais comuns são as que envolvem a análise de F_1 's ou de F_1 's e progenitores. Em alguns casos, podem ser avaliadas as capacidades combinatória geral e específica; em outros, o potencial “per se” dos progenitores e seus efeitos heteróticos (CRUZ; REGAZZI, 1997).

No esquema do dialelo parcial, o grau de precisão das análises é menor que aquele obtido com os dialelos completos e depende do número de cruzamentos do material estudado (DHILLON; SINGH, 1978). Entretanto, Kempthorne e Curnow (1961) enumeraram algumas vantagens inerentes ao esquema de cruzamento dialélico parcial, entre elas: um grande número de pais pode ser avaliado para capacidade geral de combinação e as possíveis perdas são compensadas pelo maior ganho genético obtido de uma seleção mais intensa, que pode ser aplicada aos pais; a seleção pode ser feita entre os cruzamentos de uma amplitude maior de pais; a variância devida à capacidade geral de combinação da população de onde os pais são encontrados, pode ser estimada com maior precisão.

Segundo Mather e Jinks (1984), quando o efeito de tratamentos é considerado fixo, as estimativas de interesse para o melhorista devem ser os componentes genético e ambiental, que compõem a tabela dialélica. De outro modo, quando o efeito é aleatório, as estimativas devem ser as variâncias genéticas e ambientais de uma população, representada por uma amostra que é constituída dos parentais do dialelo.

Contudo, Ramalho et al. (1993) ressaltam que a maioria dos parentais de alógamas usados em dialelos é escolhida com base em caracteres de interesse agrônômico que foram submetidos à seleção. Portanto não se pode considerar estes tratamentos como uma amostra da população, visto que apresentam propriedades

genéticas específicas, o que os classifica como de efeito fixo.

O programa de melhoramento genético em milho, valoriza a exploração de híbridos e linhagens pertencentes a diferentes grupos heteróticos. Acredita-se que com esse tipo de exploração a heterose a ser expressa no híbrido é maximizada, tornando o programa mais eficiente (NASS et al., 2000).

2.4. Capacidade geral e específica de combinação

A avaliação das linhagens quanto à capacidade de combinação é a etapa mais trabalhosa e onerosa dos programas de híbridos na cultura do milho. Segundo Venkovsky (1970), a capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de uma linhagem em uma série de combinações híbridas, e a capacidade específica de combinação (CEC), ao desvio da média de um híbrido que não é explicado pela CGC. Portanto a média de um híbrido entre a linhagem i e a linhagem j é composta da seguinte maneira: $Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij}$, onde g_i e g_j são as CGC de cada linhagem e s_{ij} é a CEC.

O método de cruzamento proposto por Griffing (1956a,b) baseia-se nos conceitos de capacidade geral e específica de combinação estabelecidos por Sprague e Tatum (1942). Estes autores definiram a capacidade geral de combinação como o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas e capacidade específica como o comportamento que leva certas combinações híbridas a exibir comportamento superior ou inferior em relação à média dos híbridos comparados, e que não é explicado pelas CGC das linhagens envolvidas.

O método de cruzamentos dialélicos permite estimar a CGC das linhagens de um grupo em cruzamentos, comparativamente, proporcionando informações sobre a

concentração de alelos com efeitos predominantemente aditivos. Também é possível a estimação da CEC de cada cruzamento, que são desvios que evidenciam a importância dos efeitos não-aditivos, como dominância e/ou epistasia (CRUZ; REGAZZI, 1997).

A exploração dos efeitos de capacidade específica de combinação em híbridos deve constituir-se em objetivo indispensável para a máxima manifestação dos efeitos genéticos que controlam a produtividade.

De acordo com Vencovsky (1970), uma estimativa próxima de zero dos efeitos da CGC, positiva ou negativa, indica que o valor da CGC do parental, obtido com base no comportamento de suas combinações híbridas, não difere muito da média geral da população dialélica. Por outro lado, quando os valores estimados da CGC são elevados, positiva ou negativamente, há indícios de que o parental em questão é muito superior ou inferior aos demais parentais do dialelo, com relação ao comportamento médio dos cruzamentos. CGC positiva indica maior concentração de alelos com efeito aditivo para aumentar o valor do caráter e CGC negativa indica maior concentração de alelos com efeito aditivo para diminuir o valor do caráter.

Barbosa (1996) considera que elevados valores de CGC são uma indicação de que os genes têm efeitos predominantemente aditivos. Portanto, como a CGC depende da magnitude da variância aditiva, um cruzamento proveniente de parentais com os maiores valores para a capacidade geral de combinação deve ser potencialmente superior para a seleção de linhagens, quando esses parentais são materiais variáveis. No caso dos parentais serem linhagens puras, a CGC favorável indica potencialidade para produção de bons híbridos e para participação em sintéticos.

No processo de obtenção de híbridos procura-se explorar ao máximo os efeitos de CGC e também de CEC. Nesse processo, o desempenho “per se” da linhagem usada como fêmea é extremamente importante para viabilizar e baratear a comercialização do

híbrido. Esse desempenho, no entanto, é observado nas linhagens que possuem boa CGC, fato este devido aos efeitos aditivos da mesma. Com isso, espera-se que nos programas visando a obtenção de híbridos de linhagens, pelo menos um dos parentais possua boa CGC e que em alguns cruzamentos haja expressão máxima da CEC.

A caracterização de linhagens quanto à CGC e CEC dentro de um grupo selecionado de parentais é interessante em programas de melhoramento como conduzido na FE/UNESP, Câmpus de Ilha Solteira (Figura 1). O programa em andamento é de seleção nas populações de milho Flintisa e Dentado, visando obter variedades de polinização aberta, mas linhagens foram extraídas ao longo desse processo. O Composto Flintisa foi obtido pela recombinação das populações ESALQ - VF 1, SUWAN e CATETO COLÔMBIA (ANDRADE, 1992), tendo sido submetido a oito ciclos de seleção para rendimento e quatro ciclos de seleção para menor altura de espigas. O Composto Dentado foi obtido originalmente do Banco de germoplasma do CNPMS-EMBRAPA e foi submetido a sete ciclos de seleção para rendimento e quatro ciclos de seleção para menor altura de espigas.

Com a utilização de progênies endógamas para se fazer a seleção recorrente aproveitou-se então esse material para se avançar no processo de endogamia, tendo por objetivo a obtenção de linhagens e produção de híbridos. No momento tem-se oito linhagens S_8 de cada população, que foram selecionadas com base em resultados de avaliação em "top crosses" (dados não publicados) e dialelo parcial circulante (MEIRELLES, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área experimental

Os experimentos foram instalados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), 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 da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar média anual de 66% (CENTURION, 1982).

3.2. Caracterização do solo

O solo local foi classificado por Demattê (1980) e reclassificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipidistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LVd). Pela análise química pode ser considerado de média fertilidade (Tabela 1).

3.3. Tratamentos e delineamento experimental

O material utilizado neste trabalho constituiu-se de 16 linhagens S_8 , sendo oito extraídas de um composto de grãos flint (Composto Flintisa) e oito extraídas de um composto de grãos dentados (Composto Dentado), selecionadas com base em resultados

de avaliação em "top crosses" na quarta geração de autofecundação (dados não publicados) e dialelo parcial circulante (MEIRELLES, 2009), conforme organograma da Figura 1.

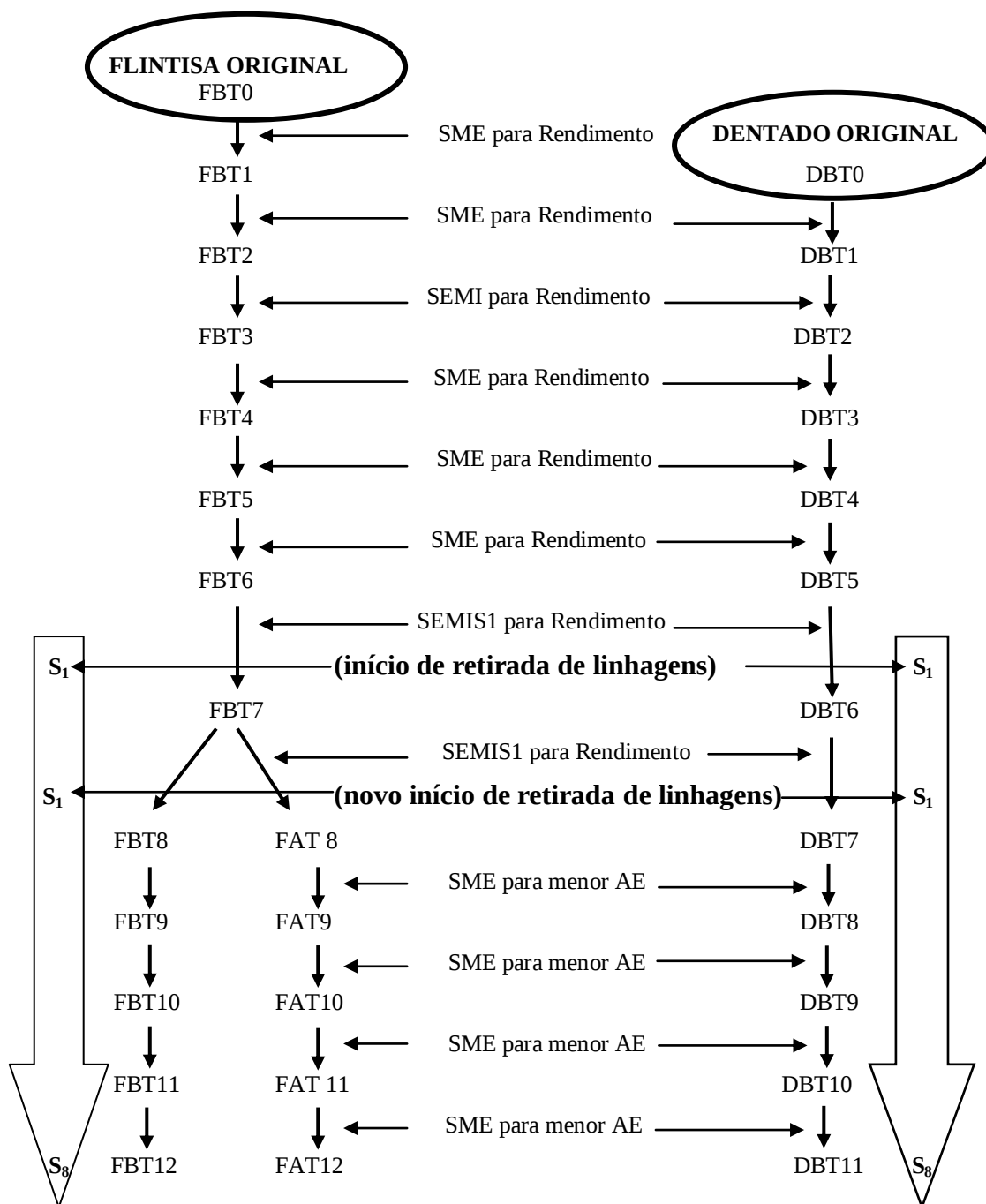


Figura 1 – Organograma do programa de seleção nos Compostos Flintisa e Dentado para baixa e alta tecnologia (BT e AT), identificando o início do processo de retirada das linhagens utilizadas como material neste trabalho. SME = Seleção Massal Estratificada; SEMI = Seleção Entre Meios Irmãos; SEMIS1 = Seleção entre meios irmãos com recombinação de progênes S₁.

Inicialmente as 16 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 esquema de dialelo parcial conforme o esquema do Quadro 1, onde cada linhagem foi cruzada com as oito linhagens da população contrastante, obtendo-se 64 híbridos simples. Para isso os 64 pares de linhagens foram semeados três vezes, espaçadas de sete dias (Figura 2), visando coincidência de florescimento entre as linhagens de cada par, para a realização da polinização manual.

