UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

ARTHUR PEREIRA DA SILVA

Engenheiro Agrônomo

IDENTIFICAÇÃO DE GRUPOS HETERÓTICOS ENTRE GERAÇÕES F_2 DE HÍBRIDOS SIMPLES DE MILHO PARA SEGUNDA SAFRA

Ilha Solteira
2015

IDENTIFICAÇÃO DE PARES HETERÓTICOS ENTRE GERAÇÕES F_2 DE HÍBRIDOS SIMPLESDE MILHO PARA SEGUNDA SAFRA

ARTHUR PEREIRA DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade
Orientador

Dissertação apresentada à UNESP – Campus de Ilha Solteira, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Sistemas de Produção

Ilha Solteira
2015

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586i

Silva, Arthur Pereira da.
Identificação de grupos heteróticos entre gerações F2 de híbridos simples de milho para segunda safra / Arthur Pereira da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
40 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Genética, Melhoramento Vegetal e Propagação de Plantas, 2015

Orientador: João Antonio da Costa Andrade
Inclui bibliografia

1. Componentes da heterose. 2. Dialelo. 3. Híbridos duplos. 4. Rendimento de grãos. 5. Zea Mays.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Identificação de grupos heteróticos entre gerações F2 de híbridos simples de milho para segunda safra

AUTOR: ARTHUR PEREIRA DA SILVA
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Aprovado 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. MARIA ELISA AYRES GUIDETTI ZAGATTO PATERNIANI
Secretaria de Agricultura, Centro de Grãos e Fibras - Iac / Instituto Agronômico de Campinas

Data da realização: 13 de novembro de 2015.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por ter me proporcionado o dom da vida e por nunca ter me deixado sozinho nesta caminhada, que mesmo quando eu me senti fraco, impotente e sem esperança, ali estava presente, mostrando-me o caminho a ser trilhado.

Aos meus pais Valdeci Sebastião da Silva e Teonilia Pereira da Silva, pelo amor incondicional e sem limites. Se não fosse por eles eu não estaria onde estou hoje. Serei eternamente grato.

Ao meu irmão Heitor Antônio Pereira da Silva, pela amizade e companheirismo, pelas partilhas e conselhos ao longo de minha vida.

A minha esposa Joana Paula Barros Carnevalli, pelo carinho, dedicação e paciência, por sempre ter estado presente em minha vida e por nunca ter permitido que eu desistisse de caminhar em direção aos meus sonhos, metas e objetivos.

Ao meu Tio Roberto Gamba, por ter fornecido todo suporte, emocional e psicológico, para que eu pudesse ter êxito na minha caminhada enquanto estudante, contribuindo efetivamente para a formação do que hoje sou.

Ao grande amigo e orientador Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade, vulgo "*João do milho*", pelos ensinamentos passados nesses anos de convivência, pela amizade e paciência para com minhas falhas e acertos, pois se hoje possuo qualquer conhecimento de genética e melhoramento de plantas devo tal fato ao mesmo. Meu muito obrigado Professor.

Ao grande amigo Prof. Dr. Paulo Ceresini, por ter me incentivado em buscar uma formação internacional e pelos conselhos fornecidos para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao grande amigo e companheiro de equipe Udenys Cabral Mendes, vulgo "*Doctor Cabral*", pelos ensinamentos de estatística, condução de experimentos em campo e pelos conselhos passados ao longo de quase dois anos de convivência.

Ao Leonardo Queiroz e Mariele Lopes, cujo apoio tornou possível a realização deste projeto.

Ao grande amigo Carlos Sanches, vulgo "*carlão*", pela amizade e companheirismo, tendo contribuído para o êxito em minha caminhada, seja diretamente ou indiretamente.

Ao pessoal do GOU Ângelus que se tornaram grandes amigos nessa minha curta passagem por Ilha Solteira, fazendo parte de minha vida e me auxiliando sempre que precisei de direcionamento espiritual.

Ao grupo de oração "Jovens em Renovação" (JER) pelo amor cedido, carinho, companheirismo, e por sempre terem depositado na minha pessoa vossa confiança. Tudo que aprendi com eles tem sido fundamental na minha caminhada enquanto cristão. Serei eternamente grato.

À UNESP de Ilha Solteira, por ter me aceitado no processo seletivo e por ter fornecido todo o suporte para meu crescimento pessoal e profissional.

À equipe de trabalho na fazenda, pelo apoio cedido na condução dos experimentos e por sempre, na medida do possível, ter fornecido suporte para o êxito nos mesmos.

A todos os amigos (as) de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da UNESP – Campus de Ilha Solteira, pela amizade e agradável convivência, respeito e contribuição que ofereceram ao meu crescimento como ser humano e prazer das vivências divididas nesse período oportuno.

A todos os meus familiares e amigos, pelo carinho, afeto e cumplicidade passados ao longo do meu desenvolvimento e pela torcida e apoio na realização deste curso.

Enfim, desejo expressar os mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que, neste momento, imerecidamente não foram lembradas e aqui não mencionadas, de uma forma ou de outra, sabem que contribuíram e incentivaram a realização deste trabalho

Muito obrigado
Ilha Solteira, São Paulo, Brasil
Novembro de 2015
O Autor

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

SILVA, A. P**. Identificação de grupos heteróticos, entre gerações F_2 de híbridos simples de milho para segunda safra**. 2015. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2015.

RESUMO

A utilização de híbridos de gerações F_2 de híbridos simples, com exploração eficiente da heterose, pode contribuir significativamente para o aumento do rendimento da cultura do milho, seja pelo uso direto ou para extração de novas linhagens e obtenção de novos híbridos. Este trabalho teve por objetivo identificar gerações F_2 de híbridos simples para essas finalidades, para a segunda safra da cultura. As 12 gerações F_2, os 66 híbridos resultantes do dialelo completo entre elas e quatro testemunhas, foram avaliados em um látice 9x9 quádruplo em Selvíria-MS na segunda safra em 2015. Os caracteres avaliados foram florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), nota geral para doença (ND), plantas acamadas mais quebradas (AQ), prolificidade (PR) e rendimento de grãos (RG). De acordo com os resultados da análise dialélica de Gardner e Eberhart, os híbridos com potencial para uso direto como híbrido duplo e/ou extração de linhagens para obtenção de novos híbridos foram: F_2DKB 390 x $F_2$60XB14, F_2JM2M90 x $F_2$60XB14, F_2IVF5-IVD8 x $F_2$60XB14, F_2DKB 350 x $F_2$60XB14, F_2DKB 390 x F_2AG 8088 e $F_2$8F/9D x F_2AG 8088.

Palavras chave: Componentes da heterose. Dialelo. Híbridos duplos. Rendimento de grãos. *Zea mays*.

SILVA, A. P**. Identification of heterotic groups among F_2 generations of single-cross hybrids corn for second season.** 2015. 40 f. Dissertation (Master in Agronomy – Production System) Faculdade de Engenharia, São Paulo State University, Ilha Solteira, 2015.

ABSTRACT

Using F_2 generations of single-cross hybrids, with efficient exploitation of heterosis, can contribute significantly to increase corn grain yield, either through direct use or extraction of new lines and obtaining new hybrids. This study aimed toidentifyF_2generations of single-cross hybrids for these purposes, for the second season crop. The 66 hybrids from 12 F_2 parentals resulted of a complete diallel and four checks were evaluated in a quadruple lattice 9x9 experimental design and analyzed according to Gardner and Eberhart diallel analysis. The following traits were evaluated: female flowering (FF), plant height (AP), ear height (AE), general disease note (ND), lodged plants plus broken (AQ), prolificacy (PR) and grain yield (RG), Selvíria-MS, second crop in 2015. According to the results, the hybrids with potential for using directly as double hybrid and/or for lines extractions to obtain new hybrids were: F_2DKB 390 x $F_2$60XB14, F_2JM2M90 x $F_2$60XB14, F_2IVF5-IVD8x $F_2$60XB14, F_2DKB 350 x $F_2$60XB14, F_2DKB 390 x F_2AG 8088 and $F_2$8F/9D x F_2AG 8088.

Key words: Diallel, double cross hybrids. Grain yield. Heterosis components. *Zea mays*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……. 11

2 REVISÃO DE LITERATURA…… 12

2.1 A CULTURA DO MILHO……. **12**

2.2 O MILHO HÍBRIDO…….. **14**

2.3 CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO: GERAL E ESPECÍFICA..... **16**

2.4 DIALELOS……. **17**

2.5 HETEROSE……. **18**

2.6 GERAÇÕES F_2 DE HÍBRIDOS SIMPLES……..... **18**

3 MATERIAL E MÉTODOS…….. 20

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL……. **20**

3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS……..... **21**

3.3 CARACTERES AVALIADOS……... **22**

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS……. **23**

3.5 ANÁLISE DIALÉLICA…….. **23**

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO…….. 24

5 CONCLUSÕES……. 38

REFERÊNCIAS…… 39

APÊNDICE – FOTOS DOS EXPERIMENTOS…… 43

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético e o melhoramento ambiental são responsáveis pelo desenvolvimento e crescimento da agricultura mundial. Considerando-se grandes intervalos de tempo, a estimativa de contribuição de cada um desses segmentos da pesquisa na evolução da produtividade da cultura do milho está em mais ou menos 50% (MAGALHÃES et al., 2009). No melhoramento genético, principalmente em milho, o vigor híbrido ou heterose é muito explorado. A definição de heterose é antiga (mais de um século) e continua sendo empregada, sendo o processo de hibridação uma prática muito utilizada no melhoramento genético de espécies alógamas (PATERNIANI, 2001).

