

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO

EDICARLOS PETERLINI

**Análise dialéctica de populações de milho-pipoca para rendimento,
capacidade de expansão e resistência à lagarta-do-cartucho**

MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2016

EDICARLOS PETERLINI

**Análise dialéctica de populações de milho-pipoca para rendimento,
capacidade de expansão e resistência à lagarta-do-cartucho**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Ronald José Barth Pinto.

MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2016

Aos meus pais, Carlos Peterlini e Conceição Aparecida Papaet Peterlini.

Ao meu irmão, Edimar Peterlini.

Aos meus avós, Antônio Papaet e Tereza Sividani Papaet.

À minha noiva, Gésica Ferreira Donato.

Com amor, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento (PGM) e aos seus professores, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de Bolsa de Estudos.

Aos professores doutores Ronald José Barth Pinto e Carlos Alberto Scapim, pela orientação, conhecimentos transmitidos, paciência e confiança na realização deste trabalho.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Francisco José da Cruz e Maria Valquíria Magro, pelo constante auxílio.

Aos colegas do grupo de pesquisa em Genética e Melhoramento, Filipe Bertagna, Maurício Kuki, Marlon Coan, Camila Castro, Hingrid Ariane, Lucas Camacho, Rodrigo Contreras, Oelcio Stipp, Alessandra Baleroni, Evandrei Santos, Omar Possato, Alex Sandro, Diego Rizzardi, pela ajuda, amizade, momentos e experiências compartilhadas.

Aos colegas estagiários do grupo de pesquisa em Genética e Melhoramento, que muito contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os meus amigos e familiares, que me ajudaram na caminhada até aqui, colaborando direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

EDICARLOS PETERLINI, filho de Carlos Peterlini e de Conceição Aparecida Papaet Peterlini, nasceu na cidade de Araruna, Paraná, no dia 27 de novembro de 1992.

Em dezembro de 2006, concluiu o Ensino Fundamental, na Escola Estadual 29 de Novembro, Araruna, Paraná.

Em dezembro de 2009, concluiu o Ensino Médio, no Colégio Estadual Princesa Isabel, Araruna, Paraná.

Em fevereiro de 2010, ingressou no curso de Agronomia, na Faculdade Integrado de Campo Mourão, sendo titulado Engenheiro Agrônomo, em agosto de 2013.

Em fevereiro de 2014, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento (PGM), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Milho-pipoca: classificação botânica e características	3
2.2. Melhoramento genético de milho-pipoca	4
2.3. Análise dialélica	5
2.4. Correlação entre caracteres.....	7
2.5. Fatores que afetam a capacidade de expansão	9
2.6. Importância e biologia da lagarta-do-cartucho para a cultura do milho.....	12
2.7. Resistência do milho à lagarta-do-cartucho	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Material	17
3.2. Métodos	18
3.2.1. Obtenção dos híbridos intervarietais e multiplicação de sementes dos genitores avaliados.....	18
3.2.2. Área experimental.....	19
3.2.3. Características avaliadas.....	20
3.2.4. Correção dos dados.....	22
3.2.5. Análises de variância individuais	23
3.2.6. Análise conjunta.....	26
3.2.7. Análise dialélica individual	29
3.2.8. Análise dialélica conjunta.....	31
3.2.9. Softwares	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Análises de variância individuais.....	35
4.2. Análises de variância conjuntas.....	40
4.3. Agrupamento de médias	42
4.3.1. Rendimento de grãos.....	42
4.3.2. Número de fileiras por espiga.....	45
4.3.3. Número de grãos por fileira	48
4.3.4. Diâmetro de espigas	51

4.3.5. Comprimento de espigas	54
4.3.6. Altura de plantas	57
4.3.7. Altura de espigas	60
4.3.8. Florescimento masculino	64
4.3.9. Florescimento feminino	67
4.3.10. Capacidade de expansão	70
4.3.11. Danos da lagarta-do-cartucho.....	74
4.4. Análise dialética	77
5. CONCLUSÕES	99
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

RESUMO

PETERLINI, Edicarlos, M. Sc. Universidade Estadual de Maringá, fevereiro, 2016.
Análise dialélica de populações de milho-pipoca para rendimento, capacidade de expansão e resistência à lagarta-do-cartucho. Orientador: Ronald José Barth Pinto. Coorientadores: Carlos Alberto Scapim e Fernando Alves de Albuquerque.

Com o objetivo principal de avaliar as capacidade combinatória, os efeitos varietais e de heterose sobre o rendimento de grãos, a capacidade de expansão e a resistência do milho-pipoca à lagarta-do-cartucho, doze populações de milho-pipoca foram cruzadas em esquema de dialelo completo, sem os recíprocos, totalizando 66 combinações híbridas. As F_1 's, juntamente com seus genitores e três testemunhas, foram avaliadas em experimentos conduzidos em dois locais: Maringá-PR e Araruna-PR. Os experimentos foram delineados em látice quadrado 9x9 triplo, parcialmente balanceado. Os dados foram submetidos à análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos. Os caracteres avaliados foram: rendimento de grãos, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, altura de plantas, altura de espigas, florescimento masculino, florescimento feminino, capacidade de expansão e danos da lagarta-do-cartucho. Foram verificados efeitos significativos para todas as variáveis analisadas. As médias ajustadas foram utilizadas na aplicação dos método de Griffing (1956), para estimar CGC, e de Gardner e Eberhart (1966), para as estimativas dos efeitos de variedades e de heterose. No geral, os genótipos UNB 2U C5, PARA 172 E PR 023 apresentaram-se promissoras para o melhoramento de rendimento de grãos, capacidade de expansão e resistência à lagarta-do-cartucho, simultaneamente. Em relação ao rendimento de grãos, foram selecionadas UNB 2U C5, PARA 172, BOYA 462 e PR 023, em Maringá, e ARMZ 13050, VIÇOSA, BOZM 260 e PR 023, em Araruna, para melhoramento intrapopulacional. Os genótipos ARMZ 07049, BOYA 462, PARA 172 e SAM 09/09 e as combinações ARMZ 07049 x SE 013, SAM 09/09 x PR 023 e UNB 2U C5 x PR 023, que podem ser indicados para a aplicação de seleção recorrente recíproca. Quanto à capacidade de expansão, os genótipos UNB 2U C5 e SAM 09/09 são indicados ao melhoramento intrapopulacional. Os efeitos de heterose varietal