Quadro 1 – Esquema do dialelo parcial interpopulacional com linhagens S₈ dos Compostos Flintisa e Dentado.

Linhagens do Composto FLINTISA	Linhagens do Composto DENTADO							
	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D7	8D
1F	H ₁₁	H ₁₂	H ₁₃	H ₁₄	H ₁₅	H ₁₆	H ₁₇	H ₁₈
2F	H ₂₁	H ₂₂	H ₂₃	H ₂₄	H ₂₅	H ₂₆	H ₂₇	H ₂₈
3F	H ₃₁	H ₃₂	H ₃₃	H ₃₄	H ₃₅	H ₃₆	H ₃₇	H ₃₈
4F	H ₄₁	H ₄₂	H ₄₃	H ₄₄	H ₄₅	H ₄₆	H ₄₇	H ₄₈
5F	H ₅₁	H ₅₂	H ₅₃	H ₅₄	H ₅₅	H ₅₆	H ₅₇	H ₅₈
6F	H ₆₁	H ₆₂	H ₆₃	H ₆₄	H ₆₅	H ₆₆	H ₆₇	H ₆₈
7F	H ₇₁	H ₇₂	H ₇₃	H ₇₄	H ₇₅	H ₇₆	H ₇₇	H ₇₈
8F	H ₈₁	H ₈₂	H ₈₃	H ₈₄	H ₈₅	H ₈₆	H ₈₇	H ₈₈

Os 64 híbridos foram avaliados em látice triplo em duas safras, sendo chamada de primeira safra (época normal) a semeadura realizada em 16/11/2009 e de segunda safra (safrinha ou fora de época) a semeadura realizada em 04/07/2009, conforme nomenclatura adotada nos levantamentos de produção pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2011). Ao final de cada repetição do látice foram colocadas quatro testemunhas comerciais (XB 6012, AG 9010, XB 7253 e BG 7049) visando uma comparação simples com os híbridos experimentais. Cada parcela foi formada por duas linhas de 5m com espaçamento de 0,85m entre linhas e 0,20m entre plantas.

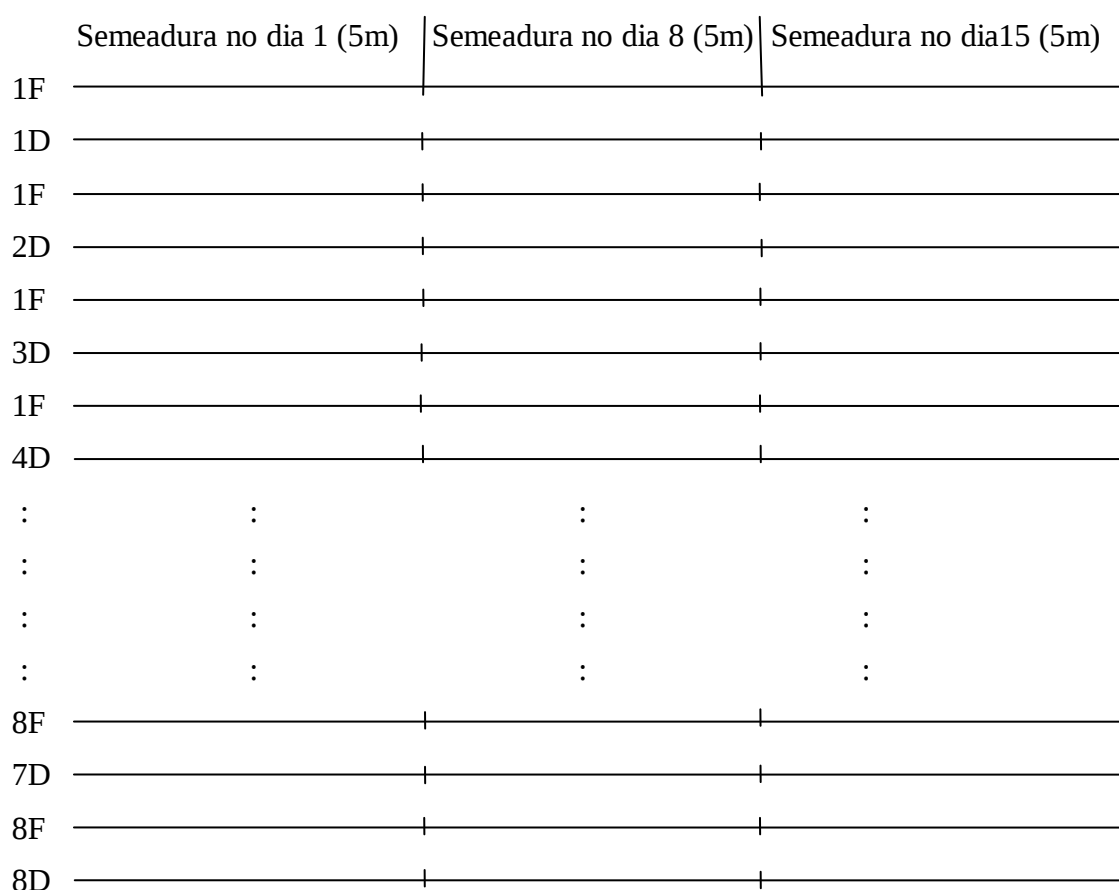


Figura 2 – Esquema do lote de cruzamentos para obtenção dos 64 híbridos do dialelo parcial 8x8.

3.4. Implantação da cultura

As semeaduras foram realizadas em sistema de plantio direto, distribuindo-se o dobro do número de sementes necessário, com a realização do desbaste no estágio de cinco folhas plenamente desenvolvidas.

Na semeadura foram aplicados, no sulco de semeadura, 200 g/ha do inseticida Carbofuran, 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 da fórmula 8-28-16. Em cobertura foram aplicados 200 kg/ha de uréia, quando as plantas atingiram estágio de seis folhas estabelecidas.

Na primeira semeadura de julho foram realizadas irrigações com lâmina de 13 mm semanais, exceto nas semanas com ocorrência de chuva.

O controle do mato foi realizado com aplicação de atrazina e tembotriona nas doses de 1000 e 84 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente, em forma de mistura. Adicionou-se na calda de aplicação o adjuvante éster metilado de óleo de soja (720 g ha⁻¹ do i.a.), quando as plantas estavam no estágio de seis folhas.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm.

Selvíria – MS, Brasil (2009).

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			

3.5. Avaliações fitotécnicas

Foram tomados dados para os seguintes caracteres:

- *Florescimento feminino (FF)* – número de dias após emergência para que 50% da parcela apresentasse estigmas com pelo menos 3 cm de comprimento, correspondendo ao estágio 5 de acordo com a escala fenológica proposta por Fancelli e Dourado Neto

(2000);

- *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;
- *Acamamento (AC)* – percentual de plantas acamadas (colmo formando ângulo maior que 20° com a vertical);
- *Rendimento (REND)* – obtido a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na parcela, convertido para kg ha^{-1} , corrigido para 130 g kg^{-1} de teor de água (b.u.) e estande ideal de 50 plantas por parcela;
- *Umidade dos grãos (U)* – medida em porcentagem, com utilização de aparelho eletrônico.

3.6. Análises estatísticas

Para análise estatística do rendimento de grãos foi realizada correção para umidade uniforme de 13,0%, utilizando-se da fórmula $RGC = R(1-U)/(1-0,13)$, onde RGC = rendimento de grãos corrigido para a umidade ideal de 13%; R = rendimento de grãos observado e U = umidade observada. Em seguida o RCG também foi corrigido para estande ideal de 50 plantas por parcela pela fórmula $REND = RGC - b(E-50)$, onde REND = rendimento de grãos corrigido para umidade constante e estande de 50 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 (GOMES, 1978) e

E = estande observado em cada parcela. O AC foi transformado para $\sqrt{x + 0,5}$ e FF, AP e AE, foram analisados diretamente como mensurados.

As análises dos experimentos foram feitas utilizando o programa Genes (CRUZ, 2001), separadamente para cada safra, de acordo com o delineamento em látice (Tabela 2). Para proceder à análise conjunta, foram consideradas as médias ajustadas dos tratamentos e o erro efetivo do látice. A comparação entre médias ajustadas foi feita por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância, também considerando o erro efetivo do látice.

A análise dialélica, para FF, AP, AE e REND, foi realizada com as médias ajustadas e com o erro efetivo do látice, conjuntamente para as duas safras, também com a utilização do aplicativo Genes. A análise dialélica conjunta, adaptada do modelo II de Griffing (1956) seguiu o modelo

$$Y_{ijk} = m + a_k + g_i + g_j + s_{ij} + (ga)_{ik} + (ga)_{jk} + (sa)_{ijk} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

- Y_{ijk} é o rendimento médio do híbrido entre a linhagem i e a linhagem j , no ambiente k ajustado pelo látice;
- m é a média geral dos híbridos envolvidos, considerando os dois ambientes;
- a_k é o efeito do ambiente k ;
- g_i é o efeito da capacidade geral de combinação da linhagem i ;
- g_j é o efeito da capacidade geral de combinação da linhagem j ;
- s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação do híbrido ij ;
- $(ga)_{ik}$ é o efeito da interação da capacidade geral de combinação do genótipo i com o ambiente k ;
- $(ga)_{jk}$ é o efeito da interação da capacidade geral de combinação do genótipo j com o ambiente k ;
- $(sa)_{ijk}$ é o efeito da interação da capacidade específica de combinação do híbrido ij

com o ambiente k ;

- e_{ijk} é o erro experimental associado à média do híbrido ij no ambiente k .

Em seguida foram realizadas as análises dialélicas individuais para FF, AP, AE e REND, utilizando-se o modelo $Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$, (modelo dois de Griffing (1956), adaptado para dialelos parciais) onde:

- Y_{ij} é o rendimento médio do híbrido entre a linhagem i e a linhagem j , ajustado pelo látice;

- m é a média geral dos híbridos envolvidos;
- g_i é o efeito da capacidade geral de combinação da linhagem i ;
- g_j é o efeito da capacidade geral de combinação da linhagem j ;
- s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação do híbrido ij ;
- e_{ij} é o erro experimental associado à média do híbrido ij .

Com as médias dos híbridos simples foram estimadas as médias dos híbridos triplos e duplos possíveis, pelas seguintes fórmulas (adaptado de JENKINS, 1934):

$$HT_{AB \times C} = (1/2)(HS_{AC} + HS_{BC}); \quad HD_{AB \times CD} = (1/4)(HS_{AC} + HS_{AD} + HS_{BC} + HS_{BD}).$$

Nestas fórmulas os híbridos simples parentais dos triplos e duplos são resultantes do cruzamento entre linhagens do mesmo grupo.

Tabela 2 – Esquemas das análises de variância (delineamento látice triplo) e dialélica para cada safra e dialélica conjunta.

FV	GL	QM	Teste F
Análise em látice para cada safra			
Repetições	2	QMR	-----
Bloco/repetição (não ajustado)	21	QMB	-----
Híbridos (ajustados)	63	QMH	QMH/QMEI
Erro intrabloco	105	QMEI	-----
Total	191		
Análise dialélica com as médias ajustadas para cada safra			
Híbridos	63	QMH	QMH/QMEF
CGC Dentado	7	QMGD	QMGD/QMEF
CGC Flintisa	7	QMGF	QMGF/QMEF
CEC	49	QME	QME/QMEF
Erro efetivo	123	QMEF	
Análise dialélica conjunta			
Híbridos (H)	63	QMH	QMH/QMEF
CGC Dentado (CGCD)	7	QMGD	QMGD/QMEF
CGC Flintisa (CGCF)	7	QMGF	QMGF/QMEF
CEC	49	QME	QME/QMEF
Safras (E)	1	QMEP	QMEP/QMEF
H x E	63	QMHEP	QMHEP/QMEF
CGCD x E	7	QMGDEP	QMGDEP/QMEF
CGCF x E	7	QMGFEP	QMGFEP/QMEF
CEC x E	49	QMEEP	QMEEP/QMEF
Erro efetivo	123	QMEF	

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises preliminares

As análises para cada safra (Tabela 3) indicam diferenças significativas entre os híbridos simples para todos os caracteres avaliados nas duas safras, tanto pelo teste F aproximado (utilizando-se o quadrado médio do erro intrabloco) como pelo teste com o erro efetivo do látice (Tabela 6). A eficiência do látice foi alta (acima de 110%) para todos os caracteres (Tabela 3), o que levou a considerar as análises em látice para todas as ações seguintes. A interação híbridos x safras, obtida pela análise conjunta das médias ajustadas (Tabela 6) foi significativa, justificando-se a consideração de cada safra separadamente nas demais análises.