A obtenção de híbridos simples é de elevado custo e exige tempo para a obtenção de linhagens com elevado grau de homozigose. O tempo demandado é resultado da necessidade de sucessivas autofecundações e avaliações para verificar se as linhagens apresentam boa capacidade de combinação, sendo estas as etapas mais trabalhosas de um programa de melhoramento de milho. A capacidade de combinação das linhagens de milho costuma ser avaliada em diversos momentos da obtenção das mesmas, em cruzamentos "*top cross*" com material de ampla base genética ou linhagem elite e dialelos entre grupos de linhagens ou com linhagens elites (caso essas existam). Também é interessante um direcionamento na escolha das populações que originarão as linhagens, buscando pares que já apresentem heterose, ou seja, que já apresentem boa produtividade de seu cruzamento. Com isso, a probabilidade de obtenção de boas linhagens aumenta consideravelmente.

Em se tratando de início de um programa, essas populações podem ser formadas por compostos, variedades e híbridos de qualquer natureza e em qualquer geração de intercruzamento. Com gerações F_2 de híbridos simples, os cruzamentos representam um híbrido duplo que pode ser utilizado diretamente, caso apresente bom desempenho, principalmente nos casos de empresas que ainda não possuem híbridos próprios no mercado ou que queiram direcionar sementes para média/baixa tecnologia. Isso esporadicamente pode ser feito paralelamente ao desenvolvimento de híbridos de linhagens que demoram pelo menos 10 anos para serem lançados comercialmente (SOUZA SOBRINHO et al., 2002).

A utilização de gerações F_2 de híbridos simples produtivos também é interessante pelo fato de se iniciar com material já submetido à seleção e com média de

produtividade mais alta que os compostos de base ampla, permitindo maior facilidade na busca de híbridos mais produtivos com as linhagens extraídas dos mesmos. As empresas que trabalham com obtenção de híbridos já praticam autofecundação de híbridos simples entre linhagens elites, visando obtenção de novas linhagens com agregação de caracteres de interesse. Essa prática é equivalente ao uso das gerações F_2, apenas com a genealogia das linhagens sendo iniciada em uma geração anterior.

Para identificar pares heteróticos que produzirão linhagens com boa capacidade de combinação no futuro, há necessidade da aplicação de metodologias específicas que permitam a predição desse comportamento. A partir de um grupo de possíveis parentais, uma das metodologias mais indicadas pelos especialistas em genética quantitativa é a avaliação dos cruzamentos entre eles em esquemas dialélicos. As metodologias de análise estatístico-genética variam conforme os tipos de dialelos e as informações que se deseja obter. Para análise de um dialelo completo, incluindo parentais, com a intenção de se identificar pares heteróticos promissores para retirada de linhagens, a metodologia de Gardner e Eberhart (1966) é uma das mais indicadas, pois permite estudo detalhado dos componentes da heterose (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1995).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar pares de gerações F_2 de híbridos simples com potencialidade para uso comercial como "híbridos duplos" ou para extração de linhagens para confecção de híbridos mais produtivos para a segunda safra de cultivo. O argumento para se visar a segunda safra é o aumento significativo das lavouras nessa época, principalmente no Brasil Central, invertendo a tendência de alguns anos passados de maior área e produção na primeira safra. Atualmente 90% da produção de milho do Centro-Oeste Brasileiro resulta da segunda safra (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2015).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zeamays*L.) é uma gramínea da família *Poaceae*, sendo uma espécie diploide, monoica e alógama, ou seja, de fecundação cruzada. O milho é originário da América Central (México e Guatemala) há mais de sete mil anos e a teoria mais aceita é que o mesmo seja originado de um processo evolutivo do teosinte, também uma gramínea com inúmeras espigas e sem sabugo, que se cruza de maneira natural com o milho, cuja descendência é fértil (GALINAT, 1995). É uma das plantas cultivadas cujo

interesse e os intensivos estudos permitiram o seu cultivo em diferentes continentes. Este cultivo é resultado da ampla adaptabilidade da planta, resultado da grande quantidade de genótipos existentes (MAGALHÃES et al., 2009).

O milho está entre as plantas cultivadas mais antigas que existem e a sua alta domesticação e extensivas pesquisas de melhoramento genético tornaram a cultura grandemente dependente do ser humano. Pode ser empregado na alimentação humana e animal, caracterizando sua importância para a economia Brasileira e Mundial (MAGALHÃES et al., 2009).

Os maiores produtores mundiais de milho (safra 2014/15) são EUA e China, com 352 e 222 milhões de toneladas, respectivamente. O Brasil está em terceiro no ranking de maiores produtores, com 47,8 milhões de toneladas na segunda safra. A área semeada com milho no Brasil está estimada em 6,1 milhões de hectares e rendimento médio de 5.273 kg ha^{-1}. A região Centro-Oeste (MT, MS, GO, DF) responde pela maior área cultivada na safra 2014/15, com 5,7 milhões de hectares destinados a cultura do milho e rendimento médio de 5.521 kg ha^{-1}. Nessa região ocorreu, nos últimos anos, uma inversão nos sistemas de produção com 90% sendo feita na segunda safra, justificando-se programas de melhoramento mais específicos para mesma. Em São Paulo a área cultivada na safra 2014/15 está estimada em aproximadamente 328 mil hectares e rendimento médio de 5.581 kg ha^{-1}. Com isso, o estado de São Paulo proporcionará 1,5 milhão de toneladas de grãos de milho para a safra 2014/15 (CONAB, 2015).

Embora o Brasil esteja em terceiro no ranking de maiores produtores de milho, o rendimento médio brasileiro está pouco acima da metade do rendimento médio dos EUA (9.240 kg ha^{-1}). Este baixo rendimento é resultado do cultivo por produtores que não utilizam tecnologia suficiente para exercício da atividade, sendo a produção restrita apenas para o consumo e sem interesse comercial. O milho é cultivado no Brasil sob condições diversas, com ou sem o uso de tecnologias, em pequenas lavouras destinadas ao consumo ou em grandes extensões de áreas com o mais alto nível tecnológico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA, 2002).

O sistema de produção não é o único responsável pelos altos índices de rendimento possíveis de serem obtidos pela cultura. Outros fatores como cultivar, técnicas de manejo, condições edafoclimáticas e potencial genético das sementes empregadas exercem grande influência. Este último fator pode responder por até 50% de todo rendimento final da cultura (MAGALHÃES et al., 2009). É com base nessas

informações que é possível verificar a importância do trabalho dos melhoristas em desenvolver novas cultivares com maior adaptabilidade e rendimento.

2.2 O MILHO HÍBRIDO

O processo de hibridação tem sido de grande interesse no melhoramento de espécies cultivadas, principalmente na cultura do milho, seja para exploração do vigor híbrido ou para promover a variabilidade genética em populações base (MIRANDA FILHO; NASS, 2001).

A cultura do milho é a principal entre as espécies alógamas devido à grande quantidade de estudos científicos e tecnológicos existentes, sendo a espécie mais estudada geneticamente devido ao fato de apresentar característica monoica de fácil manuseio e baixo número de cromossomos (n=10) (BORÉM, 2001). Além dessas características, a grande quantidade de pólen produzido pelas plantas e o ovário grande, facilitando a fecundação cruzada e cruzamentos dirigidos, são fatores que também contribuem para que seja uma das espécies mais estudadas (DESTRO; MONTALVÁN, 1999).

No melhoramento genético de alógamas, a formação de híbridos é uma ferramenta muito empregada que visa a utilização da heterose (vigor híbrido na geração F_1) e o aproveitamento da variação genética em populações (MIRANDA FILHO; NASS, 2001). A hibridação vem sendo utilizada frequentemente nos programas de melhoramento devido aos expressivos aumentos na produtividade de grãos desejados nesta cultura (HALLAUER, 1990). Entre todas as culturas, o milho é a que merece maior destaque na utilização do processo de hibridação devido à facilidade na realização de cruzamentos controlados e autofecundações, possibilitando a obtenção de linhagens endogâmicas e produção de sementes híbridas (BUENO et al., 2001).

Embora o vigor híbrido seja conhecido desde o início do século XX (SHULL, 1909), o milho híbrido passou a fazer parte da agricultura moderna no ano de 1920, substituindo as variedades de polinização aberta, ocupando 75% da área cultivada com o grão nos EUA ao final da década de 30 e chegando a 95% nos anos 60 (BUENO et al., 2001). A utilização do vigor híbrido apresenta algumas vantagens, destacando-se entre elas a associação de características de genitores, obtenção de genótipos superiores no menor espaço de tempo; produção de genótipos uniformes, menor interação ambiental na geração F_1 e produção de sementes híbridas em nível comercial (PATERNIANI,

2001). Em síntese, os híbridos podem ser divididos da seguinte maneira:

Simples- resultante do cruzamento de duas linhagens endogâmicas, sendo o potencialmente mais produtivo e uniforme entre os híbridos;

Simples modificado- semelhante ao híbrido simples, porém com o genitor feminino sendo resultado do cruzamento de duas linhagens aparentadas e o genitor masculino uma linhagem. Entre as vantagens apresenta menor custo de produção de sementes quando comparados ao híbrido simples;

Híbrido triplo- resultado do cruzamento de um hibrido simples com uma terceira linhagem como genitor masculino;

Híbrido triplo modificado- semelhante ao híbrido triplo, no entanto com a substituição da linhagem masculina por um híbrido entre linhagens aparentadas;

Híbrido duplo- resultado do cruzamento de dois híbridos simples, ou seja, envolve quatro linhagens endogâmicas, apresentando maior variação genética, maior estabilidade, menor uniformidade, menor potencial de rendimento e custo de sementes;

Híbrido "top cross"- resultado do cruzamento entre um híbrido simples e uma variedade ou uma linhagem e uma variedade;

Híbrido intervarietal- resultado do cruzamento entre duas variedades, sendo possível aproveitar a heterose sem a necessidade da obtenção de linhagens. São menos exigentes e apresentam maior variabilidade genética. No entanto, entre as desvantagens estão a falta de uniformidade das plantas, o que o torna pouco utilizado;

Híbrido intermediário– cruzamento entre dois parentais com endogamia acima de zero e abaixo de um. Praticamente não são utilizados devido à dificuldade na produção de sementes e desuniformidade como os intervarietais. Podem ser usados como indicativo para iniciar o processo de obtenção de linhagens. Bons híbridos intermediários indicam a possibilidade da obtenção de bons híbridos de linhagens extraídas de seus parentais.