indicaram os genótipos PR 023, PA 091, ARMZ 13050, VIÇOSA, PARA 172 e UNB 2U C5; a heterose específica indicou a combinação SAM 09/09 x UNB 2U C5 para a seleção recorrente recíproca para a característica. A análise dialélica indicou possibilidades para o melhoramento intrapopulacional das variedades genitoras PARA 172, SE 013, PR 023 e PA 091, na síntese de linhagens endogâmicas com resistência à lagarta-do-cartucho. As combinações PARA 172 x BOZM 260 e PA 091 x BOYA 462 podem ser indicadas para o melhoramento por meio da seleção recorrente recíproca para esta característica.

Palavras-chave: rendimento de grãos, capacidade de expansão, milhos especiais, *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT

PETERLINI, Edicarlos, M. Sc. Universidade Estadual de Maringá, Fevereiro, 2016. **Diallel analysis of popcorn maize varieties for yield, expansion capacity and resistance to fall armyworm.** Adviser: Ronald José Barth Pinto. Committee Members: Carlos Alberto Scapim and Fernando Alves de Albuquerque.

With the main objective to evaluate the general combining ability (GCA), varietal effects and heterosis for grain yield, expansion capacity and resistance to fall armyworm, twelve populations of popcorn were crossed in a complete diallel scheme without reciprocals, totaling 66 hybrid combinations. These F_1 's along with their parents and three checks were evaluated in field experiments carried out at two sites, Maringa / PR and Araruna / PR. These experiments were designed in a partial balanced square lattice design triple 9x9. The data were subjected to analysis of variance intrablocks with recovery of interblock information. The evaluated traits were: grain yield, number of ear rows, number of kernels per row, ear diameter, ear length, plant height, ear height, male tasseling, female silking, popping expansion and the degree of damage caused by the fall armyworm. Significant effects were observed for all variables. The adjusted means were employed to apply the Griffing's (1956) method in order to estimate the GCA and the method of Gardner and Eberhart (1966) to estimate the varietal effects and heterosis. In the general, genotypes UNB 2U C5, PARA 172 e PR 023 showed great promise for improving grain yield, expansion capacity and resistance to fall armyworm simultaneously. Regarding grain yield were selected UNB 2U C5, PARA 172, BOYA 462 and PR 023 in Maringa, and ARMZ 13050, VIÇOSA, BOZM 260 e PR 023 in Araruna for intrapopulational improvement. The varieties ARMZ 07049, BOYA 462, PARA 172 and SAM 09/09 and the hybrids ARMZ 07049 x SE 013 and UNB 2U C5 x PR 023 may be suitable for reciprocal recurrent selection. For expansion capacity were indicated the genotypes UNB 2U C5 and SAM 09/09 to intrapopulational improvement. Varietal heterosis effect indicated PR 023, PA 091, ARMZ 13050, VIÇOSA, PARA 172 and UNB 2U C5 and specific heterosis indicated the combination SAM 09/09 x UNB 2U C5 to reciprocal recurrent selection. Diallel analysis showed possibilities for intrapopulational improvement to PARA 172, SE 013, PR 023 and PA 091 to inbred lines synthesis with fall armyworm resistance.

Combinations PARA 172 x BOZM 260 and PA 091 x BOYA 462 may be indicated to improve using reciprocal recurrent selection.

Keywords: grain yield, popping expansion, special corns, *Spodoptera frugiperda*.

1. INTRODUÇÃO

O milho-pipoca (*Zea mays* var. *everta*) é um alimento bastante consumido no Brasil. Apesar disso, apresenta um cultivo comercial modesto, que ocorre por consequência da falta de materiais de alta qualidade (Andrade et al., 2002), ao contrário do que acontece com o milho comum (*Zea mays* L.).

A principal diferença entre o milho-pipoca e o milho comum é a capacidade de expansão, explicada pela resistência do pericarpo à expansão da água e do óleo presentes no grão, que, quando submetidos a elevadas temperaturas, pressionam o pericarpo até que ele se rompa, expondo o endosperma (Pinto et al., 2007a; Zinsly; Machado, 1987).

O milho-pipoca apresenta valor de mercado superior ao milho comum, podendo ser comercializado por até R\$ 60,00 a saca de 60 kg, sendo uma ótima alternativa de renda para o produtor rural. No entanto, a disponibilidade de genótipos é um fator limitante para a atividade (Andrade et al., 2002; Pinto et al., 2007b). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2015), os preços no atacado, em 2015/2016, alcançam R\$ 0,81 kg⁻¹, com um custo de produção na faixa de R\$ 0,53 kg⁻¹, coincidindo com a proposta de preço mínimo no referido período.