Na apresentação dos resultados e na discussão serão consideradas duas safras, de acordo com terminologia utilizada pela CONAB (CONAB, 2011) que adotou como segunda safra aquela semeada fora do período setembro a dezembro, embora neste trabalho a segunda safra tenha sido realizada antes que a primeira. O termo safrinha, utilizado pelo fato de ser uma safra de menor importância, tende a ser abandonado pelo fato dos agricultores estarem aplicando, nessa época, as mesmas tecnologias da época normal (primeira safra), descaracterizando-a como uma safra de risco. Tanto isso é verdade que nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a segunda safra já é maior que a primeira.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), acamamento (AC) e rendimento (REND) para híbridos simples de milho, em duas safras em Selvíria-MS.

FV	GL	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	AC (%)	REND (kg ha ⁻¹)
Primeira safra						
Repetições	2	8,016	1053,286	482,036	0,147	1964739,381
Bl/rep (não	21	12,365	509,103	393,219	0,037	1724180,551
Tratamentos	63	25,109**	588,387**	764,030**	0,068**	117,2735,847*
Erro intrabloco	105	1,981	84,575	45,832	0,009	476412,296
Erro efetivo	123	2,2235	95,6096	52,3136	0,0103	531834,528
Efic. do látice	-	130,1475	141,6039	169,3984	154,5598	124,0849
Média		54,453	197,135	1112,146	0,125	6032,989
CV (%)		3,124	5,902	8,394	100,653	13,465
Segunda safra						
Repetições	2	4,005	1356,159	143,844	2020,933	2094967,778
Bl/rep(não ajust.)	21	8,364	371,060	173,233	685,604	1710967,678
Tratamento	63	16,176**	1188,910**	635,217**	890,076**	1551861,551**
Erro intrabloco	105	1,932	30,319	33,392	276,468	413222,729
Erro efetivo	123	2,1569	34,7729	38,1150	302,9518	466265,850
Efic. do látice	-	123,8734	195,4469	169,4278	111,8154	138,1256
Média	-	45,208	169,205	82,651	54,023	4304,642
CV (%)	-	3,616	4,872	9,723	34,069	18,643

*, ** - Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Para florescimento feminino na primeira safra (Tabela 4), destacou-se o híbrido 3Dx7F como o mais precoce (47 dias), sendo estatisticamente igual aos híbridos 4Dx7F, 3Dx1F, 5Dx7F, 4Dx6F, 6Dx7F e 8Dx7F. Pela comparação de médias (Tabela 4) formaram-se 4 grupos, sendo que o híbrido mais tardio foi 2Dx1F, com 60,5 dias para o florescimento feminino, não diferindo estatisticamente dos híbridos 1Dx3F, 2Dx5F, 7Dx4F, 1Dx4F, 1Dx1F, 1Dx8F, 6Dx1F, 5Dx1F, 8Dx1F, 7Dx1F, 6Dx6F, 2Dx4F e 8Dx3F. Nota-se que a linhagem 1D está presente em quatro destes 13 cruzamentos.

Quatro grupos distintos também formaram-se para altura de plantas. O híbrido

que apresentou maior altura foi o 5Dx4F com 231,6 cm. Outros sete híbridos estão no mesmo grupo considerado de plantas altas, são eles: 1Dx1F, 7Dx1F, 5Dx1F, 2Dx4F, 6Dx2F, 6Dx1F e 3Dx2F. Os híbridos que apresentaram menor porte foram os seguintes: 4Dx6F, 3Dx8F, 6Dx7F, 4Dx5F, 8Dx7F, 7Dx6F, 4Dx7F, 3Dx7F, 2Dx7F, 7Dx7F. Os híbridos considerados de menor porte também se enquadraram no grupo com menor altura de espigas. Dentre eles, o que apresentou menor altura foi o 4Dx7F, com 161,2cm de altura e 80,40cm medidos do chão até a inserção da espiga. Outros 12 híbridos (4Dx6F, 1Dx6F, 7Dx6F, 2Dx7F, 3Dx7F, 7Dx7F, 6Dx7F, 8Dx7F, 7Dx2F, 4Dx5F, 1Dx2F, 1Dx7F) também estão neste grupo com menor AE. Os híbridos de porte baixo podem ter sido prejudicados pela competição com híbridos de porte alto no experimento, sugerindo a possibilidade da separação dos mesmos em um mesmo experimento em avaliações futuras.

Três grupos significativamente diferentes formaram-se para AC, com o grupo de maiores valores apresentando variação de 0,001 a 21,83 % transformada para $\sqrt{x + 0,5}$. O alto coeficiente de variação encontrado para a primeira safra é comum para este caráter, pois a pressão dos fatores que fazem com que o acamamento se expresse nem sempre é uniforme em todas as parcelas. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Meireles (2009) que apresentou um coeficiente de variação para a característica de acamamento no valor de 113,92%. O híbrido 8Dx1F foi o que apresentou maior porcentagem de acamamento (86,47%), não sendo portanto indicado para plantio comercial nessa safra.

O teste de médias diferenciou apenas dois grupos para REND, sendo que o híbrido 7Dx3F foi o melhor com 7827 kg ha⁻¹, porém não diferindo estatisticamente de outros 22 híbridos que variaram de 7527 a 6197 kg ha⁻¹. Na segunda safra de semeadura (Tabela 5) foram identificados dois grupos para REND, sendo que no grupo

de maior rendimento destacou-se o cruzamento 2Dx7F como o mais produtivo (6408 kg ha⁻¹). No entanto ele não se diferenciou estatisticamente de outros 30 híbridos que variaram de 6173 a 4362 kg ha⁻¹. O híbrido considerado como de pior rendimento de grãos foi 4Dx5F com 2700 kg ha⁻¹. Fazendo uma comparação grosseira, pois as testemunhas não entraram nas análises estatísticas no delineamento em látice, o rendimento de grãos das testemunhas variou de 4874 kg ha⁻¹ a 7204 kg ha⁻¹ com uma média de 6443 kg ha⁻¹.

Para florescimento feminino formaram-se cinco grupos na segunda época. O híbrido mais tardio foi o 2Dx1F, com 51,8 dias para florescimento feminino após a semeadura. Dentro do grupo dos mais precoces estão 15 cruzamentos, e o que apresentou menos dias para florescimento foi o 1Dx7F, com 41,6 dias.

Sete grupos foram formados para a altura de plantas e os cruzamentos 5Dx4F, 1Dx1F e 5Dx1F estão entre os que apresentaram as plantas de maior porte, mas não estão no grupo mais produtivo. Um único cruzamento (8Dx7F), com 120,9cm, se enquadrou nas plantas de menor porte., em comparação com as demais.

Para altura de espigas também se formaram sete grupos. Quatro cruzamentos apresentaram maiores valores de altura de espiga e o maior valor foi encontrado para o cruzamento 5Dx1F (118,9cm). Todos os cruzamentos que apresentaram maior altura de plantas também foram caracterizados como de maior altura de espiga. Com menor AE ocorreram cinco híbridos (3Dx5F, 1Dx7F, 3Dx7F, 6Dx7F e 8Dx7F,).

Quanto ao acamamento os híbridos dividiram-se em dois grupos. O híbrido com maior porcentagem foi o 7Dx2F, com 84,7% de plantas acamadas. Este valor pode ser justificado por fenômenos climáticos (forte ventania) ocorridos na região quando o experimento foi conduzido. O cruzamento que apresentou menor valor de acamamento foi o 4Dx7F, com 19,28%.

Tabela 4 - Valores médios dos híbridos simples de milho, observados para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento (AC) e rendimento de grãos (REND) na primeira safra, em Selvíria-MS.

Híbridos	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	AC (%)	REND (kg ha ⁻¹)
7Dx3F	54,8 b	199,9 b	124,4 c	0,001 c	7827 a
7Dx4F	58,4 a	207,0 b	128,9 b	13,3 c	7527 a
4Dx6F	49,4 d	169,3 d	83,3 e	6,8 c	7396 a
1Dx6F	54,9 b	186,8 c	85,8 e	6,7 c	7366 a
7Dx6F	55,0 b	175,5 d	87,7 e	4,9 c	7060 a
7Dx1F	57,9 a	221,7 a	144,3 a	46,8 b	6986 a
2Dx6F	54,1 b	190,2 c	98,2 d	7,0 c	6857 a
7Dx8F	55,1 b	192,2 c	108,9 d	8,4 c	6791 a
2Dx8F	55,9 b	189,4 c	124,6 c	30,9 b	6710 a
5Dx5F	54,0 b	197,9 b	112,5 c	0,001 c	6647 a
2Dx7F	51,2 c	177,5 d	96,1 e	7,3 c	6618 a
6Dx6F	56,6 a	195,7 b	106,3 d	10,3 c	6557 a
8Dx6F	52,1 c	197,3 b	107,2 d	3,1 c	6544 a
3Dx5F	50,9 c	186,5 c	103,2 d	1,0 c	6491 a
1Dx3F	58,0 a	200,2 b	109,7 d	25,7 b	6486 a
3Dx7F	47,1 d	177,9 d	86,9 e	12,7 c	6435 a
3Dx8F	54,6 b	180,5 d	107,7 d	18,3 c	6323 a
2Dx5F	57,2 a	184,5 c	109,7 d	14,3 c	6308 a
5Dx4F	55,6 b	231,6 a	145,4 a	13,6 c	6288 a
5Dx6F	53,2 b	192,9 c	104,0 d	6,4 c	6259 a
7Dx7F	49,8 c	173,6 d	80,7 e	6,2 c	6227 a
6Dx7F	48,2 d	178,5 d	87,9 e	2,4 c	6199 a
6Dx3F	54,7 b	204,4 b	127,0 c	3,2 c	6197 a
1Dx4F	58,2 a	204,1 b	118,5 c	2,9 c	6164 b
8Dx1F	57,2 a	184,7 c	124,2 c	86,5 a	6122 b
7Dx5F	54,0 b	187, 7 c	99,0 d	0,001 c	6119 b
6Dx5F	53,8 b	199,7 b	112,3 c	0,001 c	6111 b
2Dx3F	54,8 b	184,0 c	109,4 d	35, 0 b	6096 b
6Dx2F	54,1 b	217,0 a	123,3 c	8,8 c	6013 b
6Dx4F	55,3 b	207,1 b	123,7 c	7,9 c	6001 b
3Dx3F	53,1 b	205,3 b	122,6 c	5,6 c	5990 b
4Dx7F	48,4 d	161,2 d	80,4 e	1,8 c	5939 b
8Dx7F	47,7 d	172,0 d	87,0 e	3,7 c	5938 b
3Dx1F	56,2 b	205,0 b	137,2 b	30,3 b	5901 b
4Dx8F	52,2 c	183,8 c	106,4 d	7,3 c	5873b
1Dx1F	59,3 a	226,2 a	130,3 b	21,8 c	5859 b

Continua

Tabela 4 (Continuação)- Valores médios dos híbridos simples de milho, observados para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento (AC) e rendimento de grãos (REND) na primeira safra, em Selvíria-MS.