No mercado atual de sementes de milho, os híbridos simples, modificados ou não, predominam na utilização pelos produtores, atingindo de 64,8% das opções. Os híbridos simples e triplos correspondem por 82,7% das opções do mercado (EMBRAPA, 2014). Vale ressaltar que a não utilização de sementes híbridas é a causa primordial de baixos rendimentos. Uma possível solução para este problema seria facilitar o acesso à tecnologia por pequenos produtores, para que os mesmos possam explorar de maneira mais eficiente a heterose, uma vez que eles não adquirem sementes híbridas com frequência. Embora esse sistema de produção esteja diminuindo, ainda

representa uma boa fatia da área cultivada, influenciando negativamente a média de rendimento.

2.3 CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO: GERAL E ESPECÍFICA

Para desenvolver híbridos de milho é necessário um trabalho muito rigoroso de seleção, principalmente na escolha do germoplasma ideal. A avaliação "*per se*" e de combinações híbridas é necessária para selecionar materiais superiores e o método que melhor se enquadra no programa de melhoramento. O número de linhagens finais utilizadas em um programa de melhoramento de milho é limitado, mas há uma enorme variabilidade de caracteres de expressão que podem estar sendo utilizados (GAMA et al., 2003).

Um programa de melhoramento de milho pode ser dividido em quatro etapas principais: escolha dos parentais, obtenção das linhagens, avaliação da capacidade de combinação (geral e específica) e testes das combinações híbridas. Para o sucesso na obtenção de híbridos superiores é importante escolher a população ou parentais mais promissores, dos quais serão extraídas as linhagens. Uma vez obtidas as linhagens, faz-se necessário a avaliação da capacidade de combinação das mesmas, a fim de identificar as melhores combinações, ou seja, aquelas que proporcionarão os melhores híbridos (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

A capacidade de combinação se refere a um valor genético relativo e intrínseco correspondente ao valor obtido da diferença entre a média do caráter exibido no (s) cruzamento (s) com a média geral de todos os cruzamentos envolvidos. Aquelas linhagens que apresentarem maior capacidade de combinação proporcionarão, devido ao seu valor genético, cruzamentos superiores. A capacidade de combinação pode ser dividida em geral (CGC) e específica (CEC), sendo a CGC o comportamento médio das linhagens em combinações híbridas (desvio da média de seus cruzamentos em relação à média geral de todos os cruzamentos), devido principalmente aos efeitos aditivos dos genes. A CEC é o comportamento que faz certos cruzamentos específicos serem superiores quando comparados com a média de todos os cruzamentos (média de um híbrido menos a média geral de todos os cruzamentos), devido aos efeitos dominantes ou epistáticos (VENCOVSKY, 1987).

A avaliação das linhagens e híbridos quanto à capacidade de combinação é umas das etapas mais trabalhosas de um programa de melhoramento de milho. Na obtenção

de novas linhagens, a utilização de híbridos comerciais como população base para extração de linhagens tem sido empregada com sucesso, indicando a necessidade de utilizar novas estratégias com a finalidade de identificar híbridos e/ou populações segregantes. Com isso, identificar populações oriundas de híbridos com boa produtividade pode ser considerada uma estratégia eficiente nos programas de melhoramento genético de milho. Populações iniciais com boa capacidade de combinação tem maior probabilidade de originar linhagens também com boa capacidade de combinação.

2.4 DIALELOS

O dialelo é um dos métodos mais empregados para obtenção de informação a respeito do comportamento de genitores em cruzamentos e identificação de grupos heteróticos(HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1995). Este método possui grande importância e merece destaque, uma vez que pelo mesmo é possível escolher os parentais que apresentam boa capacidade de combinação, geral e específica, e potencial para formação de grupos heteróticos (GRIFFING, 1956a), principalmente quando os parentais não são linhagens puras. Nesse caso o objetivo da análise dialélica é estimar parâmetros úteis na seleção de parentais e compreender o efeito genético relacionado na determinação dos caracteres agronômicos. Quando os parentais envolvidos são linhagens puras o maior interesse é a identificação de híbridos promissores para uso comercial ou a formação de sintéticos para utilização direta ou como fonte de linhagens superiores (MACHADO, 2007).

A definição de cruzamento dialélico (ou dialelo) é o conjunto de possíveis cruzamentos obtidos a partir de **n** parentais. São possíveis n(n-1)/2 híbridos F_1 e n(n-1)/2 híbridos F_1 recíprocos, que junto com os parentais formam a tabela dialélica completa com n^2 genótipos. Com base nesses dados é possível formar outros tipos de dialelos derivados pela omissão de alguns elementos como os parentais e os recíprocos. Além disso, existem os dialelos parciais em que dois grupos de parentais são cruzados, omitindo-se os cruzamentos dentro do mesmo grupo. Também existem os dialelos circulantes (KEMPTHORNE; CURNOW, 1961) e os parciais circulantes (MIRANDA FILHO; VENCOVSKY, 1999) que procuram adaptar as análises para permitir o uso de um número elevado de parentais, avaliando-se apenas uma amostra dos cruzamentos possíveis.

Os métodos de análise dialélica de Griffing (1956a e b) e Gardner e Eberhart (1966) para dialelos envolvendo parentais e todos os cruzamentos dentro de um grupo de parentais, apresentam diferenças, mas as características analisadas em ambos se inter-relacionam e mostram eficácia na obtenção de informações genéticas. A estimativa do efeito da capacidade geral de combinação dos genitores é considerada o critério mais eficiente para a seleção de parentais e a capacidade específica de combinação é indicadora da existência de dominância unidirecional e heterose.

2.5 HETEROSE

A heterose é definida como o vigor híbrido presente nas gerações heterozigotas resultantes de cruzamentos entre parentais endogâmicos ou não e divergentes geneticamente. Ou seja, heterose está relacionada à superioridade do híbrido F_1 em relação à média dos genitores e pode ser avaliada pela altura da planta, produtividade e competitividade. No entanto, do ponto de vista matemático, a heterose pode ser negativa, pois é definida como a diferença entre a média do cruzamento e a média dos genitores envolvidos[$h = F_1 - (P_1 + P_2)/2$]. Isso pode ocorrer para alguns caracteres em que os alelos para diminuir o caráter são dominantes. Ressalte-se também que sem dominância não há heterose e os efeitos complementares e epistáticos também contribuem para sua manifestação (DESTRO; MONTALVÁN, 1999).

2.6 GERAÇÕES F_2 DE HÍBRIDOS SIMPLES

A utilização da geração F_2 de híbridos simples é uma alternativa que visa a redução no tempo e custo para a obtenção de sementes híbridas tipo “híbrido duplo”, uma vez que os genitores F_2 são multiplicados mais facilmente. O que garante semelhança de rendimento com os duplos obtidos de gerações F_1 é o fato de os gametas produzidos em ambas as gerações estarem na mesma frequência, sendo diferentes apenas as frequências genotípicas entre as gerações. Com mesma frequência alélica nos parentais, a heterose do cruzamento HS x HS é mantida no cruzamento F_2 (HS) x F_2 (HS). Teoricamente a frequência alélica pode se alterar ao longo da multiplicação continuada (F_3, F_4, etc.), devido à seleção e quebra de possíveis grupos de ligação pela recombinação. Mas o mais provável é que a seleção seja benéfica, melhorando os parentais e também o cruzamento entre eles (SOUZA SOBRINHO et al., 2002).

A utilização de gerações avançadas de HS tem ocorrido com o objetivo de obter "híbridos duplos" comerciais (LOBATO et al., 2005). Lázaro (1966), avaliando todas as possíveis combinações para a formação de híbrido duplo a partir dos cruzamentos das gerações F_1, F_2e F_3 dos híbridos simples observou que o híbrido duplo da geração F_2 foi 16% mais produtivo que o produzido pelo cruzamento F_1. Valores elevados da capacidade específica de combinação no cruzamento entre híbridos comerciais foram observados por (DE LA ROSA et al., 2000).

O rendimento de híbridos duplos de gerações F_2 de híbridos simples é semelhante àqueles obtidos com as gerações F_1 (PATERNIANI et al., 2001). Além de bom rendimento, a vantagem principal dos híbridos duplos derivados de gerações F_2 está no menor custo das sementes (PACHECO et al., 2011). Resultados positivos foram encontrados para utilização de híbridos de gerações F_2 e utilização para extração de linhagens (LOBATO et al., 2005; SOUZA SOBRINHO et al., 2002; AMORIM; SOUZA, 2005; BERNINI et al., 2013; BERNINI; PATERNIANI, 2012; FERREIRA et al., 2010; DONÁ et al., 2011; PATERNIANI et al., 2001; RAMALHO et al., 2000).

Os parentais de um bom "híbrido duplo" de gerações F_2 podem servir para extração de linhagens para obtenção de novos híbridos simples mais produtivos. As empresas que trabalham com obtenção de híbridos já praticam autofecundação de híbridos simples entre linhagens elites, visando obtenção de novas linhagens com agregação de caracteres de interesse, como recomendado por (BISON et al., 2003). Essa prática é equivalente ao uso das gerações F_2, apenas com a genealogia das linhagens sendo iniciada uma geração anterior.