Em comparação com o milho comum, existem poucas cultivares de milho-pipoca disponíveis no mercado. O desenvolvimento de variedades e híbridos, que apresentem boas características agronômicas, como sanidade e rendimento, é fundamental para promover o cultivo do milho-pipoca (Silva et al., 2013). Outros fatores também importantes no melhoramento de milho-pipoca são aspectos relacionados à qualidade, como textura e maciez (Scapim et al., 2002). Contudo, o melhoramento simultâneo de rendimento de grãos e de capacidade de expansão pode ser dificultado por uma correlação negativa entre estas características (Melo et al., 1971; Lima et al., 1973; Zinsly; Machado, 1987; Dofing et al., 1991).

Diante da escassez de cultivares de milho-pipoca, particularmente de cultivares híbridas, o melhoramento intrapopulacional é uma opção concreta de desenvolvimento de novas variedades (Scapim et al., 2010), com a possibilidade de estimação de parâmetros genéticos e de componentes de variância das populações em estudos de fundamental importância para maximizar os ganhos genéticos nos Programas de Melhoramento (Pereira; Amaral Júnior, 2001; Scapim et al., 2010;

Hallauer et al., 2010). Andrade et al. (2002) ressaltam a necessidade de avaliação do comportamento de variedades “per se” e em híbridos, com o objetivo de orientar a escolha de materiais com desempenho superior a serem inseridos em um Programa de Melhoramento.

O milho é afetado pelo ataque de diversas pragas, que ocorrem durante praticamente todo o ciclo da cultura. A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é considerada a principal praga do milho, podendo ocasionar danos que podem atingir até 60% de perdas na cultura (Gassen, 1996; Santos et al., 2004; Farinelli; Fornasieri Filho, 2006). Tais prejuízos ocorrem também na cultura de milho-pipoca.

Está disponível na literatura uma considerável quantidade de informações em relação à resistência à lagarta-do-cartucho. Muitos trabalhos têm sido publicados, nos EUA e no México, que identificam materiais com genes para resistência (Silveira et al., 1997). No entanto, em relação à cultura do milho-pipoca, as informações são escassas. Neste contexto, é de suma importância para o melhoramento a condução de trabalhos que permitam a identificação de materiais que tenham características agrônômicas desejáveis e também resistência a pragas, o que permitiria uma redução dos custos de produção.

A análise de cruzamentos dialélicos representa uma das técnicas genético-estatísticas mais apropriadas, pela disponibilização de estimativas de um grande número de informações genéticas, que ajudam o melhorista na tomada de decisão (Andrade et al., 2002; Scapim et al., 2002; Cruz et al., 2012).

Neste trabalho, o objetivo principal foi avaliar a capacidade combinatória, os efeitos varietais e de heterose com relação ao rendimento de grãos, a capacidade de expansão e a resistência do milho-pipoca à lagarta-do-cartucho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Milho-pipoca: classificação botânica e características

O milho-pipoca (*Zea mays* subs. *everta*) e o milho comum (*Zea mays* L.) pertencem à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, ordem *Gramineae* e tribo *Maydeae* (Deitos, 2007; Oliveira, 2010). Além do milho, o gênero *Zea* também inclui parentes silvestres, com destaque para o teosinte, considerado um ancestral do milho. As hipóteses que relacionam milho e teosinte são consistentes devido à produção de indivíduos férteis a partir de hibridação interespecífica entre ambas as espécies (Staller, 2010).

Em geral, as plantas de milho são herbáceas, de ciclo anual, monóicas, díclinas e autotetraploides ($2n=4x=20$). A inclusão do milho no grupo das espécies paleopoliploides foi inicialmente sugerida pela formação de bivalentes em haploides, de modo análogo ao observado em *Glycine max* e *Brassica campestris* (Murray, 2002). Trabalhos de comparação de mapas genéticos registram que o processo de tetraploidização ocorreu aproximadamente há 4,8 milhões de anos (Deitos, 2007; Koo; Jiang, 2008; Oliveira, 2010).

As plantas de milho-pipoca, assim como as de milho comum, possuem sistema radicular com raízes primárias e adventícias. Seu caule é cilíndrico, denominado colmo, possuindo nós compactos e entre nós mais curtos na base do caule. Quando situados abaixo do solo, os nós produzem raízes e, a partir do nível do solo, os nós superiores podem produzir raízes adventícias e perfilhos.

As folhas do milho são lanceoladas, alternadas e possuem limbo e bainha. A inflorescência masculina, denominada pendão, situa-se na terminação do caule, tendo um eixo central, ramificações e espiguetas. A parte feminina (espiga) é composta por folhas modificadas, apresentando flores com longos estilo-estigmas (Goodman; Smith, 1987; Oliveira, 2010). Uma espiga bem desenvolvida pode ter entre 700 e 1000 estilo-estigmas (Magalhães; Durães, 2006; Oliveira, 2010), cada um deles, caso fecundado, com potencial de formar um fruto (grão).

O fruto do milho é seco e indeiscente, produzindo uma única semente, denominada cariopse. O pericarpo tem espessura e coloração variáveis, sendo derivado da parede do ovário. A base do grão que o conecta ao sabugo é uma parte

remanescente de um tecido similar ao pedicelo (Magalhães et al., 2002; Oliveira, 2010).

Os grãos de milho permitem classificá-lo como milho duro (flint), dentado, farináceo, doce, ceroso, pipoca ou QPM (“Quality Protein Maize”). Esses tipos variam no formato dos grãos, no conteúdo de açúcares e lipídeos, no teor, na qualidade e no tipo de proteínas, bem como na forma e concentração dos grãos de amido (Magalhães et al., 2002; Paes, 2006).