Híbridos*	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	AC (%)	REND (kg ha ⁻¹)
3Dx6F	51,2 c	190,2 c	101,7 d	0,5 c	5838 b
5Dx1F	56,9 a	218,9 a	142,4 a	21,5 c	5833 b
8Dx4F	58,5 a	188,5 c	113,2 c	36,3 b	5832 b
3Dx4F	55,8 b	210,0 b	126,0 c	16,9 c	5827 b
1Dx5F	54,4 b	210,2 b	113,0 c	0,001 c	5801 b
5Dx2F	55,7 b	203,1 b	100,5 d	4,2 c	5779 b
7Dx2F	55,3 b	191,4 c	88,6 e	1,3300 c	5752 b
8Dx2F	54,2 b	205,4 b	110,5 d	0,001 c	5744 b
5Dx7F	47,5 d	203,5 b	103,4 d	0,001 c	5736 b
4Dx4F	55,5 b	208,1 b	121,7 c	29,9 b	5726 b
1Dx8F	57,8 a	200,4 b	102,5 d	6,7 c	5691 b
5Dx3F	55,0 b	197,5 b	116,2 c	0,001 c	5647 b
8Dx5F	55,4 b	198,5 b	118,8 c	12,3 c	5623 b
4Dx5F	52,1 c	174,9 d	94,1 e	0,4 c	5617b
5Dx8F	55,9 b	202,9 b	122,0 c	1,7 c	5568 b
2Dx4F	57,5 a	220,7 a	134,4 b	35,4 b	5559 b
6Dx1F	57,9 a	212,5 a	143,6 a	41,8 b	5538 b
2Dx1F	60,5 a	206,8 b	137,3 b	40,1 b	5499 b
8Dx3F	56,5 a	203,3 b	130,4 b	20,0 c	5463 b
1Dx2F	55,5 b	203,7 b	94, 6 e	6,3 c	5454 b
1Dx7F	55,0 b	189,3 c	91,1 e	3,6 c	5358 b
3Dx2F	50,1 c	214,0 a	110,6 d	11,9 c	5270 b
4Dx1F	55,7 b	198,7 b	133,0 b	40,6 b	5217 b
4Dx3F	54,7 b	195,5 b	119,4 c	15,5 c	5063 b
8Dx8F	54,0 b	194,7 b	114,0 c	7,5 c	4968 b
6Dx8F	55,0 b	210,7 b	113,4 c	0,001 c	4964 b
4Dx2F	52,5 c	203,3 b	117,1 c	0,5 c	4882 b
2Dx2F	55,9 b	210,9 b	118,5 c	0,001 c	4629 b
Médias	54,45	197,13	112,2	12,5	6033
XB 6012	52,7	183,0	114,7	0,20	8751
XB 7253	55,0	194,0	113,3	0,04	7695
AG 9010	46,7	169,7	77,7	0,01	5812
BG 7049	56,0	209,0	116,7	0,11	8875
Médias Test.	52,6	188,9	105,6	0,09	7783

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

Tabela 5 - Valores médios dos híbridos simples de milho, observados para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento (AC) e rendimento de grãos (REND) na segunda safra, em Selvíria-MS.

Híbridos	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	AC (%)	REND (kg ha ⁻¹)
2Dx7F	44,4 d	147,7 f	76,2 e	27,3 b	6408 a
6Dx3F	44,1 d	158,6 e	82,9 d	42,6 b	6173 a
7Dx6F	42,8 e	152,8 e	65,5 f	39,6 b	5636 a
2Dx5F	44,2 d	157,9 e	79,2 d	57,6 a	5350 a
7Dx4F	48,1 c	190,1 b	101,8 b	58,6 a	5310 a
2Dx6F	43,8 d	158,7 e	75,1 e	62,9 a	5302 a
7Dx2F	42,2 e	181,2 c	79,9 d	84,7 a	5255 a
7Dx3F	48,4 c	170,9 d	85,9 c	81,9 a	5231 a
7Dx8F	43,4 d	137,8 f	69,2 f	71,1 a	5173 a
5Dx6F	43,8 d	176,7 d	84,1 d	42,0 b	5096 a
4Dx6F	42,0 e	159,4 e	78,6 d	43,1 b	5023 a
5Dx2F	46,5 c	197,7 b	93,2 c	73,4 a	4874 a
8Dx5F	42,5 e	141,2 f	63,1 f	39,5 b	4846 a
8Dx8F	43,3 d	153,5 e	73,0 e	53,8 b	4819 a
3Dx2F	43,4 d	176,7 d	71,6 e	50,9 b	4811 a
6Dx4F	44,6 d	173,4 d	92,6 c	53,2 b	4802 a
6Dx2F	44,1 d	166,4 e	82,4 d	71,7 a	4787 a
5Dx5F	45,3 d	177,8 d	88,7 c	51,8 b	4766 a
8Dx6F	44,1 d	152,5 e	72,5 e	36,5 b	4768 a
3Dx3F	43,9 d	163,6 e	68,6 f	39,2 b	4745 a
2Dx2F	45,3 d	196,6 b	97,5 c	84,2 a	4718 a
8Dx2F	45,6 c	186,6 c	84,5 d	61,9 a	4698 a
2Dx3F	46,3 c	175,7 d	91,1 c	51,8 b	4695 a
2Dx8F	47,6 c	150,0 e	79,7 d	53,1 b	4562 a
4Dx2F	43,4 d	177,9 d	87,4 c	63,7 a	4542 a
3Dx8F	45,2 d	156,9 e	66,6 f	35,4 b	4501 a
4Dx3F	46,7 c	159,3 e	76,1 e	57,7 a	4489 a
6Dx1F	47,8 c	180,5 c	103,6 b	34,2 b	4429 a
8Dx3F	46,2 c	175,1 d	95,1 c	59,2 a	4363 a
6Dx5F	43,5 d	144,6 f	74,6 e	34,8 b	4362 a
5Dx3F	47,7 c	195,5 b	103,9 b	81,1 a	4288 b
6Dx8F	47,4 c	195,6 b	83,4 d	76,3 a	4232 b
8Dx4F	47,8 c	180,4 c	89,4 c	43,1 b	4192 b
4Dx8F	42,6 e	144,4 f	64,2 f	39,7 b	4174 b
4Dx7F	42,3 e	143,5 f	73,1 e	19, 3 b	4169 b
1Dx8F	47,7 c	168,5 d	71,4 e	74,5 a	4168, b
1Dx6F	43,8 d	161,7 e	67,9 f	70,7 a	4129 b

Continua

Tabela 5 (Continuação) - Valores médios dos híbridos simples, observados para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), acamamento (AC) e rendimento de grãos (REND) na segunda safra, em Selvíria-MS.

Híbridos	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	AC (%)	REND (kg ha ⁻¹)
5Dx8F	46,6 c	174,2 d	84,7 d	73,1 a	4071 b
3Dx4F	46,7 c	183,1 c	89,3 c	50,4 b	4062 b
7Dx7F	42,2 e	143,4 f	64,0 f	53,0 b	4036 b
4Dx1F	47,0 c	180,3 c	96,9 c	36,5 b	3992 b
3Dx5F	41,8 e	135,1 f	55,1 g	47,9 b	3991 b
4Dx4F	46,7 c	185,2 c	93,1 c	35,4 b	3967 b
6Dx6F	49,1 b	196,0 b	97,7 c	83,9 a	3906 b
1Dx4F	47,5 c	184,2 c	87,2 c	39,9 b	3880 b
2Dx4F	47,8 c	192,6 b	104,2 b	46,1 b	3868 b
5Dx7F	41,7 e	156,9 e	79,6 d	56,2 a	3850 b
1Dx3F	49,8 b	172,4 d	73,8 e	73,8 a	3840 b
5Dx4F	46,8 c	212,6 a	114,8 a	40,8 b	3752 b
1Dx1F	48,1 c	202,0 a	107,4 b	64,5 a	3749 b
2Dx1F	51,8 a	195,3 b	111,2 a	60,6 a	3684 b
7Dx5F	43,4 d	144,4 f	68,4 f	79,3 a	3675 b
3Dx6F	42,1 e	157,9 e	67,9 f	42,0 b	3624 b
1Dx2F	46,1 c	194,4 b	82,2 d	76,3 a	3594 b
8Dx7F	41,9 e	120,9 g	57,1 g	23,2 b	3591 b
3Dx1F	46,0 c	189,7 b	106,5 b	40,7 b	3551 b
7Dx1F	47,5 c	192,1 b	110,7 a	76,8 a	3531 b
5Dx1F	48,6 b	208,0 a	118,9 a	84,6 a	3514 b
1Dx5F	44,7 d	168,2 d	77,4 e	75,8 a	3273 b
8Dx1F	47,9 c	174,1 d	88,7 c	31,9 b	3199 b
6Dx7F	41,8 e	136,8 f	58,6 g	25,9 b	3091 b
3Dx7F	42,8 e	144,1 f	61,8 g	41,9 b	2838 b
1Dx7F	41,6 e	137,4 f	59,0 g	42,7 b	2769 b
4Dx5F	42,7 e	159,4 e	79,0 d	31,4 b	2700 b
Médias	45,2083	169,2052	82,651	54,0229	4304,642
XB 6012	45,0	169,4	95,0	62,0	5643
XB 7253	43,3	167,7	89,0	63,0	5599
AG 9010	42,0	136,0	58,0	46,0	4692
BG 7049	45,0	167,0	81,7	60,0	5110
Médias Test.	43,8	160,0	81,0	57,5	5261

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

4.2. Análises dialélicas

A análise dialélica conjunta (Tabela 6) indica não significância dos quadrados médios apenas para CGC dos dois grupos de linhagens para REND e da CEC para AP. Portanto a variabilidade entre as estimativas de CGC para REND das linhagens (tanto oriundas do Dentado como do Flintisa) é estatisticamente nula quando se considera as médias conjuntas. No entanto as interações da CGC (dos dois grupos) e da CEC com safras foram altamente significativas, tornando-se necessário considerar as análises dialélicas individuais para as considerações seguintes, pois os híbridos, a CGC de cada linhagem e as CEC foram influenciadas de maneira diferente pelas épocas de semeadura.

A diferença entre safras (altamente significativas) foi de nove dias para FF, 28cm para AP, 29 cm para AE e 1728 kg ha⁻¹ para REND. O pior comportamento médio e redução de porte dos híbridos na segunda safra eram esperados devido às condições climáticas menos favoráveis nessa época.

De acordo com os dados da Tabela 6, nas duas safras, os quadrados médios para a capacidade geral de combinação (CGC) dos dois grupos de linhagens, foram significativos para todos os caracteres, o que denota a existência de variabilidade resultante da ação de efeitos aditivos na expressão gênica em ambos os grupos. Ação gênica não aditiva também foi detectada para todos os caracteres, nas duas safras, pela significância dos quadrados médios para CEC. No entanto a predominância dos efeitos aditivos fica evidente com a comparação entre os quadrados médios da CGC e da CEC, principalmente no grupo de linhagens oriundas do Composto Flintisa. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Carvalho et al. (2004) que também encontraram maiores valores dos quadrados médios da CGC para altura de plantas, altura de espigas

e rendimento de grãos, mostrando a predominância de ação de genes aditivos para estes caracteres. Paterniani et al. (2006) verificaram a mesma tendência para rendimento de grãos.

Com relação aos valores da CGC na primeira safra (Tabela 7), a linhagem 3D foi aquela que mais contribuiu para que os híbridos fossem mais precoces (-2,0 dias), com pequenos efeitos para AP (-1,0 cm) e AE (-0,2 cm). No entanto, para REND apresentou CGC negativa (-23 kg ha⁻¹). A linhagem com maior CGC para FF foi a 1D (2,1 dias), contribuindo também para o aumento do porte da planta (5,5 dias), diminuição da altura de espigas (-6,4 dias) e diminuição do REND (-11 kg ha⁻¹).