Outra possibilidade é a predição de compostos a partir das gerações F_2 avaliadas. Na verdade, podemos considerar sintéticos, pois, embora não se possua as linhagens, qualquer composto envolvendo gerações F_2 de híbridos simples seria um sintético entre as linhagens participantes dos mesmos. Por exemplo, a recombinação entre quatro gerações F_2 de híbridos simples não aparentados corresponde a um sintético com oito linhagens. Com isso há até a possibilidade da utilização comercial desses materiais, caso os mesmos sejam promissores.

Trabalhos com utilização de gerações F_2 de híbridos comerciais também tem sua importância do ponto de vista da preservação de germoplasma, pois as gerações F_2 são preservadas assim que o híbrido comercial sai do mercado. Caso contrário esse material será eliminado sem a devida preservação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Foram utilizadas 12 gerações F_2 de híbridos simples (Tabela 1), sendo duas de híbridos simples experimentais obtidos na UNESP – Câmpus de Ilha Solteira e as demais a partir de híbridos simples conseguidos no mercado, tomando-se cuidado para evitar híbridos da mesma firma (probabilidade de serem aparentados) e os transgênicos. Os aparentados teoricamente não apresentam bons cruzamentos e os transgênicos são protegidos pela patente do gen introduzido, não servindo para qualquer utilização futura.

Tabela 1- Descrição dos híbridos simplesF_2 utilizados como parentais no presente estudo.

Híbrido	Ciclo (dias)	Altura (m)	Aparência do Grão	Cor do grão
F_2Morgan 30A91 (F_2HS1)	Precoce	2,33	Semiduro	Amarelo/Alaranjado
F_2DKB 390 (F_2HS2)	Precoce	2,20	Duro	Amarelo/Alaranjado
F_2JM2M90 (F_2HS3)	Precoce	2,15	Semiduro	Amarelo/Alaranjado
F_2IVF5-IVD8 (F_2HS4)	Precoce	2,08	Semiduro	Alaranjado
F_2AG 9010 (F_2HS5)	Semiprecoce	2,00	Duro	Alaranjado
F_2P30F35 (F_2HS6)	Precoce	3,15	Semiduro	Alaranjado
F_2DKB 350 (F_2HS7)	Precoce	2,20	Semiduro	Alaranjado
F_2DOW 2B710 (F_2HS8)	Precoce	2,02	Semiduro	Amarelo/Alaranjado
$F_2$8F-9D (F_2HS9)	Precoce	1,83	Semiduro	Alaranjado
$F_2$60XB14 (F_2HS10)	Precoce	2,10	Semiduro	Amarelo/Alaranjado
F_2AG 8088 (F_2HS11)	Precoce	2,30	Duro	Alaranjado
(F_2XB6010 (F_2HS12)	Semiprecoce	2,10	Duro	Alaranjado

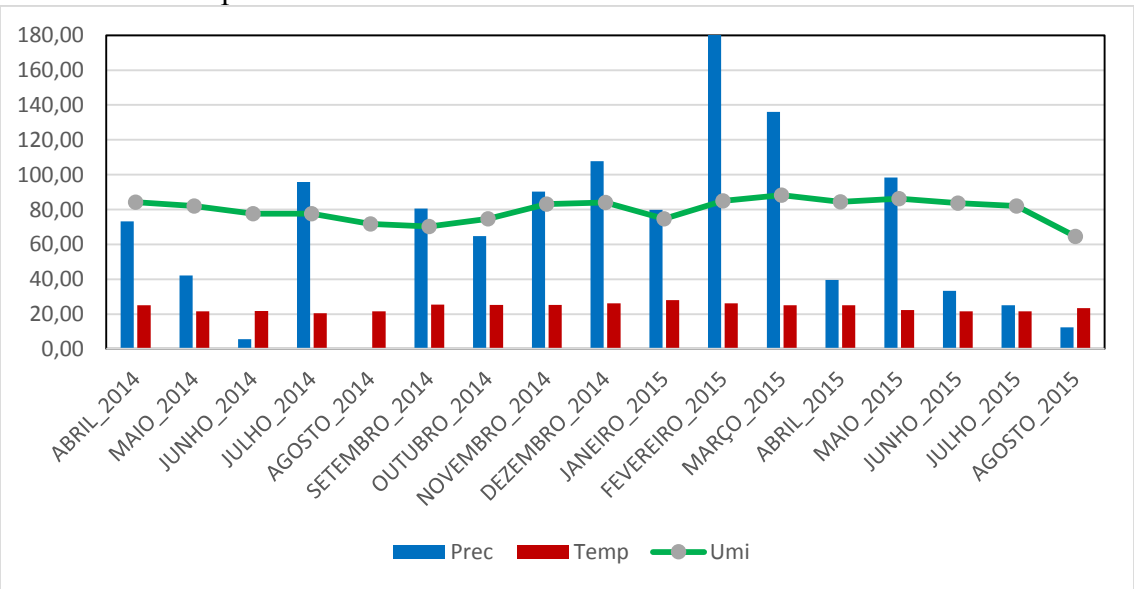
As 12 gerações F_2 foram obtidas com polinização manual dentro de cada híbrido

e, na geração seguinte, foram cruzadas em esquema de dialelo completo sem recíprocos, resultando em 66 cruzamentos. Para os cruzamentos, foi realizada a semeadura aos pares em linhas de 5m semeadas em 3 épocas, com intervalo de 7 dias entre as mesmas. Esta prática foi empregada a fim de garantir pólen suficiente para as polinizações.

3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As 12 gerações F_2 parentais, os 66 cruzamentos e as testemunhas IA1814 (híbrido de gerações F_2), IA1802 (híbrido de gerações F_2) e P30A37PW (híbrido simples) foram avaliadas em um ensaio em látice 9x9 quádruplo (COCHRAN; COX, 1957) com tratamento adicional em cada bloco (híbrido duplo XB8018). O ensaio foi instalado em sistema de semeadura direta, em abril/2015 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, 20º 22’ de latitude Sul e 51º 24’ de longitude Oeste, com 335 m acima do nível do mar. O solo da área é do tipo Latossolo vermelho distrófico, típico argiloso (EMBRAPA, 2013) e o clima local é do tipo Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno), com temperatura média anual de 23,7º C, precipitação anual de 1330 mm e umidade relativa do ar média anual de 66%, segundo classificação de Köppen. Os dados de pluviosidade, temperatura e umidade durante a condução do experimento estão na Figura 1.

Figura 1- Dados de pluviosidade, temperatura e umidade relativa durante a condução do experimento em Selvíria-MS.



As parcelas experimentais constituíram-se de duas linhas de 5m espaçadas de 0,9m, com seis sementes por metro. Foi semeado o dobro do número de sementes e realizado o desbaste no estádio de seis folhas completamente desenvolvidas. Foi utilizada a parcela total para avaliação dos caracteres agronômicos.

Na adubação de semeadura foi utilizado NPK com 30, 60 e 60 kg ha^{-1}. A adubação nitrogenada de cobertura (fonte ureia) foi de 112 kg ha^{-1}. Devido às fortes condições de estresse hídrico no mês de maio (Figura 1) foram realizadas quatro irrigações com 13 mm de lâmina de água. Mesmo assim a cultura passou por estresse hídrico, caracterizando uma segunda safra com condições regulares para o desenvolvimento da lavoura.

As plantas invasoras foram controladas com Tembotriona + óleo mineral + Atrazina na dose de 84 g, 1 L e 2 Lha^{-1}, respectivamente, no estádio de cinco folhas desenvolvidas, mais uma capina manual no estádio de sete folhas desenvolvidas. O controle de pragas foi realizado com 300 g de Imidacloprido + 900 g de Tiodicarb/100 kg de sementes e com duas aplicações foliares de 130 g de Metomil + 24 g de $Triflumuronha^{-1}$ quando se atingiu níveis de danos econômicos para lagarta do cartucho.

3.3 CARACTERES AVALIADOS

Os seguintes caracteres agronômicos avaliados foram:

a) Florescimento (FF): número de dias,contados da emergência até o momento que 50% das plantas da parcela estavam com estilo-estigmas com pelo menos 3 cm de comprimento;

b) Altura de plantas (AP): calculada como a média de cinco plantas competitivas da parcela, medidas em cm, do nível do solo até a inserção da última folha (folha bandeira);

c) Altura de espigas (AE): calculada como a média de cinco plantas competitivas da parcela, medidas em cm, do nível do solo até o nó de inserção da espiga principal (superior);

d) Nota geral para doenças (ND): notas de 1 (todas as plantas sadias) à 9 (todas as plantas com 90% ou mais da área foliar tomada por sintomas de doenças foliares como ferrugens, cercospora, mancha de phaeosfaeria e enfezamentos;

e) Plantas acamadas mais quebradas (AQ): relação entre o número de plantas com os colmos quebrados abaixo da espiga mais aquelas formando ângulo maior que

20º com a vertical, com o número total de plantas da parcela;

f) Prolificidade (PR): determinada pela relação entre o número total de espigas e número de plantas da parcela no momento da colheita;

g) Rendimento de grãos (RG): massa dos grãos colhidos na parcela, corrigida para 13% de umidade e transformada em kg ha^{-1}.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância (Tabela 2) conforme Pimentel Gomes e Garcia (2002), considerando o modelo $Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + b(r)_{kj} + e_{ij}$, com efeito fixo de tratamentos, em que Y_{ijk} é o valor observado do tratamento i, repetição j e bloco k; μ é média geral do caráter; t_i é o efeito do tratamento i; r_j é o efeito da repetição j; $b(r)_{kj}$ é o efeito do bloco k dentro da repetição j; e e_{ijk} é o erro experimental (Tabela 2). O teste de agrupamento de médias foi feita pelo teste de Scott-Knott.