O milho-pipoca possui grãos com pericarpo de maior espessura, tendo seu endosperma vítreo e duro, com grãos de menor tamanho e formato arredondado. No entanto, a característica que mais o diferencia dos demais tipos de milho é a capacidade de estourar e expandir o pericarpo quando os grãos são aquecidos em temperaturas elevadas, acima de 180°C (Sawazaki, 2001; Magalhães et al., 2002).

2.2. Melhoramento genético de milho-pipoca

Os Programas de Melhoramento Genético de Milho podem ser conduzidos, visando à obtenção de uma população melhorada, com alta frequência de genes favoráveis, ou à exploração da heterose, que se expressa na forma de vigor híbrido, mediante o cultivo de uma geração F_1 . Ambos os enfoques são complementares, uma vez que o melhoramento populacional aumenta a probabilidade de sucesso na obtenção de linhagens endogâmicas superiores, capazes de gerar híbridos de alto desempenho (Paterniani; Miranda Filho, 1987).

O melhoramento de plantas, geralmente, propõe uma associação entre determinadas características das plantas e os setores diretamente interessados na agroindústria, tais como os produtores rurais, agroindústrias e consumidores. Em geral, buscam-se plantas com alta produção, tolerância ao acamamento e quebramento e resistência a pragas e doenças. Em relação ao milho-pipoca, o melhoramento deve satisfazer tanto ao produtor quanto ao consumidor (Vendruscolo et al., 2001), buscando também uma alta capacidade de expansão.

A capacidade de expansão (CE) é a característica mais importante para o consumidor final, por estar associada à maciez, ao sabor e aroma da pipoca (Brunson; Smith, 1945; Miranda et al., 2003). Ela pode ser definida pela relação do volume de pipoca expandida pelo volume de grãos crus, ou ainda pela relação entre o volume de pipoca pela massa de grãos crus (Miranda et al., 2003).

Considerando a baixa disponibilidade de cultivares de milho-pipoca, os Programas de Melhoramento de Milho-Pipoca devem ser incentivados. O objetivo desses programas é semelhante aos Programas de Melhoramento do Milho Comum, visando, a longo prazo, à exploração do vigor híbrido (SCAPIM et al., 2006). Por outro lado, para o êxito dos referidos programas, é essencial a escolha adequada de germoplasma (Hallauer et al., 2010), sem a qual poucos resultados podem advir da aplicação de distintas metodologias seletivas.

2.3. Análise dialélica

A análise dialélica é uma técnica genético-estatística que tem a finalidade de fornecer estimativas de parâmetros úteis, por meio de um delineamento genético, na seleção de genitores e no conhecimento dos efeitos genéticos envolvidos na herança dos caracteres analisados, fornecendo grande número de informações ao melhorista (Scapim et al., 2002; Cruz et al., 2012). Assim, os esquemas denominados de cruzamentos dialélicos consistem na obtenção de híbridos experimentais entre p genitores (Miranda Filho; Gorgulho, 2001; Marchesan, 2008), sendo possível, por exemplo, a síntese de $p(p-1)/2$ híbridos, resultantes do cruzamento entre p genitores. Tais genitores podem ser linhagens, híbridos, variedades ou clones, sendo possível também a inclusão, na análise, dos genitores *per se*, dos híbridos recíprocos ou de outras gerações, como F_2 's e retrocruzamentos (Cruz et al., 2012).

Várias metodologias de análises dialélicas têm sido recomendadas para as estimativas dos efeitos genéticos associados (Hayman, 1954; Griffing, 1956; Gardner; Eberhart, 1966).

Entre as informações fornecidas pela análise dialélica, podem ser mencionadas duas modalidades de capacidade combinatória, conhecidas como capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) (Griffing, 1956; Cruz et al., 2012). Definidos originalmente por Sprague e Tatum (1942), esses conceitos levaram ao desenvolvimento da análise dialélica, que foi apresentada, primeiramente, em esquema de análise de variância por Yates (1947).

A proposta de análise dialélica de Griffing (1956) supõe dois modelos, os quais diferem no modo de obtenção dos genitores a serem inter cruzados. No

modelo I, considerado fixo, os genitores são escolhidos de maneira deliberada, o que permite estimar os efeitos da capacidade combinatória e obter de forma apropriada os erros padrões para as diferenças entre os efeitos. No modelo II, considerado aleatório, os parentais utilizados são considerados como amostras colhidas ao acaso, sendo possível a estimação dos componentes genéticos e ambientais que constituem a variância fenotípica total.

O modelo I, proposto por Griffing (1956), é dividido em quatro métodos, variando na inclusão ou não dos parentais e F_1 's recíprocos, provenientes dos cruzamentos dialélicos, e variando, conseqüentemente, com respeito à forma de análise. O método I tem a inclusão de todas as p^2 combinações híbridas (F_1 's e recíprocos), juntamente com os parentais; no método II são incluídos os híbridos F_1 's, sem seus respectivos recíprocos, mais os genitores ($[p(p+1)]/2$ combinações). O método III tem a inclusão somente das combinações híbridas F_1 's e respectivos recíprocos ($[p(p+1)]$ combinações); por último, o método IV tem somente a inclusão dos F_1 's, sem seus recíprocos ($[p(p+1)]/2$ combinações).

O modelo II, proposto por Griffing (1956), inclui os dialelos parciais e circulantes, sendo utilizado um número menor de combinações híbridas do que o número de combinações possíveis em um dialelo completo. Tais dialelos são particularmente utilizados quando for muito grande o número de genitores a serem avaliados.