Tabela 6. Quadrados médios da análise dialélica conjunta e individual para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e rendimento de grãos (REND), na primeira e segunda safras, utilizando as médias ajustadas pelo látice, em Selvíria-MS.

FV	GL	FF	AP	AE	REND
Primeira safra					
Híbridos	63	26,843**	628,948**	846,077**	1246420,493**
CGC Dentado	7	51,830**	976,933**	573,499**	2555088,646**
CGC Flintisa	7	153,227**	2869,190**	5693,497**	3134924,322**
CEC	49	5,219**	259,201**	192,528**	789681,300*
Erro efetivo	123	2,224	95,607	52,314	531834,800
Média		54,453	197,135	112,145	6032,989
Segunda safra					
Híbridos	63	17,596**	1295,577**	705,174**	1735025,686**
CGC Dentado	7	19,153**	1797,506**	1226,973**	3391981,335**
CGC Flintisa	7	91,630**	7387,465**	4115,930**	3719544,504**
CEC	49	6,797**	353,604**	143,381**	1214815,047**
Erro efetivo	123	2,157	34,773	38,115	466265,900
Média		45,208	169,205	82,651	4304,642
Conjunta					
Híbridos (H)	63	39,306**	1612,878**	1362,313**	1894712,128**
CGC Dentado	7	62,322**	2405,426*	1445,466*	4265167,531
CGC Flintisa	7	231,789**	9498,693**	9290,168**	3862628,534
CEC	49	8,520**	373,112	217,884*	12774944,726*
Safras (S)	1	8204,562**	74892,339**	83514,797**	286769628,275**
H x S	63	5,133**	311,670**	188,932**	1086734,050**
CGCD x S	7	8,660**	368,988**	355,128**	1681902,449**
CGCF x S	7	13,068**	758,175**	519,016**	2991840,291**
CEC x S	49	3,495*	239,696**	118,035**	729551,959*
Erro efetivo	123	2,190	65,191	45,214	499050,189

**, * - Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Para REND apenas duas linhagens, do Composto Dentado, apresentaram CGC positivas, destacando-se a 7D com CGC de 753 kg ha⁻¹ em comparação a 2 kg ha⁻¹ da linhagem 2D (Tabela 7). Além disso, contribuiu também para redução do porte da

planta (-3,5 cm) da altura de espigas (-4,4 cm) e com pequeno efeito no aumento do ciclo (0,5 dias). Na segunda safra, embora tenha apresentado a segunda maior CGC para REND, a tendência foi a mesma com valores de 426 kg ha⁻¹, -5,1 cm, -2,0 cm e -0,4 dias, respectivamente para REND, AP, AE e FF. Essa combinação indica uma alta frequência de alelos favoráveis, principalmente para REND, de acordo com as interpretações de Cruz e Regazzi (1997) e Cruz e Vencovsky (1989). Claramente é a linhagem mais promissora oriunda do Composto Dentado, para a formação de híbridos com linhagens oriundas do Composto Flintisa para ambas as safras. Na segunda safra a linhagem 2D apresentou a maior estimativa de CGC para REND (519 kg ha⁻¹), mas os valores para AP (2,6 cm), AE (6,6 cm) e FF (1,2 dias) a tornam inferior à linhagem 7D. Especificamente para a segunda safra outras linhagens que apresentaram CGC positiva foram 6D (168 kg ha⁻¹) e 8D (5 kg ha⁻¹). Este comportamento na segunda safra contribuiu em parte para a significância da interação CGC x safras. A 8D também apresentou comportamento favorável para os demais caracteres.

Entre as linhagens do Composto Dentado, a que menos contribuiu para o rendimento de grãos, na primeira safra, foi a 4D, com CGC de -319 kg ha⁻¹ que também contribuiu com valores negativos para FF, AP e AE. Portanto é a linhagem oriunda do Composto Dentado que possui maior frequência de alelos desfavoráveis para REND, em relação às outras sete do grupo, embora seja favorável para os demais caracteres. Na segunda safra as linhagens 1D e 3D tiveram estimativas de CGC menores que a 4D mas a tendência foi a mesma para AP, AE e FF.

Quanto à capacidade geral de combinação para as oito linhagens do Composto Flintisa, na primeira safra (Tabela 8), a linhagem que mais se destacou foi a 6F, contribuindo para o aumento do rendimento de grãos em 702 kg ha⁻¹. Esta linhagem apresentou também contribuição para a diminuição do ciclo (-1,2 dias), diminuição do

porte da planta (-10 cm) e diminuição da altura de espigas (-15,4 cm), mostrando ser a linhagem mais promissora do grupo flint para nesta safra. Embora com valores diferentes, as linhagens 5F e 7F seguiram a mesma tendência da observada de maior contribuição para rendimento e precocidade e menor contribuição para AP e AE. A 6F apresenta a mesma tendência na segunda safra e pode ser indicada para produção de híbridos produtivos, precoces e de porte baixo nas duas safras. O mesmo não pode ser inferido para 5F e 7F, em relação ao grupo estudado, que apresentaram valores negativos de CGC para REND na segunda safra.

Tabela 7. Estimativas da capacidade geral de combinação de 8 linhagens de milho oriundas do Composto Dentado para de florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e rendimento de grãos (REND) na primeira e segunda safras, em Selvíria-MS.

Linhagem	FF(dias)	AP (cm)	AE (cm)	REND (kg ha ⁻¹)
Primeira safra				
1D	2,1	5,5	-6,4	-11
2D	1,4	-1,6	3,9	2
3D	-2,0	-1,0	-0,2	-23
4D	-1,8	-10,3	-5,2	-319
5D	-0,2	8,9	6,2	-63
6D	0	6,1	5,1	-85
7D	0,5	-3,5	-4,4	753
8D	0	-4,1	1,0	-254
Segunda safra				
1D	0,9	4,4	-4,3	-629
2D	1,2	2,6	6,6	519
3D	-1,2	-5,8	-9,2	-289
4D	-1,0	-5,5	-1,6	-172
5D	0,7	18,2	13,3	-28
6D	0,1	-0,2	1,9	168
7D	-0,4	-5,1	-2,0	426
8D	-0,3	-8,6	-4,7	5,0

Tabela 8. Estimativas da capacidade geral de combinação de oito linhagens de milho oriundas do Composto Flintisa, para de florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e rendimento de grãos (REND) na primeira e segunda safras de semeadura, em Selvíria-MS.

Linhagem	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	REND (kg ha ⁻¹)
Primeira safra				
1F	3,2	12,2	24,4	-163
2F	-0,4	9,0	-4,1	-592
3F	0,7	1,6	7,7	63
4F	2,3	12,5	14,3	82
5F	-0, 5	-4,6	-4,3	57
6F	-1,2	-10,0	-15,4	702
7F	-5,2	-18,0	-22,9	23
8F	0,6	-2,8	0,31	-172
Segunda safra				
1F	2,9	21	22,8	-598
2F	-0,6	15,5	2,2	355
3F	1,4	2,2	2,0	423
4F	1,8	18,5	13,9	-75
5F	-1,7	-15,6	-9,4	-184
6F	-1,2	-4,7	-6,5	381
7F	-2,8	-27,8	-16,4	-460
8F	0,2	-9,1	-8,6	158

A linhagem, oriunda do Composto Flintisa, que menos contribuiu com efeitos favoráveis para o rendimento de grãos na primeira safra, foi a 2F (-592 kg ha⁻¹). Nesta linhagem observou-se tendência de diminuição do ciclo em -0,4 dias, aumento na altura de plantas em 9,0cm e diminuição na altura de espigas em -4,1cm. No entanto está entre as três melhores para REND na segunda safra. A linhagem CGC mais negativa para FF na primeira safra foi a 1F, com aumento de 3,2 dias no ciclo. Esta linhagem apresentou também aumento na altura de plantas, altura de espigas e diminuição no REND, não se mostrando promissora.

A linhagem que menos contribuiu para os caracteres desejáveis foi a 1F que se comportou da mesma forma da primeira safra, aumentando o ciclo da planta, a altura de plantas e a altura de espigas. Para rendimento foi a linhagem que menos se destacou, com efeito de -598 kg ha^{-1} para CGC, indicando baixa concentração de alelos favoráveis.

Outra linhagem que mereceu destaque foi a 3F com CGC de 423 kg ha^{-1} na segunda safra e 63 kg ha^{-1} na primeira. Porém apresentou valores positivos para florescimento (0,7 e 1,6 dias), altura da planta (1,4 e 2,2 cm) e altura de espigas (7,7 e 2,0 cm), respectivamente para primeira e segunda safra.

Os maiores efeitos para CEC na primeira safra foram observados para os híbridos 4Dx6F (980 kg ha^{-1}), 7Dx3F (977 kg ha^{-1}) e 2Dx8F (848 kg ha^{-1}). Nesses híbridos há participação das linhagens 6F, 2D e 7D que estão entre aquelas com maior CGC para a primeira safra (Tabelas 7 e 8). Em geral, conforme PAINI et al. (1996), são de interesse para o melhoramento genético combinações híbridas com elevadas estimativas de CEC e que envolvam pelo menos um genitor com maior CGC. Pelas médias da Tabela 4 nota-se que o híbrido 4Dx6F é superior aos outros dois, estando colocado no grupo dos mais produtivos. Além disso esse híbrido se destaca por apresentar estimativas negativas da CEC para os caracteres florescimento feminino (-2,1 dias), altura de plantas (-7,7 cm) e altura de espigas (-8,2 cm).

Os dados da Tabela 4 indicam que os três híbridos de melhor rendimento, na primeira safra, foram 7Dx3F, 7Dx4F e 4Dx6F. Pelo menos uma linhagem com boa CGC participa de cada um deles. Os híbridos 2Dx7F e 6Dx3F tiveram alta CEC (560 e 187 kg ha^{-1} , respectivamente), mas o híbrido 5Dx6F teve CEC negativa para REND (-412 kg ha^{-1}). A boa média deste híbrido é devida à alta CGC da linhagem 6F (702 kg ha^{-1}) (Tabela 8). Duas linhagens com alta CGC nem sempre formam bons

híbridos porque a CEC pode ser negativa, como ocorreu com as linhagens 7D e 6F na primeira safra. Embora tenham apresentado alta CGC (753 e 702 kg ha⁻¹), a CEC foi de -428 kg ha⁻¹. No entanto, nas médias da Tabela 4, este híbrido coloca-se no primeiro grupo mais produtivo, indicando que as altas CGC predominaram. Na segunda safra, devido à interação com safras a CEC foi de 524 kg ha⁻¹ e o híbrido também colocou-se no grupo dos mais produtivos (Tabela 5). Linhagens com boa CGC produzindo híbridos não promissores é uma indicação de que a concentração de alelos favoráveis com efeitos aditivos é muito coincidente em ambas, o que não deve ocorrer com 7D e 6F.

Para florescimento feminino, além do híbrido 4Dx6F (-2,1 dias) os menores valores de CEC foram dos cruzamentos 3Dx2F (-2 dias), 2Dx3F (-1,9 dias) e 1Dx5F (-1,8 dias). Entre as linhagens participantes desses híbridos a 3D, 4D, 5F e 6F também apresentaram estimativas negativas de CGC (Tabelas 7 e 8) e os seus híbridos devem ser considerados quando se desejar maior precocidade. Os híbridos 3Dx2F e 4Dx6F também estão respectivamente colocados no segundo e primeiro grupos mais precoces, pelas médias da Tabela 5. O híbrido 4Dx6F já foi destacado também com estimativas favoráveis tanto da CEC como da CGC de suas linhagens para REND. No entanto os outros dois destacados para precocidade não apresentaram CEC promissora para REND.