3.5 ANÁLISE DIALÉLICA

A análise dialélica foi feita com aplicação do modelo de Gardner e Eberhart (1966), desconsiderando-se as testemunhas e utilizando-se o programa Genes (CRUZ, 2013). Todos os parâmetros de heterose foram estimados (Tabela 3) para orientar na escolha das melhores populações F_2 para extração de linhagens e obtenção de híbridos ou, excepcionalmente, indicação de cruzamentos promissores para uso direto.

Tabela 2- Esquema das análises estatísticas para avaliação de cruzamentos entre gerações F_2 de híbridos simples de milho, envolvendo as testemunhas.

Fonte de Variação	GL teórico	GL real	QM	F
Repetições (R)	r-1	3	QM1	QM1/QM4
Blocos/R	r(k-1)	32	QM2	QM2/QM4
Tratamentos	$(k^2+1)-1$	81	QM3	QM3/QM4
Resíduo	$[(k^2+1)-1](r-1)$	243	QM4	
Total	rk(k+1)-1	359		

O modelo utilizado foi

$$Y_{ij} = m + (p_i + p_j)/2 + \theta\,(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{\varepsilon}_{ij},$$ em que:

Y_{ij}: valor médio observado em um parental (i = j) ou em uma combinação híbrida (i ≠ j);

m: média das populações parentais;

p_i: efeito do parental i;

p_j: efeito do parental j;

θ: coeficiente que assume o valor zero quando i = j e um quando i ≠ j;

$\bar{h}$: efeito da heterose média;

h_i: efeito da heterose do parental i;

h_j: efeito da heterose do parental j;

s_{ij}: efeito da heterose específica;

$\bar{\varepsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

Tabela 3- Esquema da análise dialélica de acordo com o modelo completo de Gardner e Eberhart (1966).

Fontes de Variação	GL[1] teórico	GL real	QM	F
Tratamentos	[p(p+1)/2]-1	77	QMT	QMT/QMR
Gerações F_2	p-1	11	QMP	QMP/QMR
Heterose	p(p-1)/2	66	QMH	QMH/QMR
Heterose média	1	1	QMHm	QMHm/QMR
Heterose de parental	p-1	11	QMHv	QMHv/QMR
Heterose específica	p(p-3)/2	54	QMHe	QMHe/QMR
Resíduo	f	243	QMR	

[1] – p = número de parentais; f =graus de liberdade da análise de variância

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou significância (P<0,05) dos quadrados médios de tratamentos para praticamente todos os caracteres avaliados, com exceção de AP e ND, uma vez que os parentais foram derivados de híbridos comerciais de empresas diferentes e sem parentesco (Tabela 4).

Com exceção de AQ, o coeficiente de variação foi baixo de acordo com Scapim et al. (1995) indicando boa precisão experimental. Os coeficientes de variação para AQ geralmente apresentam-se elevados, como os encontrados por Marchão et al.

(2005) para AQ(176 e 107%) e para plantas quebradas (130 e 191%). Isso se deve ao fato desses caracteres serem controlados quantitativamente por fatores genéticos inter-relacionados com o clima, solo e práticas culturais.

Para FF foram observados três grupos distintos, com médias variando de 66,30 dias na testemunha XB8018 (Tabela 5e) a 60,57 dias no híbrido F2HS1 x F2HS3 (Tabela 5a). Quatorze híbridos de populações F_2 destacaram-se como mais precoces no experimento em questão. Para AP, embora não tenha sido observada diferença significativa as médias variaram entre 165,75 a 208,33 cm para os híbridos F2HS1 x F2HS7 e F2HS5 x F2HS8, respectivamente. As médias de AE variaram de 72,75 cm no híbrido F2HS1 x F2HS7 (Tabela 5a) a 108,18 cm na testemunha IA1802 (Tabela 5e). Em relação a ND as diferenças também não foram significativas, com valores variando de 4,22 (F2HS7 x F2HS9) (Tabela 5d) a 6,40 (F2HS2 x F2HS8) (Tabela 5a), caracterizando resistência média e suscetibilidade, respectivamente. As doenças que ocorreram e foram: consideradas na atribuição da nota geral foram Enfezamento (pálido e vermelho), Ferrugem tropical e polissora, Physoderma, Cercosporiose, Phaoeosphaeria e Helmintosporiose.

As médias de PR variaram entre 0,51 espiga/planta no parental F2HS3 (Tabela 5e) a 0,96 espiga/plantas nos híbridos F2HS7 x F2HS9 e F2HS10 x F2HS12 (Tabela 5d). Em relação ao AQ os tratamentos que apresentaram os menores valores foram os híbridos F2HS2 x F2HS11 (Tabela 5b) e F2HS9 x F2HS11 (Tabela 5d) e os parentais F2HS5 e F2HS6 (Tabela 5e), todos com 0%, não diferindo estatisticamente de outros 61 híbridos.No presente experimento, a média geral de AQ foi de 3,8%, bem abaixo dos resultados de Bernini et al. (2013) (23%), também avaliando híbridos de gerações F_2. Os mesmos autores encontraram os menores valores de plantas acamadas e quebradas para o híbrido F_2Maximus x F_2BRS1031 e o parental F_2Maximus (7 e 6%, respectivamente), não diferindo de outros 17 híbridos avaliados no mesmo experimento.

Tabela 4- Quadrados médios, médias e coeficientes de variação da análise de variância em Látice com testemunha adicional para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ) e rendimento de grãos (RG). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Fonte de Variação	GL	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha^{-1})
Repetição(R)	3	78,14 **	1507,76 **	805,16 **	2,22 **	0,027 **	20,75	8482205,7 **
Blocos/R	32	10,97 **	755,68 **	393,43 **	0,98	0,015 **	37,26 **	694563,1 **
Tratamentos	81	10,37 **	269,92	192,36 **	0,59	0,026 **	42,92 **	3142740,6 **
Resíduo	243	1,94	229,81	139,89	0,66	0,01	12,70	277600,10
Média dos cruzamentos	---	63,42	189,16	92,70	5,49	0,87	1,80	3801,69
Média dos parentais	---	64,75	192,96	97,59	5,29	0,71	1,87	2043,80
Média das testemunhas	--	67,66	186,72	94,01	5,84	0,89	2,02	4742,46
Média geral	---	63,75	189,25	93,44	5,54	0,85	3,78	3664,46
CV(%)	--	2,18	8,01	12,65	14,70	10,83	94,07	14,37

**, ** - Significativos em nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F*

Para RG os tratamentos foram agrupados em quatro grupos pelo teste Scott & Knott (P<0,05). O Híbrido F2HS7 x F2HS10 apresentou o maior RG (4898 kg ha^{-1}) (Tabela 5b), não diferindo estatisticamente de outros 24 híbridos e das testemunhas IA1814 e XB8018 (Tabela 5e). Os híbridos do mesmo agrupamento foram F2HS1 x F2HS2, F2HS1 x F2HS7, F2HS1 x F2HS9, F2HS1 x F2HS10, F2HS1 x F2HS11, F2HS1 x F2HS12, F2HS2 x F2HS7, F2HS2 x F2HS8, F2HS2 x F2HS9, F2HS2 x F2HS10, F2HS2 x F2HS12, F2HS4 x F2HS8, F2HS4 x F2HS10, F2HS5 x F2HS8, F2HS7 x F2HS8, F2HS7 x F2HS9, F2HS7 x F2HS10, F2HS8 x F2HS9, F2HS8 x F2HS12, F2HS9 x F2HS10, F2HS9 x F2HS11, F2HS9 x F2HS12, F2HS10 x F2HS11, F2HS10 x F2HS12, F2HS11 x F2HS12, todos com rendimento de grãos acima de 4.000 kg ha^{-1}, comparáveis às testemunhas IA1814 (4.160 kg ha^{-1}) e XB8018 (4742 kg ha^{-1}) (Tabela 5e) que mais se destacaram. Doná et al. (2011), também avaliando híbridos de populações F_2 observaram RG de 5,8 a 10,6 t ha^{-1} em três locais diferentes em primeira época. Pacheco et al. (2011) também avaliaram híbridos de gerações F_2 e verificaram potencial para exploração comercial devido as características agronômicas compatíveis com as testemunhas de híbridos comerciais.

Na análise dialélica, apenas para ND não houve significância (p>0,05) da fonte parentais e apenas ND e AQ não foram significativos para a fonte de variação heterose (Tabela 6). Para heterose média foi observado significância (p<0,05) para os caracteres FF, AE, PR e RG, ficando evidente a manifestação da heterose nos híbridos, com exceção da AP, ND e AQ. Os efeitos de heterose de parental não foi significativo (p>0,05) para ND e AQ, enquanto que a heterose específica foi significativa apenas para PR e RG (efeito não aditivo).Ficou evidente que para FF, AP, AE, PR e RG a ação de locos com efeitos aditivos, controlando tais caracteres é importante na manifestação da heterose, enquanto que a heterose específica evidenciou ações não aditivas para PR e RG. De acordo com o modelo proposto por Gardner e Eberhart (1966), a significância do efeito de parental e de heterose configura a constituição de um grupo não homogêneo onde há manifestação da heterose em seus cruzamentos.

Os efeitos de parentais estão ligados aos efeitos aditivos, enquanto que os efeitos de heterose aos componentes não aditivos da variância (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1995). Desdobrando os efeitos de heterose (Tabela 6), verificou-se que apenas para AP, ND e AQ não houve significância da heterose média, sendo que a heterose de parental não foi significativa (p>0,05) apenas para ND e AQ. Para os caracteres com diferenças significativas a heterose não foi a mesma para todos os cruzamentos. Quando o quadrado médio da heterose de parental apresenta efeito significativo, a variância genética entre os parentais é grande em pelo menos parte dos locos com dominância e os parentais, nessa condição, são divergentes.