No modelo II, a realização de um dialelo parcial supõe que os parentais integrantes de um grupo de genitores sejam cruzados com os parentais de outro grupo, normalmente sob a premissa de que hajam heteróticos divergentes. Por outro lado, o dialelo circulante é realizado de forma que se obtenha um número fixo de combinações híbridas, representando cada genitor (Cruz et al., 2012).

Os dialelo circulantes, propostos por Kempthorne e Curnow (1961), constituem uma opção menos trabalhosa do que o dialelo completo, mas sua utilização é restrita porque fornece estimativas questionáveis das capacidades combinatórias questionáveis, devido ao número reduzido de cruzamentos representando cada genitor (Veiga et al., 2000; Cruz et al., 2012).

Gardner e Eberhart (1966) propuseram um modelo de análise dialélica a ser aplicado entre populações de polinização aberta, supostamente em equilíbrio de Hardy-Weinberg. O modelo inclui a utilização dos genitores e de seus híbridos

interpopulacionais, fornecendo estimativas do desempenho das populações *per se* e do efeito da heterose entre suas combinações híbridas.

Hayman (1954) propôs outra forma de realizar a análise dialélica. Sua proposta é conhecer a natureza ambiental e genética, por meio de médias, variâncias e covariâncias, obtidas por meio da tabela dialélica, a partir de indivíduos diploides homocigotos, supondo a inexistência de alelismo múltiplo, ausência de epistasia e de ligação gênica, com a ocorrência de segregação gênica, segundo as leis de Mendel.

Sprague e Tatum (1942) definiram anteriormente a CGC como o termo utilizado para designar o desempenho geral de um parental, em combinações híbridas. Os autores definiram a CEC como o termo utilizado nos casos em que determinadas combinações entre dois materiais específicos resultem substancialmente distintas (melhores ou piores) do que as combinações que seriam de se esperar somente com base no desempenho geral das linhagens envolvidas.

Geneticamente, os efeitos da capacidade geral de combinação estão associados a informações sobre a concentração de genes de efeitos aditivos, sendo de grande valia na utilização de materiais para o melhoramento intrapopulacional. Por outro lado, a capacidade específica de combinação está relacionada a efeitos não aditivos (epistáticos e de dominância), estando associada à presença de heterose nas combinações híbridas (Cruz e Vencovsky, 1989; Cruz et al., 2012).

2.4. Correlação entre caracteres

O estudo da relação entre caracteres é importante porque os efeitos da seleção, durante o melhoramento de plantas, não ficam restritos a determinados caracteres, isoladamente, mas em conjunto e de maneira simultânea. Dessa forma, é de suma importância conhecer a forma como o melhoramento de uma característica pode afetar outros atributos na descendência das plantas selecionadas. Assim, o estudo das correlações entre caracteres é de grande interesse e importância para o melhorista, pois a seleção para um caráter pode influenciar positiva ou negativamente a seleção de um ou mais caracteres (Coimbra et al., 2001; Daros et al., 2004; Rangel et al., 2011).

As correlações observadas podem ser causadas por efeitos genéticos e ambientais. As correlações genéticas são as mais importantes, pois, sendo

herdáveis, representam as correlações de real interesse para o melhoramento, na medida em que determinam o grau de associação entre os caracteres e indicam a possibilidade de ganhos por seleção indireta (Hallauer et al., 2010).

As correlações genéticas são decorrentes de efeitos pleiotrópicos ou de desequilíbrio de ligação (Vencovsky; Barriga, 1992; Coimbra et al., 2001). No caso do desequilíbrio de ligação, as correlações são passageiras, manifestando-se apenas nas primeiras gerações após o inter cruzamento de genitores divergentes (Vencovsky; Barriga, 1992).

Durante o processo de quantificação das correlações, os coeficientes detectados podem assumir valores positivos ou negativos. Se forem negativos, isto indicaria que, sob seleção truncada, os ganhos por seleção em um caráter poderiam provocar determinadas perdas em relação a uma outra característica (Miranda et al., 2003; Daros et al., 2004).

Em milho-pipoca, a capacidade de expansão pode estar negativamente correlacionada ao rendimento de grãos e a outras características, dificultando o melhoramento simultâneo dos atributos de interesse (Vendruscolo et al., 2001; Daros et al., 2004; Rangel et al., 2011). Exemplificando, Coimbra et al. (2001) estimaram as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre sete caracteres de milho-pipoca, e observaram que a capacidade de expansão apresentou correlações negativas com os outros seis caracteres. No entanto, trabalhando com famílias S_4 provenientes da população Beija-Flor, Arnhold et al. (2006) encontraram uma correlação simples positiva ($r = 0,42$) entre a capacidade de expansão e o rendimento de grãos, concluindo que, naquele germoplasma, seria relativamente simples a realização de um trabalho que levasse ao melhoramento das duas características, simultaneamente. Nesse mesmo trabalho, Arnhold et al. (2006) não verificaram uma correlação entre a capacidade de expansão e a porcentagem de espigas atacadas por pragas ($r = 0,01$), mas encontraram uma correlação negativa, relativamente fraca ($r = -0,23$) entre a capacidade de expansão e a porcentagem de espigas atacadas por doenças. Tal correlação foi ser explicada pelo fato de as doenças consumirem parte das reservas nas plantas atacadas. Tal redução tenderia a danificar o pericarpo dos grãos, reduzindo a resistência dos mesmos e, assim, afetando a expansão.