As maiores estimativas positivas de CEC foram encontradas para os cruzamentos 1Dx7F (3,4 dias) e 6Dx6F (3,3 dias), indicando boa complementação para formação de híbridos tardios, pois apenas a linhagem 1D apresentou CGC positiva (Tabelas 7 e 8). Isso contribuiu para que as médias desses híbridos (Tabela 4) não estejam no grupo de híbridos mais precoces.

Para AP as CEC negativas e com alto valor absoluto ocorreram para os híbridos 8Dx1F (-20,4 cm), 8Dx4F (-17,1 cm), 2Dx3F (-13,2 cm), 3Dx8F (-12,9 cm), 7Dx2F (-11,2 cm), 1Dx4F (-11 cm) e 5Dx3F (-10,0 cm). A mesma tendência foi

observada para AE, com valores de -13,3 cm, -14,3 cm, -14,3 cm, -4,6 cm, -15,0 cm, -1,6 cm e, -9,9 cm, respectivamente para os mesmos híbridos. A mesma tendência foi observada para os híbridos com CEC positiva e alta para AP que foram 7Dx1F, 5Dx7F, 8Dx6F, 2Dx4F, 1Dx5F. Essa concordância entre CEC de AP e AE se justifica pela alta correlação genética observada entre esses caracteres na maioria das populações de milho (ANDRADE; MIRANDA FILHO, 2008, CANDIDO; ANDRADE, 2008, PATERNIANI et al., 2004). No grupo de parentais estudados foi encontrada ampla variação, com linhagens de alta e baixa concentração de alelos para diminuir AP e AE, o que possibilitou o encontro de híbridos que combinam porte baixo e bom rendimento, como 4Dx6F.

Para REND na segunda safra, os híbridos com maior CEC foram 2Dx7F (2045 kg ha⁻¹), 6Dx3F (1277 kg ha⁻¹), 8Dx5F (720 kg ha⁻¹), 2Dx5F (710 kg ha⁻¹), 5Dx5F (676 kg ha⁻¹), 1Dx1F (672 kg ha⁻¹), e 7Dx4F (655 kg ha⁻¹) (Tabela 10), com destaque para 6Dx3F que apresentou estimativas negativas de CEC para FF (-2,7 dias), AP (-12,6 cm) e AE (-3,6 cm). Pelas médias da Tabela 5 verifica-se que seis desses híbridos encontram-se no grupo mais produtivo, com apenas 1Dx1F no segundo grupo.

Todos os cinco híbridos de maior REND (Tabela 5) tiveram estimativas positivas e altas de CEC e participação de pelo menos uma linhagem com boa CGC. O híbrido 7Dx6F colocou-se no grupo dos mais precoces e os híbridos 2Dx7F, 6Dx3F e 2Dx5F colocaram-se no segundo grupo mais precoce. O híbrido 2Dx7F colocou-se entre aqueles com plantas mais baixas e três outros no segundo grupo de plantas mais baixas. Para AE os híbridos 7Dx6F e 2Dx7F colocaram-se, respectivamente, no primeiro e segundo grupos com menor AE.. Portanto, na segunda safra também foi possível encontrar híbridos que combinaram bom REND, precocidade, bom porte de plantas e menor AE, como 7Dx6F e 6Dx3F.

Tabela 9. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação para rendimento de grãos (REND), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE) de 64 híbridos entre oito linhagens do Composto Flintisa e oito linhagens do Composto Dentado na primeira safra, em Selvíria-MS.

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
Rendimento (kg ha ⁻¹)								
1F	0	-372	54	-333	27	-246	364	506
2F	24	-813	-146	-240	401	658	-442	557
3F	400	-2	-83	-714	-386	187	977	-380
4F	59	-558	-265	-70	236	-29	658	-30
5F	-278	217	425	-154	621	106	-724	-213
6F	642	120	-873	980	-412	-92	-428	63
7F	-688	560	403	201	-257	228	-583	136
8F	-159	848	485	330	-230	-812	177	-639
Florescimento feminino (dias)								
1F	-0,5	1,3	0,6	0	-0,5	0,2	-0,4	-0,5
2F	-0,8	0,3	-2	0,2	1,8	0	0,5	0,1
3F	0,6	-1,9	0	1,3	0	-0,5	-1	1,3
4F	-0,8	-0,8	1	0,6	-1	-1,6	1	1,7
5F	-1,8	1,8	-1	0	0,2	-0,1	-0,5	1,4
6F	-0,6	-0,5	0	-2,1	0,1	3,3	1	-1,3
7F	3,4	0,4	-0,2	1	-1,7	-1,2	-0,1	-1,6
8F	0,5	-0,6	1,6	-1	1,1	-0,1	-0,5	-1,1
Altura de plantas (cm)								
1F	11,4	-0,9	-3,3	-0,3	0,7	-2,9	15,8	-20,4
2F	-7,8	6,4	8,9	7,4	-12	4,8	-11,2	3,4
3F	-4	-13,2	7,4	7	-10	-0,4	4,7	8,6
4F	-11	12,7	1,3	8,7	13	-8,6	0,9	-17,1
5F	12,2	-6,3	-5	-7,3	-3,5	1,1	-1,3	10
6F	-5,9	4,6	3,9	-7,6	-3,2	2,4	-8,2	14,1
7F	4,5	0	-0,3	-7,7	15,4	-6,7	-2,1	-3,1
8F	0,6	-3,3	-12,9	-0,2	-0,4	10,3	1,4	4,5
Altura de espigas (cm)								
1F	0,2	-3,1	0,8	1,6	-0,3	2	12	-13,3
2F	-6,9	6,6	2,9	14,3	-13,6	10,3	-15	1,4
3F	-3,7	-14,3	2,8	4,7	-9,9	2,1	8,9	9,5
4F	-1,6	4	-0,3	0,4	12,8	-7,8	6,8	-14,3
5F	11,6	-2	-4,5	-8,5	-1,6	-0,6	-4,6	10
6F	-4,5	-2,5	5,1	-8,2	1,1	4,5	-4,7	9,4
7F	8,4	3	-2,2	-3,5	8,1	-6,4	-4,2	-3,2
8F	-3,5	8,3	-4,6	-0,8	3,4	-4,1	0,8	0,6

Tabela 10. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação para rendimento de grãos (REND), florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE) de 64 híbridos entre oito linhagens do Composto Flintisa e oito linhagens do Composto Dentado na segunda safra, em Selvíria-MS.

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
Rendimento (kg ha ⁻¹)								
1F	672	-541	134	459	-164	554	-601	-513
2F	-437	-460	440	55	242	-41	169	33
3F	-258	-552	306	-67	-413	1277	76	-370
4F	280	-880	122	-89	-449	405	655	-42
5F	-218	710	160	-1248	675	73	-872	720
6F	72	97	-772	509	439	-948	524	78
7F	-446	2045	-717	497	34	-921	-235	-258
8F	335	-419	327	-116	-364	-399	284	352
Florescimento feminino (dias)								
1F	-0,9	2,5	-0,9	-0,1	-0,1	-0,4	-0,2	0,1
2F	0,5	-0,5	0,0	-0,2	1,3	-0,5	-1,9	1,3
3F	2,2	-1,5	-1,5	1,1	0,3	-2,7	2,2	-0,1
4F	-0,4	-0,4	0,9	0,7	-0,9	-2,5	1,5	1,1
5F	0,2	-0,5	-0,5	0,2	1,1	-0,1	0,3	-0,7
6F	-1,1	-1,3	-0,6	-0,9	-0,8	5,0	-0,7	0,4
7F	-1,7	0,8	1,7	1,0	-1,3	-0,6	0,3	-0,2
8F	1,2	0,9	0,9	-1,8	0,5	1,8	-1,6	-1,9
Altura de plantas (cm)								
1F	7,4	2,4	5,2	-4,4	-0,5	-9,5	7,0	-7,5
2F	5,3	9,3	-2,2	-1,3	-5,2	-18,1	1,6	10,6
3F	-3,4	1,6	-2,0	-6,6	6,0	-12,6	4,6	12,3
4F	-7,9	2,2	1,1	3,0	6,7	-14,1	7,5	1,3
5F	10,3	1,8	-12,6	11,3	5,9	-8,8	-4,1	-3,7
6F	-7,2	-8,4	-0,7	0,4	-6,1	31,8	-6,5	-3,3
7F	-8,4	3,8	8,6	7,7	-2,7	-4,4	7,1	-11,7
8F	3,9	-12,7	2,6	-10,2	-4,2	35,7	-17,2	2,0
Altura de espigas (cm)								
1F	6,2	-0,8	10,3	-7,0	0,0	-3,7	7,1	-12,1
2F	1,8	6,0	-4,0	4,1	-5,0	-4,2	-3,0	4,4
3F	-6,6	-0,2	-6,9	-7,0	5,9	-3,6	3,2	15,1
4F	-5,0	1,0	2,0	-1,8	4,9	-5,8	7,2	-2,4
5F	8,6	-0,6	-8,9	7,4	2,2	-0,5	-2,8	-5,4
6F	-3,9	-7,7	1,0	4,0	-5,4	19,7	-8,7	1,0
7F	-2,8	3,3	4,8	8,5	0,1	-9,4	-0,2	-4,3
8F	1,7	-1,0	1,7	-8,2	-2,7	7,5	-2,8	3,7

4.3. Predição de híbridos triplos e duplos

Nos 40 melhores híbridos triplos preditos para REND na primeira safra (Tabelas 11 e 12) há predominância das linhagens com maior CGC, tanto no parental linhagem como no parental híbrido simples. Nos melhores híbridos triplos (Dentado x Dentado) x Flintisa (Tabela 11) os parentais 6F e 3F, com os maiores valores de CGC, estão presentes em 18 híbridos (90%). No parental híbrido simples as linhagens 7D e 2D estão presentes em 13 híbridos (65%). Nos cruzamentos (Flintisa x Flintisa) x Dentado (Tabela 12) a mesma tendência é observada, apenas invertendo a posição dos parentais. As linhagens 7D e 2D participam de 17 dos 20 (85%) melhores híbridos triplos preditos e as linhagens 6F e 3F participam de 15 híbridos simples parentais (75%).

Os 40 híbridos triplos preditos para a primeira safra tiveram REND variando entre 7667 kg ha⁻¹ [(3Fx4F)x7D] e 6668 kg ha⁻¹ [(6Fx7F)x4D]. A princípio estes valores estimulam a confecção e avaliação desses híbridos triplos. O tempo para florescimento feminino para esses híbridos variou de 48,9 dias [(6Fx7F)x4D] a 58,3 dias [(1Dx7D)x4F)], indicando a possibilidade de se conseguir híbridos triplos produtivos e precoces, caso isso seja desejado.

Os intervalos de variação para AP e AE foram, respectivamente, 165,2 cm [(6Fx7F)x4D] a 219,3 cm [(5Dx7D)x4F] e 81,9 cm [(6Fx7F)x4D] a 137,2 cm [(5Dx7D)x4F]. Verifica-se a possibilidade de se conseguir híbridos produtivos e de porte baixo, destacando-se (6Fx7F)x4D com rendimento de 6668 kg ha⁻¹, 48,9 dias para FF, 65,2 cm para AP e 81,9 cm para AE. Este híbrido possui características preditas que indicam a possibilidade de avaliações sob espaçamentos e populações diferentes de plantas, visando sua possível utilização em alta densidade populacional.