Tabela 5a- Médias dos caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ), rendimento de grãos (RG) e heterose para RG (H). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos[1]	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha $^{-1}$)	H (%)
F_2HS1xF_2HS2	61,03 c	189,59 a	92,00 b	5,11 a	0,93 a	0,11 c	4373,49 a	61,36
F_2HS1x F_2HS3	60,57 c	192,81 a	91,98 b	5,52 a	0,89 a	4,35 c	3411,28 b	25,86
F_2HS1x F_2HS4	61,55 c	181,54 a	82,75 b	5,41 a	0,90 a	6,92 c	3888,28 b	43,45
F_2HS1x F_2HS5	60,55 c	179,76 a	87,69 b	5,24 a	0,84 a	1,17 c	3775,46 b	39,29
F_2HS1x F_2HS6	60,52 c	181,64 a	87,89 b	5,27 a	0,92 a	3,01 c	3794,61 b	40,00
F_2HS1x F_2HS7	60,62 c	165,75 a	72,75 b	6,02 a	0,90 a	2,26 c	4648,82 a	51,25
F_2HS1x F_2HS8	62,23 b	179,56 a	87,59 b	5,93 a	0,85 a	1,13 c	3909,69 b	18,00
F_2HS1x F_2HS9	61,24 c	182,99 a	82,06 b	5,58 a	0,80 a	4,20 c	4117,86 a	51,92
F_2HS1x F_2HS10	60,87 c	176,54 a	83,47 b	5,48 a	0,92 a	3,28 c	4504,85 a	66,20
F_2HS1x F_2HS11	61,58 c	195,77 a	95,19 a	5,00 a	0,93 a	4,78 c	4023,01 a	36,32
F_2HS1x F_2HS12	62,25 b	171,88 a	77,29 b	5,84 a	0,88 a	1,68 c	4117,24 a	51,90
F_2HS2x F_2HS3	61,99 b	184,14 a	85,52 b	5,42 a	0,83 a	17,20 a	3183,62 b	64,95
F_2HS2x F_2HS4	61,03 c	176,36 a	84,57 b	5,88 a	0,95 a	5,57 c	3645,72 b	88,89
F_2HS2x F_2HS5	60,84 c	182,39 a	88,16 b	5,73 a	0,86 a	4,42 c	3515,45 b	82,14
F_2HS2x F_2HS6	61,71 c	182,79 a	85,36 b	5,40 a	0,92 a	1,86 c	3716,70 b	92,57
F_2HS2x F_2HS7	61,80 c	184,05 a	91,62 b	5,23 a	0,90 a	3,92 c	4305,93 a	40,09
F_2HS2x F_2HS8	63,16 b	173,51 a	87,08 b	6,40 a	0,87 a	1,65 c	4442,04 a	34,07

[1] - *Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).*

Tabela 5b- Médias dos caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ), rendimento de grãos (RG) e heterose para RG (H). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos[1]	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha $^{-1}$)	H (%)
F_2HS2x F_2HS9	63,77 a	189,38 a	90,09 b	5,22 a	0,90 a	5,09 c	4537,60 a	135,10
F_2HS2x F_2HS10	61,78 c	194,53 a	91,90 b	5,99 a	0,91 a	4,05 c	4760,06 a	146,63
F_2HS2x F_2HS11	61,93 b	190,45 a	91,62 b	5,36 a	0,91 a	0,00 c	3691,02 b	25,07
F_2HS2x F_2HS12	62,53 b	185,80 a	88,58 b	5,14 a	0,89 a	5,11 c	4021,60 a	108,37
F_2HS3x F_2HS4	62,03 b	190,26 a	93,75 b	5,79 a	0,77 b	11,38 b	3011,47 b	73,56
F_2HS3x F_2HS5	62,54 b	179,13 a	87,48 b	5,98 a	0,92 a	3,12 c	3154,54 b	174,13
F_2HS3x F_2HS6	62,70 b	186,15 a	93,77 b	5,83 a	0,74 b	10,13 b	2410,08 c	100,69
F_2HS3x F_2HS7	64,08 a	186,53 a	92,70 b	5,88 a	0,95 a	7,61 c	3803,64 b	23,75
F_2HS3x F_2HS8	62,49 b	177,86 a	92,06 b	5,75 a	0,79 a	2,46 c	2957,60 b	-10,74
F_2HS3x F_2HS9	62,61 b	193,84 a	90,43 b	5,19 a	0,77 b	12,72 b	3246,71 b	81,27
F_2HS3x F_2HS10	62,23 b	180,56 a	93,96 b	5,68 a	0,79 a	5,90 c	3902,86 b	108,54
F_2HS3x F_2HS11	62,53 b	187,86 a	85,45 b	5,48 a	0,83 a	4,18 c	3383,62 b	14,65
F_2HS3x F_2HS12	63,40 a	191,74 a	84,75 b	5,50 a	0,65 c	8,13 b	2694,63 c	57,78
F_2HS4x F_2HS5	63,03 b	187,84 a	94,25 b	5,98 a	0,94 a	0,67 c	3108,07 b	79,13
F_2HS4x F_2HS6	63,53 a	185,54 a	96,94 a	5,66 a	0,90 a	2,12 c	3684,96 b	112,37
F_2HS4x F_2HS7	63,54 a	194,63 a	98,28 a	5,03 a	0,87 a	5,39 c	3569,40 b	16,13
F_2HS4x F_2HS8	64,73 a	182,17 a	89,38 b	5,52 a	0,87 a	1,29 c	4198,38 a	26,71

[1] - *Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).*

Tabela 5c- Médias dos caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ), rendimento de grãos (RG) e heterose para RG (H). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos[1]	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha $^{-1}$)	H (%)
F_2HS4x F_2HS9	63,95 a	187,46 a	89,67 b	5,52 a	0,76 b	4,73 c	3515,08 b	96,26
F_2HS4x F_2HS10	64,51 a	193,84 a	93,38 b	5,41 a	0,86 a	2,74 c	4564,47 a	143,89
F_2HS4x F_2HS11	62,66 b	193,28 a	95,44 a	5,25 a	0,82 a	2,55 c	3603,64 b	22,11
F_2HS4x F_2HS12	62,81 b	188,60 a	88,01 b	5,37 a	0,91 a	1,83 c	3483,24 b	100,75
F_2HS5x F_2HS6	62,64 b	190,24 a	92,06 b	5,58 a	0,87 a	1,45 c	3421,09 b	184,87
F_2HS5x F_2HS7	63,07 b	192,75 a	89,83 b	5,84 a	0,86 a	0,32 c	3624,95 b	17,94
F_2HS5x F_2HS8	62,91 b	208,33 a	101,95 a	5,44 a	0,95 a	2,51 c	4056,69 a	22,44
F_2HS5x F_2HS9	63,33 b	188,07 a	94,38 b	5,94 a	0,85 a	2,71 c	3543,65 b	97,85
F_2HS5x F_2HS10	64,91 a	183,27 a	91,77 b	6,36 a	0,80 a	3,34 c	2485,49 c	32,80
F_2HS5x F_2HS11	65,27 a	202,27 a	102,70 a	5,00 a	0,84 a	2,54 c	3778,72 b	28,04
F_2HS5x F_2HS12	64,98 a	186,28 a	93,21 b	5,37 a	0,82 a	0,81 c	3561,18 b	108,52
F_2HS6x F_2HS7	62,90 b	184,80 a	90,76 b	5,23 a	0,87 a	1,35 c	3837,07 b	24,84
F_2HS6x F_2HS8	62,81 b	204,33 a	102,48 a	5,30 a	0,82 a	1,69 c	3640,22 b	9,87
F_2HS6x F_2HS9	63,18 b	199,00 a	95,39 a	5,70 a	0,83 a	0,75 c	3764,62 b	110,19
F_2HS6x F_2HS10	64,57 a	189,07 a	100,29 a	5,79 a	0,84 a	3,23 c	3808,20 b	103,48
F_2HS6x F_2HS11	64,78 a	196,88 a	103,36 a	5,34 a	0,79 a	1,14 c	3421,99 b	15,95
F_2HS6x F_2HS12	63,97 a	201,48 a	99,89 a	5,12 a	0,82 a	0,91 c	2821,12 c	65,19

[1] - *Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).*

Tabela 5d- Médias dos caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ), rendimento de grãos (RG) e heterose para RG (H). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha $^{-1}$)	H (%)
F_2HS7x F_2HS8	65,49 a	196,11 a	100,20 a	5,42 a	0,88 a	1,79 c	4357,98 a	31,53
F_2HS7x F_2HS9	65,68 a	194,58 a	96,38 a	4,22 a	0,96 a	2,78 c	4714,90 a	53,40
F_2HS7x F_2HS10	63,51 a	193,95 a	89,88 b	5,62 a	0,90 a	3,89 c	4898,90 a	59,39
F_2HS7x F_2HS11	64,07 a	202,94 a	100,19 a	4,85 a	0,84 a	5,16 c	3753,89 b	22,13
F_2HS7x F_2HS12	64,22 a	187,79 a	98,76 a	5,56 a	0,86 a	2,52 c	3619,44 b	17,76
F_2HS8x F_2HS9	64,62 a	195,31 a	101,91 a	5,21 a	0,86 a	1,81 c	4042,34 a	22,00
F_2HS8x F_2HS10	64,45 a	195,48 a	99,36 a	5,69 a	0,88 a	3,67 c	3351,76 b	1,16
F_2HS8x F_2HS11	64,41 a	203,08 a	111,95 a	4,98 a	0,84 a	3,52 c	3627,36 b	9,48
F_2HS8x F_2HS12	65,85 a	180,25 a	91,67 b	5,81 a	0,87 a	6,00 c	4072,03 a	22,90
F_2HS9x F_2HS10	64,22 a	186,44 a	88,24 b	5,41 a	0,81 a	4,91 c	4546,16 a	142,91
F_2HS9x F_2HS11	64,89 a	191,88 a	103,38 a	5,63 a	0,87 a	0,00 c	4493,84 a	52,27
F_2HS9x F_2HS12	64,49 a	194,99 a	98,70 a	5,19 a	0,86 a	2,03 c	4247,21 a	137,13
F_2HS10x F_2HS11	64,43 a	168,82 a	76,81 a	6,37 a	0,89 a	1,43 c	4196,07 a	42,18
F_2HS10x F_2HS12	64,67 a	198,55 a	101,41 a	4,97 a	0,96 a	4,33 c	4692,71 a	150,74
F_2HS11x F_2HS12	64,37 a	195,11 a	91,31 a	5,15 a	0,81 a	3,91 c	4018,53 a	36,17