O milho-pipoca apresenta uma alta correlação entre altura de plantas e altura de espigas (Coimbra et al., 2001), bem como uma alta correlação entre

prolificidade e produtividade (Galvão et al., 2000), indicando que a seleção truncada em um dos caracteres tende a afetar o ganho por seleção no outro.

Arnhold et al. (2006) encontraram uma correlação positiva consideravelmente alta ($r = 0,70$) entre as porcentagens de plantas atacadas por pragas e a incidência de doenças, indicando que plantas com espigas mais atacadas por pragas se tornam mais suscetíveis aos patógenos que atacam as espigas. No entanto, os autores não encontraram um efeito direto entre o peso de 100 sementes e a produção de grãos.

Avaliando os efeitos diretos e indiretos de algumas variáveis, Arnhold et al. (2006) relataram uma associação entre produção de grãos e capacidade de expansão (0,5063), reforçando que uma característica que pode afetar diretamente o comportamento da outra.

Carpentiere-Pipolo et al. (2002) detectaram correlações positivas para capacidade de expansão e número de grãos por volume e tamanho da pipoca. Os autores relataram também que, em geral, a maioria das características de interesse agrônomo (produção de grãos, peso de cem grãos, altura da planta e da espiga e tamanho de grãos) apresentou correlação negativa em relação à capacidade de expansão. Relataram ainda algumas correlações genéticas positivas entre o comprimento de espigas e caracteres, como capacidade de expansão ($r = 0,600$), tamanho de pipoca ($r = 0,126$), massa total de espigas por planta ($r = 0,638$) e massa de grãos por planta ($r = 0,590$), ressaltando, porém, que nenhuma delas foi estatisticamente significativa. Destacaram que a única característica que apresentou correlação genotípica significativa com o comprimento de espigas foi o número de grãos por volume ($r = 0,758$).

2.5. Fatores que afetam a capacidade de expansão

A capacidade de expansão é considerada um caráter poligênico, com ação aditiva, atingindo estimativas de herdabilidade entre 70% a 90% (Miranda et al., 2003). Apesar da herdabilidade relativamente alta, a capacidade de expansão pode ser afetada tanto por fatores genéticos como extragenético (Deitos, 2007). Os fatores ambientais podem distorcer a avaliação dos méritos genéticos em capacidade de expansão, devido à subestimação de genótipos superiores ou superestimação de materiais inferiores, dentro de populações segregantes (Luz et

al., 2005). Fatores ambientais, como teor de umidade dos grãos, propriedades físicas dos grãos, metodologia dos testes de pipocamento, temperatura de pipocamento, forma de colheita dos grãos e diferentes manejos de lavoura podem afetar o volume de expansão dos grãos (Gokmen, 2004).

A colheita mecânica e a secagem dos grãos sob temperatura elevada, acima de 50°C, afetam a capacidade de expansão de maneira negativa (Ruffato et al. 2000). Trabalhando com os genótipos Zélia e CMS 43, Ruffato et al. (2000) encontraram maiores capacidades de expansão sob colheita manual e secagem dos grãos a 40°C. Também em relação à capacidade de expansão, verificaram ainda, que os efeitos da colheita mecânica sobre a expansão da pipoca foram similares ao efeito da colheita manual, quando a colheita mecânica foi realizada com umidade reduzida de grãos (cerca de 15%), velocidade do cilindro de aproximadamente 600 rpm e secagem dos grãos a 40°C. Ruffato et al. (2000) indicaram ainda que a máxima capacidade de expansão foi alcançada quando a colheita do milho-pipoca foi realizada com teor de umidade de 15%, sendo a qualidade dos grãos significativamente afetada pelo aumento da temperatura de secagem.

Apesar de todos os fatores mencionados acima terem influenciado a capacidade de expansão, a umidade dos grãos no momento do pipocamento parece ser o fator mais importante em relação à expansão. Isso, porém, não significa que a máxima expansão possa ser atingida quando um determinado nível de umidade de ampla aplicação seja previamente escolhido, pois a umidade que condiciona a melhor capacidade de expansão varia com a população e com o método utilizado. Alguns autores relatam que, quanto maior a umidade dos grãos, menor será o volume expandido de pipoca. Umidades de grão entre 10 e 15% apresentam os maiores volumes de expansão (Hoseney et al., 1983; Gokmen, 2004; Luzet al., 2005).

Maga e Blach (1992) obtiveram pipocas com maior volume de expansão quando o pipocamento foi realizado a partir de grãos contendo entre 12,5 e 13,5 % de umidade. Em relação à temperatura de armazenamento, os melhores resultados foram detectados na faixa entre -20°C à 0°C, quando, além de maior expansão, houve baixas percentagens de grãos não estourados.

Trabalhando com várias metodologias, Hoseney et al. (1983) encontraram maiores valores de expansão em grãos com umidades na faixa de 13 a 17%.

Observaram também que valores de umidade situados fora dessa amplitude reduziram consideravelmente a expansão.

Avaliando a influência da umidade e do tamanho dos grãos na capacidade de expansão, na cultivar de milho-pipoca South American Mushroom, Sawazaki et al. (1986) concluíram que os melhores resultados foram obtidos com grãos menores e com umidades entre 10,5 a 11,5%.

Nascimento e Boiteux (1994) avaliaram a população de milho-pipoca “CNPB-001” em cinco diferentes teores de umidade (6,7; 8,6; 10,2; 13,9; e 18,2%). Os autores concluíram que a umidade dos grãos influenciou a capacidade de expansão e o número de grãos pipocados, sendo os melhores resultados obtidos com 10,2% de umidade de grãos.