Tabela 11. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbrido simples Dentado e linhagem Flintisa [(DxD)xF], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a primeira safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

(D x D) x F	REND (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)
(1 x 4) x 6	7381	52,2	178,1	84,6
(4 x 7) x 6	7228	52,2	172,4	85,5
(1 x 7) x 6	7213	55,0	181,2	86,8
(1 x 7) x 3	7156	56,4	200,1	117,0
(2 x 4) x 6	7126	51,8	179,8	90,7
(1 x 2) x 6	7111	54,6	188,6	92,0
(6 x 7) x 3	7012	54,8	202,2	125,7
(4 x 6) x 6	6977	53,0	182,5	94,8
(4 x 8) x 6	6970	50,7	183,3	95,3
(1 x 6) x 6	6962	55,8	191,3	96,1
(2 x 7) x 3	6962	54,8	192,0	116,9
(2 x 7) x 6	6958	54,6	182,9	92,9
(1 x 8) x 6	6955	53,5	192,1	96,5
(3 x 7) x 3	6908	53,9	202,6	123,5
(5 x 7) x 4	6908	57,0	219,3	137,2
(1 x 7) x 4	6845	58,3	205,6	123,7
(4 x 5) x 6	6828	51,3	181,1	93,7
(1 x 5) x 6	6813	54,1	189,9	94,9
(6 x 7) x 6	6809	55,8	185,6	97,0
(7 x 8) x 6	6802	53,5	186,4	97,4

Tabela 12. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbridos simples Flintisa e linhagem Dentado [(FxF)xD], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a primeira safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

(F x F) x D	REND (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)
(3 x 4) x 7	7677	56,6	203,5	126,7
(3 x 6) x 7	7443	54,9	187,7	106,1
(1 x 3) x 7	7407	56,3	210,8	134,3
(3 x 8) x 7	7309	55,0	196,1	116,7
(4 x 6) x 7	7294	56,7	191,2	108,3
(1 x 4) x 7	7257	58,1	214,3	136,6
(4 x 8) x 7	7159	56,7	199,6	118,9
(3 x 7) x 7	7027	52,3	186,8	102,5
(1 x 6) x 7	7023	56,4	198,6	116,0
(3 x 5) x 7	6973	54,4	193,8	111,7
(3 x 6) x 1	6926	56,5	193,5	97,8
(6 x 8) x 7	6926	55,0	183,8	98,3
(1 x 8) x 7	6889	56,5	206,9	126,6
(4 x 7) x 7	6877	54,1	190,3	104,8
(4 x 5) x 7	6823	56,2	197,4	114,0
(2 x 3) x 7	6789	55,0	195,7	106,5
(6 x 8) x 2	6784	55,0	189,8	111,4
(4 x 6) x 1	6765	56,6	195,5	102,1
(6 x 7) x 2	6737	52,7	183,9	97,1
(6 x 7) x 4	6668	48,9	165,2	81,9

Na segunda safra os 40 melhores híbridos triplos preditos para REND (Tabelas 13 e 14) variaram de 5056 kg ha⁻¹ [(6Dx7D)x4F] a 5879 kg ha⁻¹ [(5Fx7F)x2D]. Para FF, AP e AE os intervalos foram, respectivamente, de 42,4 dias [(4Dx7D)x6F] a 48,2 dias [(3Fx4F)x7D], 145,3 cm [(6Fx8F)x7D] a 189,4 cm [(5Dx7D)x2F] e 67,4 cm [(6Fx8F)x7D] a 93,8 cm [(3Fx4F)x7D]. O intervalo para REND foi parecido ao da primeira safra, embora em um patamar inferior para as médias mínimas e máximas, devido às condições menos favoráveis de clima. Para FF e AP foi um pouco menor e para AE foi 28,9 cm inferior. Mesmo assim detecta-se a possibilidade de se conseguir híbridos triplos com bom rendimento, precoces e com bom porte.

As coincidências entre os melhores híbridos triplos preditos nas duas safras foi baixa (30% ou 12 em 40), confirmando a interação significativa das CGC e CEC com safras (Tabela 6) para os dois grupos de linhagens. No entanto esse nível de coincidência permite considerar que há possibilidade da confecção de híbridos com bom desempenho nos dois ambientes.

Da mesma maneira que ocorreu na primeira safra, as linhagens com maior CGC para REND (6F, 3F, 2D e 7D) participaram da maioria dos melhores híbridos preditos na segunda safra. Como isso ocorreu também para os híbridos simples avaliados, considera-se que os alelos de efeitos aditivos concentrados na maioria das linhagens com maior CGC, diferem do grupo flint para o grupo dentado.

Tabela 13. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbridos simples Dentado e linhagem Flintisa [(DxD)xF], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a segunda safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

(D x D) x F	REND (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)
(6 x 7) x 3	5702	46,2	164,8	84,4
(2 x 7) x 6	5469	43,3	155,8	70,3
(3 x 6) x 3	5459	44,0	161,1	75,8
(2 x 6) x 3	5434	45,2	167,2	87,1
(5 x 7) x 6	5366	43,3	164,8	74,8
(4 x 6) x 3	5331	45,4	159,0	79,5
(4 x 7) x 6	5330	42,4	156,1	72,1
(2 x 4) x 7	5289	43,3	145,6	74,7
(6 x 8) x 3	5269	45,2	166,8	89,0
(5 x 6) x 3	5231	45,9	177,2	93,5
(2 x 7) x 7	5222	43,3	145,6	70,1
(7 x 8) x 6	5202	43,5	152,7	69,0
(2 x 5) x 6	5199	43,8	167,7	79,6
(2 x 4) x 6	5162	42,9	159,0	76,9
(2 x 5) x 7	5129	43,1	152,3	77,9
(2 x 8)x 5	5098	43,4	149,6	71,2
(5 x 7) x 2	5065	44,4	189,4	86,5
(4 x 5) x 6	5060	42,9	168,0	81,4
(2 x 5) x 5	5059	44,8	167,9	84,0
(6 x 7) x 4	5056	46,3	181,8	97,2

Na primeira safra nota-se a predição de híbridos mais produtivos nos cruzamentos (Flintisa x Flintisa) x Dentado (Tabela 12), em comparação com os híbridos (Dentado x Dentado) x Flintisa (Tabela 11), refletindo a diferença na CGC entre as linhagens 7D e 6F (753 e 702 kg ha⁻¹, nas Tabelas 7 e 8) que participaram da maioria dos híbridos triplos como parental linhagem. A linhagem 7D foi a única com CGC positiva e alta no grupo oriundo do Composto Dentado (Tabela 7). No grupo oriundo do Composto Flintisa, outras quatro linhagens tiveram CGC positiva e relativamente alta, além da 6F (Tabela 8). Para a segunda safra a diferença entre híbridos (Dentado x Dentado) x Flintisa e (Flintisa x Flintisa) x Dentado foi bem menos acentuadas, pois as estimativas positivas, e com valor absoluto razoável, se distribuíram em um maior número de linhagens, não havendo tendência de apenas uma linhagem ter alta CGC como ocorreu com a 7D na primeira safra. Considera-se natural que nos casos em que apenas uma linhagem do grupo destaca-se para CGC, ela influencie mais fortemente os híbridos triplos em que participa como parental linhagem, pois este parental contribui com 50% do genótipo do híbrido.

A predição de híbridos duplos (Tabelas 15 e 16) seguiu a mesma tendência dos híbridos triplos, com maior participação das linhagens com alta CGC. A linhagem 7D participou de todos os híbridos duplos preditos para a primeira safra e de 13 (69%) para a segunda safra. A linhagem 6F participou de 11 híbridos duplos (59%) preditos para a primeira safra e 13 (69%) na segunda safra. Embora tenha ocorrido interação entre CGC e safras, estas linhagens, claramente são promissoras para confecção de híbridos para as duas safras.

Tabela 14. Relação dos 20 híbridos triplos com parentais híbridos simples Flintisa e linhagem Dentado [(FxF)xD], de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a segunda safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

(F x F) x D	REND (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)
(5 x 7) x 2	5879	44,3	152,9	77,7
(6 x 7) x 2	5855	44,1	153,2	75,6
(2 x 7) x 2	5563	44,8	172,2	86,8
(3 x 7) x 2	5552	45,4	161,7	83,7
(3 x 4) x 6	5488	44,3	166,0	87,8
(7 x 8) x 2	5485	46,0	148,9	78,0
(2 x 3) x 6	5480	44,1	162,5	82,7
(4 x 6) x 7	5473	45,5	171,5	83,6
(2 x 6) x 7	5446	42,5	167,0	72,7
(3 x 6) x 7	5434	45,6	161,9	75,7
(6 x 8) x 7	5404	43,1	145,3	67,4
(5 x 6) x 2	5326	44,0	158,3	77,2
(1 x 3) x 6	5301	45,9	169,6	93,3
(2 x 4) x 7	5283	45,1	185,7	90,8
(3 x 4) x 7	5271	48,2	180,5	93,8
(3 x 5) x 6	5268	43,8	151,6	78,8
(2 x 3) x 7	5243	45,3	176,1	82,9
(4 x 8) x 7	5242	45,7	164,0	85,5
(2 x 8) x 7	5214	42,8	159,5	74,5
(3 x 8) x 6	5203	45,8	177,1	83,2

Para a primeira safra os intervalos de variação para FF, AP e AE foram, respectivamente de 53,4 dias [(4Dx7D)x(3Fx6F)] a 57,5 dias [(3Dx7D)x(3Fx4F)], 185,0 cm [(4Dx7D)x(3Fx6F)] cm a 212 cm [(1Dx7D)x(1Fx3F)] e 96,6 cm [(4Dx7D)x(6Fx8F)] a 128,7 [(5Dx7D)x(3Fx4F)] cm. Para a segunda safra os intervalos de variação para esses mesmos caracteres foram, respectivamente de 42,6 dias [(4Dx7D)x(2Fx6F)] a 46,3 dias [(6Dx7D)x(3Fx4F)], 149,2 cm [(7Dx8D)x(6Fx8F)] a 177,1 cm [(5Dx7D)x(2Fx6F)] e 70,1 cm [(7Dx8D)x(6Fx8F)] a 90,8 cm [(6Dx7D)x(3Fx4F)]. Exceto para AE os intervalos de variação dos melhores híbridos duplos foram parecidos e, como considerado para os híbridos triplos, há indicação da possibilidade de se conseguir híbridos duplos produtivos e combinando bons fenótipos para FF, AP e AE.

A coincidência entre os melhores híbridos duplos preditos para as duas safras foi de 25% (5 em 20), indicando também a possibilidade de se obter híbridos adaptados para ambas as safras, embora as interações CGC x safras e CEC x safras tenham sido significativas.

Tabela 15. Relação dos 20 híbridos duplos de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a primeira safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

(D x D) x (F x F)	REND (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)
(1 x 7) x (3 x 6)	7185	55,7	190,6	101,9
(1 x 7) x (4 x 6)	7029	56,6	193,4	105,2
(1 x 7) x (3 x 4)	7001	57,4	202,8	120,4
(2 x 7) x (3 x 6)	6960	54,7	187,4	104,9
(4 x 7) x (4 x 6)	6927	54,6	190,0	105,4
(6 x 7) x (3 x 6)	6910	55,3	193,9	111,4
(6 x 7) x (3 x 4)	6888	55,8	204,6	126,0
(2 x 7) x (3 x 8)	6856	55,5	191,4	116,8
(2 x 7) x (6 x 8)	6855	55,0	186,8	104,8
(4 x 7) x (3 x 6)	6837	53,5	185,0	103,7
(5 x 7) x (3 x 4)	6822	55,9	209,0	128,7
(1 x 7) x (1 x 6)	6818	56,8	202,6	112,0
(3 x 7) x (3 x 4)	6793	55,5	205,5	125,5
(1 x 7) x (1 x 3)	6789	57,5	212,0	127,2
(6 x 7) x (4 x 6)	6786	56,3	196,3	111,7
(5 x 7) x (4 x 6)	6784	55,5	201,7	116,5
(4 x 7) x (6 x 8)	6780	54,6	180,2	96,6
(2 x 7) x (3 x 4)	6752	56,4	202,9	124,3
(2 x 7) x (4 x 6)	6751	56,3	198,4	112,3
(7 x 8) x (4 x 6)	6741	56,0	192,1	109,3

Tabela 16. Relação dos 20 híbridos duplos de maior rendimento de grãos (REND), preditos para a segunda safra, também com os valores preditos para florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP) e altura de espigas (AE).