[1] - *Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).*

Tabela 5e- Médias dos caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ) e rendimento de grãos (RG). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha^{-1})
F_2HS8	65,12 a	197,94 a	98,11 a	4,97 a	0,86 a	3,36 c	3313,30 b
F_2HS7	64,66 a	194,36 a	97,98 a	5,66 a	0,85 a	4,57 c	3073,62 b
F_2HS11	64,60 a	181,69 a	84,26 b	5,91 a	0,75 b	1,55 c	2951,14 b
F_2HS1	65,86 a	193,41 a	104,25 a	5,55 a	0,89 a	2,13 c	2710,46 c
F_2HS2	64,89 a	184,79 a	102,38 a	6,00 a	0,69 b	1,48 c	1930,06 d
F_2HS10	65,45 a	194,87 a	97,16 a	6,08 a	0,76 b	3,33 c	1871,55 d
F_2HS9	64,95 a	202,04 a	105,97 a	5,64 a	0,64 c	3,97 c	1791,06 d
F_2HS4	65,81 a	182,05 a	88,37 b	5,76 a	0,75 b	3,47 c	1735,13 d
F_2HS12	65,14 a	187,24 a	89,06 b	5,53 a	0,62 c	3,68 c	1707,81 d
F_2HS6	63,69 a	194,11 a	100,66 a	6,02 a	0,68 b	0,00 c	1200,92 e
F_2HS5	65,79 a	199,20 a	104,30 a	4,95 a	0,57 c	0,00 c	1150,75 e
XB 8018	66,30 a	186,72 a	94,01 a	5,84 a	0,89 a	4,06 c	4742,46 a
IA 1814	65,14 a	187,06 a	87,56 b	5,68 a	0,88 a	2,50 c	4160,07 a
P30A37PW	65,76 a	202,92 a	104,87 a	4,75 a	0,88 a	12,31 b	3852,36 b
IA 1802	65,49 a	206,63 a	108,18 a	5,21 a	0,85 a	6,14 c	3647,61 b
F2HS3	64,30 a	202,85 a	99,32 a	4,94 a	0,51 c	17,77 a	948,45 e

[1] - *Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).*

Tabela 6- Quadrados médios da análise dialélica pelo modelo completo de Gardner e Eberhart (1966) para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PRO), plantas acamadas mais quebradas (AQ) e rendimento de grãos (RG). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Fonte de Variação	GL	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha^{-1})
Tratamentos	77	7,34 **	319,62 **	224,61 **	0,70s	0,03 **	11,76	3140624,38 **
Gerações F_2	11	29,85 **	333,98	399,02 **	0,96	0,06 **	48,86 **	6569351,02 **
Heterose	66	3,59 **	317,23 **	195,54 **	0,65	0,03 **	5,58	2569169,94 **
Heterose média (h)	1	70,97 **	585,78	972,61 **	1,63	1,03 **	0,18	125508940,13 **
Heterose de parental (h_i, h_j)	11	7,88 **	488,10 **	328,04 **	0,64	0,02 **	2,83	976835,79 **
Heterose específica (s_{ij})	54	1,46	277,45	154,16	0,64	0,01 **	6,24	616871,90 **
Resíduo	243	1,94	229,81	139,89	0,66	0,01	12,70	277600,10
Média geral	--	63,63	189,75	93,45	5,46	0,85	1,81	3531,25
CV (%)	--	2,18	7,98	12,65	14,91	10,83	196,10	14,92

**, ** - Significativos em nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste*

Tabela 7- Estimativa dos efeitos de parentais (p_i e p_j) de acordo com Gardner e Eberhart (1966) para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), nota geral para doenças (ND), prolificidade (PR), plantas acamadas mais quebradas (AQ) e rendimento de grãos (RG). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Parentais	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha^{-1})
F2HS1	-1,25	-4,75	3,75	-0,17	0,16	-0,76	773,46
F2HS2	0,25	-2,86	1,45	0,01	-0,05	0,30	-218,71
F2HS3	-0,75	-0,80	4,80	0,14	-0,18	5,30	-921,09
F2HS4	-0,25	-0,75	7,35	0,19	0,02	1,08	-399,44
F2HS5	1,0	-3,70	9,10	0,32	-0,12	-1,98	-890,21
F2HS6	0,25	5,10	-0,69	0,07	-0,03	-1,08	-822,96
F2HS7	-0,75	2,02	-7,19	-0,33	0,12	0,12	889,68
F2HS8	-0,5	4,86	9,85	0,08	0,11	-1,55	1077,00
F2HS9	0,0	7,22	3,00	-0,37	-0,05	-0,05	-152,60
F2HS10	0,5	-8,91	-21,49	0,44	0,07	-0,26	32,83
F2HS11	0,75	5,00	-1,24	-0,28	0,03	-0,83	892,72
F2HS12	0,75	-2,44	-8,69	-0,10	-0,07	-0,26	-260,68
σ^2 (h_j)	0,44	15,04	32,05	0,04	0,00	0,83	63616,68
σ^2 ($h_i - h_j$)	0,97	32,83	69,94	0,09	0,00	1,81	138800,05

Por definição, a heterose de parental é a diferença entre a média das heteroses dos híbridos de populações e a heterose média. Para FF, as estimativas de heterose de parental variaram de -1,74 dias a 1,07 para F2HS1 e F2HS8. Para AP, os efeitos foram de -12,48 cm (F2HS1) a 10,99 cm (F2HS10). Semelhantemente para AE, nos mesmos parentais ocorreram estimativas de -9,15 cm e 8,84 cm. Para ND as estimativas variaram de -0,35 (F2HS10) a 0,39 (F2HS3), para PR oscilaram de -0,05 espiga/planta (F2HS8) a 0,11 espiga/planta (F2HS5) e para AQ as estimativas foram de -0,75% (F2HS3) a 0,82% (F2HS2) (Tabela 8).

Para RG, os maiores efeitos de heterose de parental foram para F2HS2, F2HS9 e

F2HS10, com maior destaque para F2HS9 com estimativa de 451,81 kg ha^{-1}, sendo considerado o mais heterótico entre os parentais F_2 avaliados, enquanto que F2HS11 foi considerado o menos heterótico com estimativa de – 432,29 kg ha^{-1}. F2HS2, F2HS9 e F2HS10 podem ser considerados os parentais mais promissores para cruzamentos visando a obtenção de híbridos de gerações F_2 no grupo avaliado.

Tabela 8- Estimativas da heterose de parentais (h_i e h_j) e heterose média (h) para os caracteres florescimento feminino (FF), altura de plantas (AP), Altura de espiga (AE) plantas acamadas e quebradas (AQ) e rendimento de grãos (RG), de acordo com Gardner e Eberhart (1966). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

Parentais	FF (dias)	AP (cm)	AE (cm)	ND (nota)	PR (espiga/planta)	AQ (%)	RG (kg ha^{-1})
F2HS1	-1,74	-12,48	-9,15	0,34	-0,05	-0,27	-79,62
F2HS2	-1,12	1,82	-1,58	-0,13	0,06	0,82	369,45
F2HS3	0,10	-2,93	-2,83	0,39	0,02	-0,75	-248,26
F2HS4	-0,09	-6,78	-5,09	-0,09	-0,02	-0,37	-24,80
F2HS5	-0,87	-6,32	-6,90	0,34	0,11	-0,42	64,00
F2HS6	0,22	7,15	3,76	-0,09	-0,00	0,37	5,23
F2HS7	0,67	2,65	4,16	-0,12	-0,03	-0,35	-134,75
F2HS8	1,07	-1,69	-0,41	0,09	-0,05	-0,47	-392,65
F2HS9	0,42	1,60	0,66	-0,14	0,01	0,22	451,81
F2HS10	0,42	10,99	8,84	-0,35	0,00	0,42	409,24
F2HS11	0,25	5,58	3,82	-0,08	-0,03	0,55	-432,29
F2HS12	0,62	0,40	4,76	-0,13	0,00	0,25	12,65
σ^2 (h_j)	0,15	18,43	11,22	0,05	0,00	1,01	22265,84
σ^2 ($h_i - h_j$)	0,33	40,21	24,48	0,11	0,00	2,22	48580,01
Het. média	-1,32	-3,79	-4,89	0,20	0,15	-0,06	1757,89

O F2HS2 também combinou estimativas favoráveis para precocidade e espigas baixas. Para que as populações apresentem valores favoráveis de heterose de parental são necessários vários locos com frequências elevadas de alelos dominantes. Caso essa frequência seja baixa é imprescindível que esta população tenha uma dispersão maior de frequências gênicas em relação as frequências gênicas médias do conjunto. O potencial heterótico de parental não pode ser considerado o principal determinante do efeito da capacidade geral de combinação para utilização em um programa de melhoramento intrapopulacional, pois na visão dos autores, a heterose não significa superioridade de frequências alélicas e sim divergência genética (CRUZ; VENCOVSKY, 1989). Ou seja, caso a população selecionada apresente baixa frequência de alelos favoráveis, será totalmente indesejável.