Luz et al. (2005) avaliaram três diferentes materiais e concluíram que, para o empacotamento e a comercialização do milho-pipoca, uma umidade de grãos próxima aos 13% seria ideal para uma maior capacidade de expansão. Segundo Nascimento e Boiteux (1994), tais aspectos permitem inferir que, devido à forte influência da umidade na capacidade de expansão, é essencial que o grau de umidade seja padronizado nos programas voltados ao melhoramento de milho-pipoca.

Avaliando a capacidade de expansão em relação à massa de 100 grãos, Willier e Brunson (1927) obtiveram um decréscimo de 24,2 para 26,0 na capacidade de expansão de grupos com massa 11,6g e 15,5g, respectivamente. Os resultados indicaram que o tamanho de grãos e, conseqüentemente, a massa de grãos, tem influência sobre a capacidade de expansão de milho-pipoca.

O milho-pipoca atinge seu máximo de expansão quando submetido a temperaturas acima de 177°C. Conforme a temperatura decresce abaixo deste valor, ocorre uma redução drástica no volume de expansão e no número de grãos estourados (Hoseney et al., 1983). Hoseney et al. (1983) observam que a pressão de vapor de água interna do grão, a 180°C, chega a 135 psi (932 kPa). A pressão necessária para o rompimento do pericarpo é de 120,3 psi (ou 830 kPa), o que equivalente a uma pressão de aproximadamente 8 atm.

O pericarpo representa outro fator que influencia a capacidade de expansão. Hoseney et al. (1983) relatam que a resistência do pericarpo retém a pressão interna do grão, que aumenta com a temperatura. O pericarpo do milho-pipoca é cerca de quatro vezes mais resistente que o do milho comum (Vilarinho, 2001). Quando o

pericarpo se rompe, a pressão gerada faz com que o grão se expanda. Em consequência disso, qualquer dano que ocorra no pericarpo impede que a pressão seja retida, reduzindo, desta forma, a expansão dos grãos estourados.

O pericarpo funciona como uma parede rígida, que entra em rompimento quando a pressão interna se eleva devido ao aumento da temperatura. No milho-pipoca, a condução de calor para o endosperma é três vezes maior do que a transmissão de calor em milho comum. Cumpre ainda salientar que a distribuição de calor no milho-pipoca é feita proporcionalmente, enquanto, no milho comum, é feita de forma indeterminada.

Hoseney et al. (1983) trabalharam com cortes no pericarpo, simulando possíveis danos. Os autores chegaram à conclusão de que a magnitude do dano realizado é diretamente proporcional à redução na capacidade de expansão do grão. Como a espessura do pericarpo é positivamente correlacionada à capacidade de expansão (Fantin et al., 1991), pode ser inferido que, quanto maior a espessura do grão, maior será a sua expansão.

Segundo Song e Eckhoff (1994), o tamanho dos grãos afeta a capacidade de expansão. Variações na umidade, superiores a 1%, afetam significativamente a expansão. Os autores consideraram que a melhor umidade para o pipocamento seria de aproximadamente 13%.

2.6. Importância e biologia da lagarta-do-cartucho para a cultura do milho

A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é uma das pragas que atacam a cultura do milho de forma preocupante. No Brasil, esta praga é considerada a de maior destaque em milho, pois possui ampla distribuição geográfica e grande ocorrência em todas as épocas do ano (Pogue et al., 2002; Farinelli; Fornasieri Filho, 2006; Waquil et al., 2008; Mendes et al., 2011).

Espécie polífaga, a lagarta-do-cartucho pode alimentar-se de mais de 80 espécies de plantas. Seu alimento engloba várias culturas de interesse econômico, como algodão (*Gossypium* spp.), arroz (*Oryza* spp.), trigo (*Triticum aestivum*), soja (*Glycine max*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) (Pogue et al., 2002; Barros et al., 2010; Rosa et al., 2012). Além dessas culturas, a lagarta causa também injúrias em alfafa (*Medicago sativa*), cevada (*Hordeum vulgare*), grama bermuda (*Cynodon dactylon*), aveia (*Avena* spp.), milheto (*Pennisetum glaucum*), amendoim (*Arachis hypogaea*),

azevém (*Lolium multiflorum*), beterraba sacarina (*Beta vulgaris*), cana de açúcar (*Saccharum* spp.) e tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Capinera, 2001).

A praga pode também ser localizada em hospedeiros alternativos, como capim-colchão (*Digitaria* spp.), capim massambará (*Sorghum halepense*), corda-de-viola (*Ipomea* spp.), tiririca (*Cyperus* spp.), caruru (*Amaranthus* spp.) e capim-carrapicho (*Cenchrus* sp.) (Capinera, 2001). Essas plantas daninhas servem como meio de sobrevivência na entressafra, mantendo a praga presente na área e podendo apresentar ocorrência elevada desde os primeiros estádios da cultura do milho.

Na cultura do milho, a presença da lagarta-do-cartucho pode ocasionar reduções de rendimento de 15% a aproximadamente 60%, conforme o genótipo, estágio de desenvolvimento e época de cultivo. Um dos principais fatores para esses números elevados está ligado à dificuldade de controle dessa praga (Gassen, 1996; Santos et al., 2004; Farinelli; Fornasieri Filho, 2006; Cruz, 2008; Ota et al., 2011).