(D x D) x (F x F)	REND (kg ha ⁻¹)	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)
(6 x 7) x (3 x 4)	5379	46,3	173,3	90,8
(6 x 7) x (2 x 3)	5362	44,7	169,3	82,8
(2 x 7) x (6 x 7)	5346	43,3	150,7	70,2
(6 x 7) x (3 x 6)	5237	46,1	169,6	83,0
(2 x 7) x (2 x 6)	5228	43,5	172,3	79,5
(2 x 4) x (6 x 7)	5226	43,1	152,3	75,8
(2 x 7) x (3 x 6)	5216	45,3	164,5	79,4
(5 x 7) x (2 x 6)	5216	43,8	177,1	80,7
(6 x 7) x (3 x 8)	5202	45,8	165,8	80,4
(2 x 7) x (6 x 8)	5168	44,4	149,8	72,4
(2 x 5) x (6 x 7)	5164	43,4	160,0	78,8
(2 x 6) x (3 x 5)	5145	44,5	159,2	82,0
(2 x 5) x (5 x 6)	5129	44,3	167,8	81,8
(3 x 6) x (2 x 3)	5129	43,9	166,3	76,4
(4 x 7) x (2 x 6)	5114	42,6	167,8	82,3
(2 x 7) x (2 x 7)	5105	43,5	167,2	79,4
(7 x 8) x (6 x 8)	5099	43,4	149,2	70,1
(4 x 7) x (3 x 6)	5095	45,0	160,6	76,5
(2 x 5) x (5 x 7)	5094	43,9	160,1	80,9
(2 x 6) x (2 x 3)	5093	45,0	174,3	88,5

4.4. Considerações finais

As relações entre os quadrados médios da CEC e da CGC das linhagens oriundas do Composto Dentado, para REND, foram 0,31 e 0,36 para as duas safras. Considerando as linhagens oriundas do Composto Flintisa as relações foram 0,25 e 0,33. Portanto predominam os efeitos aditivos, mas há uma participação importante dos efeitos não aditivos. Levando-se isso em conta, o mais recomendável neste caso será tomar as linhagens com maior CGC de cada grupo como candidatas o parental linhagem dos melhores híbridos triplos. Os parentais híbrido simples serão confeccionados com as linhagens do grupo contrastante que apresentarem melhor CEC com as linhagens escolhidas para parental linhagem. Para os híbridos duplos é importante a CEC e o grupo de oito linhagens de cada grupo deve ser reduzido com base nisso para confecção dos melhores híbridos duplos, sem se esquecer que as linhagens com maior CGC de cada grupo devem estar presentes.

Neste trabalho a sugestão é reduzir os dois grupos para quatro linhagens cada um, sendo que entre essas quatro estejam pelo menos as duas com maior CGC e no grupo contrastante aquelas que tenham boa CEC com estas. Neste caso seriam confeccionados 36 híbridos duplos para serem avaliados na sequência do programa. No caso dos híbridos simples selecionados para sequência do programa serão aqueles entre as linhagens com maior CGC de um grupo e as linhagens com maior CEC com estas, do grupo contrastante, como normalmente preconizado nas análises dialélicas desse tipo.

A interpretação das CGC e CEC das linhagens, indicou uma boa coincidência com os híbridos simples avaliados. As melhores linhagens e híbridos indicados com base nas CGC e CEC estão entre os melhores híbridos simples avaliados no campo.

Outro aspecto a ser considerado é a variabilidade dos tipos de híbridos simples conseguidos, tendo-se diversas combinações de altura de plantas, altura de espigas e precocidade, entre os híbridos mais produtivos, dando liberdade para escolha de híbridos de acordo com o gosto do produtor.

Ente os cuidados a serem tomados nas futuras avaliações de híbridos, na sequência do programa, está o agrupamento em experimentos diferentes dos híbridos de maior e menor porte, além de utilizar parcelas maiores, visando evitar competição desleal entre os tratamentos.

5. CONCLUSÕES

- Há possibilidade de obtenção de híbridos simples, triplos e duplos de bom potencial produtivo e com boas características de arquitetura e precocidade a partir das linhagens avaliadas;
- Os híbridos simples 4Dx6F, 7Dx4F, 7Dx6F e 7Dx8F são indicados para prosseguirem no programa como promissores para as duas safras de semeadura;
- Os híbridos simples 1Dx6F, 2Dx8F, 5Dx5F, 7Dx1F, e 7Dx3F são indicados para prosseguirem no programa para a primeira safra de semeadura;
- Os híbridos simples 3Dx2F, 3Dx3F, 2Dx7F, 5Dx6F, 6Dx3F, 7Dx4F, 2Dx5F, 2Dx6F, 7Dx2F e 7Dx3F são indicados para prosseguirem no programa como promissores para a segunda safra de semeadura;
- Os híbridos triplos mais promissores para a primeira safra de semeadura podem ser obtidos da seguinte maneira:
 - a) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 1F, 3F, 4F e 8F, com a linhagem 7D;
 - b) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 1D, 2D e 4D, com a linhagem 6F;
 - c) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 3D e 5D, com a linhagem 5F;
- Os híbridos triplos mais promissores para a segunda safra de semeadura podem ser obtidos da seguinte maneira:
 - a) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 6D e 3D, com a linhagem 3F
 - b) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 4D, 5D e 7D, com a linhagem 6F;
 - c) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 3D e 5D, com a linhagem 2F;
 - d) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 4F, 6F e 8F, com a linhagem 7D;
 - e) Parental híbrido simples envolvendo as linhagens 1F, 3F e 4F, com a linhagem 6D;

- Os híbridos duplos mais indicados para a primeira safra devem envolver as linhagens 1D, 2D, 4D e 7D com as linhagens 3F, 4F, 6F e 8F;
- Os híbridos duplos mais indicados para a segunda safra devem envolver as linhagens 2D, 5D, 6D e 8D com as linhagens 1F, 3F, 5F e 7F;

REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W. Estimation of prepotency from lima bean diallel cross data. **Agronomy Journal**, Madison, v. 48, p. 537-43, 1956.

ANDRADE, J. A. C. **Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (*Zea mays* L.) com dois níveis de endogamia dos parentais**. 1995. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

ANDRADE, J. A. C. **Formação de um composto de milho (*Zea mays* L.)**. Ilha Solteira: Unesp/FE/Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, 1992. 15 p. (Relatório de Pesquisa FEIS/UNESP).

ANDRADE, J. A. C.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative variation in the tropical maize population, ESALQ PB1. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, p. 174-182, 2008.

BARBOSA, M. H. P. **Capacidade combinatória e comparação entre critérios de seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 1996. 141 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996. 141p.

BETRÁN, F. J.; ISAKEIT, T.; ODVODY, G. Aflatoxin accumulation of white and yellow maize inbreds in diallel crosses. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 1894-1901, 2002.

CANDIDO, L. S.; ANDRADE, J. A. C. Breeding potential of maize composite Isanão VF1 in small spacing in the second growing season. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 8, p. 56-64, 2008.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p. 43-71. (Boletim técnico, 100).

CARVALHO, A. D. F.; SOUZA, J. C.; RAMALHO, M. A. P. Capacidade de combinação de progênes parcialmente endogâmica obtidas de híbridos comerciais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagos, v. 3, n. 3, p. 414-428, 2004.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira – grãos, safra 2010/2011: 5º levantamento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04 fev. 2011.

CRUZ, C. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 442 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. 1997. 390 p.

CRUZ, C. D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 425-438, 1989.

DAVIS, R. L. Report of the plant breeder. **Report Puerto Rico Agricultural Experiment Station**, Mayaguez, v. 3, n. 1, p. 14-15, 1927.

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

DHILLON, B. S. SINGH, J. Evaluation of a circulant partial diallel crosses in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 52, n. 1, p. 29-37, 1978.

EAST, E. M. The distinction between development and heredity in inbreeding. **American Naturalist**, Lancaster, v. 43, n. 1, p. 173-181, 1909.

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

FANCELI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. Cap. 3, p. 97-146.

FURLANI, A. M. C. ; LIMA, M. ; NASS, L. L. Combining ability effects for P-efficiency characters in maize grown in low P nutrient solution. **Maydica**, Bergamo, v. 43, p. 169- 174, 1998.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 8. ed. Piracicaba: Nobel, 1978. 430 p.

GRIFFING, B. A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, Essex, v. 10, p. 31-50, 1956a.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal Biological Sciences**, Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956b.

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.

JENKINS, M. T.; BRUNSON, A. M. Methods of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v. 24, n. 2, p. 523-530, 1932.

JONES, D. F. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. **Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin**, New Haven, v. 207, n. 4, p. 5-100, 1918.

JONES, D. F. The productiveness of single and double-cross first generation hybrid. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v. 14, n. 3, p. 241-252, 1922.

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

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J. B.; FURLANI, P.R. Diallel cross among inbred lines of maize differing in aluminum tolerance. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 18, p. 579-584, 1995.

MEIRELES, P. G. **Divergência genética entre linhagens de milho estimada por microssatélites e correlação com desempenho de híbridos simples**. 2009. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MIRANDA FILHO, J. B. de. **Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta**. 1974. 116 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1974.

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

NASS, L. L.; LIMA, M.; VENCovsky, R.; GALLO, P. B. Combining ability of maize inbred lines evaluated in three environments in Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 129-134, 2000.

OLAKOJO, S. A.; OLAOYE, G. Combining ability for grain yield, agronomic traits and *Striga lutea* tolerance of maize hybrids under artificial striga infestation. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 4. p. 984-988, 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. **Metodologias de análise de dialelos circulante e de meia tabela desbalanceados e correlações inter e intrapopulacionais**. 1995. 136 f.

Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

PAINI, J. N.; CRUZ, C. D.; DELBONI, J. S.; SCAPIM, C. A. Capacidade combinatória e heterose em cruzamentos intervarietais de milho avaliados sob as condições climáticas da região sul do Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 247, p. 288-300, 1996.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Use of heterosis in maize breeding: history, methods and perspectives. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 159-178, 2001.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa- MG: UFV, 2005. 969 p.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O Valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: Uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília, DF: Paralelo, 2000a. p. 11-41.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z. ; SAWAZAKI, E. ; GALLO, P. B. ; LUDERS, R. R. ; SILVA, R. M. da . Estimates of genetic parameters in a maize composite and potential for recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, n. 1, p. 81-85, 2004.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SAWAZAKI, E.; PEREIRA, C. D. V. N. A. P. Cruzamentos dialélicos de linhagens de milho sob condições de mancha de *phaeosphaeria*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 313-318, 2000b.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; LÜDERS, R. R.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de *top crosses* em três locais do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 597-605, 2006.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Ed. UFG, 1993. 271 p.

SHULL, G. H. A pure line method of corn breeding. **Report "American Breeders Association"**. v. 5, p. 51-59. 1909.

SHULL, G.H. The composition of a Field of maize. **Report "American Breeders Association"**. v. 4, p. 296-391. 1908.

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

SPRAGUE, G. F.; HEBERHART, S. A. Corn breeding. In: SPRAGUE, G. F. (Ed.). **Corn and corn improvement**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1977. p. 305-362.

TABASSUM, M. I.; SALEEM, M.; AKBAR, M.; ASHRAF, M. Y.; MAHMOOD, N. Combining ability studies in maize under normal and water stress conditions. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 45, p. 261-268, 2007.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamento dialélicos de variedades**. 1970. 59 f. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

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.