No entanto estimativas favoráveis desse componente, aliado às estimativas favoráveis dos efeitos de parental e heterose específica, indicam bons parceiros para híbridos ou para material básico para extração de linhagens. As estimativas de heterose específica para PR variaram entre -0,12 (F2HS3 x F2HS12) e 0,28 espiga/planta (F2HS5 x F2HS10) e as estimativas extremas para RG foram observadas para F2HS5 x F2HS10 (-1339 kg ha^{-1}) e F2HS5 x F2HS11 (584 kg ha^{-1}) (Tabela 9).A heterose específica é o desvio de um cruzamento em relação ao que seria esperado com a capacidade geral de combinação dos parentais (CRUZ; VENCOVSKY, 1989).

São de extrema importância os cruzamentos com boa heterose específica, mas que envolvam pelo menos um parental com boa capacidade geral de combinação ou boa heterose de parental, evidenciando boa complementação gênica do parental em locos com dominância, conforme enfatizam Silva e Miranda Filho (2003). Sendo assim, os cruzamentos F2HS2 x F2HS10, F2HS3 x F2HS10, F2HS4 x F2HS10, F2HS7 x F2HS10, F2HS2 x F2HS11 e F2HS9 x F2HS11 foram promissores tanto para exploração de híbridos duplos de gerações F_2 como para extração de linhagens. Nota-se que o F2HS10 aparece na maioria dos cruzamentos devido a sua alta heterose de parental para RG, embora seja um material com maior AP e AE. Como F2HS7 também se destacou com estimativas favoráveis para os efeitos de parental nos diversos caracteres, este será o par ideal para F2HS10.

Tabela 9- Estimativas dos efeitos de heterose específica (s_{ij}) de acordo com Gardner e Eberhart (1966) das doze gerações F_2 parentais de milho para rendimento de grãos (RG). Segunda safra, Selvíria-MS, 2015.

	F2HS2	F2HS3	F2HS4	F2HS5	F2HS6	F2HS7	F2HS8	F2HS9	F2HS10	F2HS11	F2HS12
F2HS1	212,18	-60,54	131,80	221,31	-119,35	205,74	-302,95	-193,91	8,79	-157,99	54,93
F2HS2	---	13,31	-150,78	-411,49	-5,60	-63,87	252,93	122,46	414,74	414,74	217,53
F2HS3		---	-70,84	283,20	-163,03	402,67	-141,38	-308,42	327,95	76,08	-359,01
F2HS4			---	-66,91	282,78	-478,81	538,59	-511,66	547,86	97,46	-319,48
F2HS5				---	551,71	-190,39	331,20	-157,72	-1339,30	584,58	193,80
F2HS6					---	71,10	-40,19	54,31	17,53	-247,93	-401,33
F2HS7						---	59,76	389,95	411,53	-185,80	-621,90
F2HS8							---	-151,16	-798,69	-297,58	549,49
F2HS9								---	125,30	570,22	60,63
F2HS10									---	-89,33	373,59
F2HS11										---	251,72
$\sigma^2(s_{ij})$		56781,8386									
$\sigma^2(s_{ij} - s_{ik})$		124920,045									
$\sigma^2(s_{ij} - s_{kl})$		111040,04									

5 CONCLUSÕES

I) Os cruzamentos F_2DKB 390 x $F_2$60XB14, F_2JM2M90 x $F_2$60XB14, F_2IVF5-IVD8 x $F_2$60XB14, F_2DKB 350 x $F_2$60XB14, F_2DKB 390 x F_2AG 8088 e $F_2$8F/9D x F_2AG 8088 são promissores para exploração de híbridos de gerações F_2 e para extração de linhagens dos respectivos pares de parentais para confecção de novos híbridos de linhagens, havendo opções para combinações precoces, tardias, com espiga baixa e alta e bom rendimento de grãos.

II) F_2DKB 350 e $F_2$60XB14 formam o melhor par, considerando o interesse por híbridos precoces e com espigas baixas, pois os efeitos de parentais são favoráveis para esses caracteres.

III) F_2DKB 390, $F_2$8F/9D e $F_2$60XB14 podem ser considerados os parentais mais promissores para cruzamentos visando a obtenção de híbridos de gerações F_2 no grupo avaliado.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. P.; SOUZA, J. C. Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações S_0 de híbridos simples comerciais. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 561-567, 2005.

BERNINI, C. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; GUIMARÃES, O. S.; ROVARIS, S. R. S. Depressão endogâmica e heterose de híbridos de populações F_2 de milho no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 217-223, 2013.

BERNINI, C. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Estimativas de parâmetros de heterose em híbridos de populações F_2 de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 56-62, 2012.

BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; RAPOSO, F. V. Potencial de híbridos simples de milho para a extração de linhagens. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 348-355, 2003.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 300 p.

BUENO, L. C. S; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento de Plantas:** princípios e procedimentos. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.

COCHRAN, W. G.; COX, C. M. **Experimental designs**. New York: John Wiley & Sons, 1957. 611 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2014/2015**: 8º levantamento, maio de 2015. 8. ed. Brasília: Brasilia: CNPS, 2015. Disponível em: <www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_maio_2015.pdf>. Acesso em: 22 jun.2015

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

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

DE LA ROSA, A.; DE LÉON, H.; MARTÍNEZ, G.; RINCÓN, F. Heterosis, habilidade combinatória y diversidad genética em híbridos comerciales de maíz (*Zeamays*L.). **Agronomía Mesoamericana**, Costa Rica, v. 11, n. 1, p. 113-122. 2000.

DESTRO D.; MONTALVÀN, R. **Melhoramento genético de plantas.** Londrina: UEL, 1999. 749 p.

DONÁ, S; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GALLO, P. B.; DUARTE, A. P. Heterose e seus componentes em híbridos de populações F2 de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 767-774, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Milho e sorgo**. Sete Lagoas: CNPS, 2014. Disponível em: <www.cpms.embrapa.br/milho/cultivares>. Acesso em: 22 fev. 2014

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Milho e sorgo.** Sete Lagoas: CNPS, 2002. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia>. Acesso em: 22 fev 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília: CNPS, 2013. 353 p.

EVGENIDIS, G; FOTIADIS, N; GEORGIADIS, S; LIGOS, E; MELLIDIS, B; SFAKIANAKIS, J. Analysis of diallel crosses among CIMMYT's subtropical-temperate and adapted the U.S. Corn Belt maize populations. **Maydica,** Bergamo, v. 46, n. 1, p. 47-52, 2000.

FERREIRA, E. A.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SANTOS, F. M. C. Potencial de híbridos comerciais de milho para obtenção de linhagens em programas de melhoramento. **PesquisaAgropecuária Tropical (Impresso)**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 304-311, 2010.

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

GAMA, E. E. G.; SANTOS, M. X.; FERRÃO, R. G.; MEIRELES, W. F.; PACHECO, C. A. P.; PARENTONI, S. N.; GUIMARÃES, P. E. O. Potencial genético de um sintético de milho de grão duro para formação de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 615-619, 2003.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Washington, v. 22, n.3, p. 439-52, 1966.

GRIFFING, J. B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, United Kingdom, v. 10, n .4 p. 31-50. 1956a.

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

HALLAUER, A. R. Methods used in developing maize inbreed lines. **Maydica**, Bergamo, v. 35, n. 1, p. 1-16, 1990.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding.** 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 468 p.

KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R. N. The partial diallel crosses. **Biometrics**, Washington, v. 17, n.3, p. 229-50, 1961.

LÁZARO, C. **F2 y F3 de simples em la produccion de um hibrido comercial de maíz (*Zea mays* L.).** La Estanzuela: Centro de investigaciones Agricolas "Alberto Boerger", 1966. 9 p. (Boletim técnico, 4).

LOBATO, P. N.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; RAMALHO, M. A. P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de híbridos duplos de milho utilizando a geração F_1 e F_2 de híbridos simples. **Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 54-64. 2005.

MACHADO, J. C. **Estabilidade de produção e da capacidade de combinação em híbridos de milho**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; KARAM, D.; MAGALHÃES, M. M.; CANTÃO, F. R. O. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas a baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 223-232. 2009.

MIRANDA FILHO, J. B.; NASS, L. L. Hibridação no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 603-627.

MIRANDA FILHO, J. B.; VENCOVSKY, R. The partial circulant diallel cross at the interpopulation level. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 2, p. 249-55. 1999.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BOREM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Vicosa: UFV, 1999. p. 429-485.

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, M. E. A. G. Z.; BERNINI, C. S.; GUIMARÃES, P. S.; DONÁ, S.; GALLO, P. B.; DUARTE, A. P. Potencial produtivo e heterose de híbridos de populações F_2 de milho no Estado de São Paulo. **Ciência & Tecnologia**, São Paulo, v. 27, n. 1/3, p. 29-46, 2010.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002. 309 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Ufla, 2000. 326 p.

SHULL, G. H. A pure line method of corn breeding. **American Breeders Association**, Washington, v. 5, n. 1, p. 51-59, 1909.

SILVA, R. M.; MIRANDA FILHO, J. B. Heterosis expression in crosses between maize populations: ear yield. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 519-524, 2003.

SOUZA SOBRINHO, F. de; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. de. Alternatives for obtaining double cross maize hybrids. **Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 70-76, 2002.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

APÊNDICE – FOTOS DOS EXPERIMENTOS

Foto 1. Plantio do ensaio

Foto 2. Plantio do ensaio

Foto 3. Campo de dialelo

Foto 4. Campo de dialelo

Foto 5. Campo de dialelo

Foto 6. Preparo área ensaio

Foto 7. Preparo de dialelos/ensaio

Foto 8. Preparo de dialelos/ensaio