A lagarta-do-cartucho, na cultura do milho, incide mais frequentemente na fase vegetativa, provocando injurias foliares. No entanto, podem também ocorrer ataques aos pendões e espigas na fase reprodutiva (Ota et al., 2011). Os danos desta praga variam conforme o estágio de desenvolvimento larval, causando inúmeras pontuações transparentes, pois se alimentam apenas raspando a superfície foliar, não se alimentando da parte membranosa da folha, no primeiro instar. A seguir, as lagartas ocasionam perfurações no tecido foliar, a partir do segundo instar, alojando-se no cartucho da planta de milho, onde permanecem se alimentando até o término da fase larval (Cruz, 2008).

A fase larval dura cerca de 20 dias, período em que consome grande quantidade de área foliar, geralmente tecidos mais jovens, as lagartas podem ainda atacar o colmo, fazendo perfurações e formando galerias. Caso a lagarta alcance o ponto de crescimento, ocasiona o sintoma conhecido como “coração morto”, podendo ainda seccionar o colmo em sua base, parcial ou totalmente, que constitui outra forma de provocar a morte da planta (Cruz, 2008).

A lagarta-do-cartucho pode também atacar o ponto de inserção da espiga, com perda total de produção da planta, ou ainda atacar os grãos em formação na espiga. Neste caso, também ocasiona danos indiretos causados por doenças, na medida em que facilitam a penetração dos fungos que, desta forma, aproveitam as aberturas criadas durante a alimentação da lagarta, de modo semelhante ao

ocasionado pela lagarta da espiga do milho (*Helicoverpa zea*) (Pereira et al., 2000; Cruz, 2008).

O controle da lagarta-do-cartucho tem se tornado um problema, devido ao aumento no número de aplicações de inseticidas, elevando os custos de produção e os danos ao meio ambiente, associado ao aumento da população de insetos resistentes. A manejo integrado de pragas visa a redução do uso de produtos fitossanitários de amplo espectro (não-seletivo), com a utilização de inimigos naturais nos agrossistemas e da utilização de inseticidas fisiológicos seletivos (Figueiredo et al., 2006), além do uso de cultivares resistentes a praga.

2.7. Resistência do milho à lagarta-do-cartucho

A identificação e esclarecimento das fontes de resistência do milho à lagarta-do-cartucho tem sua importância relacionada ao desenvolvimento de programas de controle desta praga (Yang et al., 1991).

Ortega et al. (1980) enfatizaram que o reconhecimento destes mecanismos de resistência pode facilitar e melhorar, em Programas de Melhoramento, a eficiência da seleção de genótipos que apresentem estas características. Painter, em 1951, classificou a resistência de plantas a insetos em três mecanismos: não preferência, antibiose e tolerância. Não-preferência, como o nome faz menção, é quando a planta não é preferida tanto para o inseto se alimentar, quanto ovipositar e se estabelecer, possuindo substâncias repelentes às pragas. A antibiose causa efeitos biológicos desfavoráveis, tais como mortalidade de larvas, prolongamento do tempo de desenvolvimento do inseto, peso final reduzido, redução na taxa de reprodução, entre outros. Por fim, o mecanismo da tolerância se refere à tolerância da planta ao ataque da praga, sem que haja prejuízos em sua produtividade, o que ocorre em plantas suscetíveis (Guthrie, 1989; Wiseman, 1997).

Esses três mecanismos, a não preferência, a antibiose e a tolerância, apresentam-se, em delineamento experimental, serem independentes, embora um ou mais destes mecanismos possam ocorrer em simultâneo, em uma mesma cultivar, geralmente não-preferência e antibiose (Wiseman, 1997).

Na literatura existem muitos relatos sobre trabalhos realizados com *Spodoptera frugiperda* em milho. Entre esses, há vários trabalhos relacionados ao estudo da resistência genética de milho à praga, nos quais várias fontes de

resistência foram encontradas, registradas e disponibilizadas. Em relação aos mecanismos de resistência, os mais evidentes nos estudos são o de antibiose e não preferência (Wiseman; Widstrom, 1986; Wiseman et al., 1996; Viana; Potenza, 2000).

Yang et al. (1991), em estudo da influência dos lipídeos cuticulares no desenvolvimento da larva de *S. frugiperda*, identificaram que certos genótipos apresentaram não-preferência das larvas por apresentarem certos teores de lipídeos cuticulares em suas folhas. Além disso, certos genótipos, quando fornecidos sem a superfície cuticular da folha, exibiam maior aumento no desenvolvimento das lagartas em relação ao mesmo genótipo fornecido com a presença da cutícula foliar. Isso indica que os lipídeos da cutícula desempenham um papel de resistência ao ataque da praga.

Um melhor entendimento da base genética para os mecanismos de resistência ajudará ao melhorista na seleção e desenvolvimento de híbridos resistentes para esta ou outras pragas (Byrne et al., 1997).

Wiseman e Widstrom (1986), em estudos dos mecanismos de resistência de da variedade “Zapalote Chico” à lagarta-do-cartucho, concluíram que o estilo-estigma deste genótipo apresentava dois mecanismos de resistência: não-preferência e antibiose. Wiseman et al. (1986) também encontraram presença destes dois mecanismos de resistência para as populações GT-FAWCC(C5) e MpSWCB-4, nos estádios de 8-12 folhas.

Viana e Potenza (2000) encontraram o mecanismo de antibiose no genótipo CMS 14C. Em relação ao genótipo “Zapalote Chico”, foram encontradas evidências do mecanismo de não-preferência alimentar. Estes dois genótipos apresentaram não-preferência também para oviposição.

O principal objetivo de Programas de Melhoramento visando à resistência a pragas em plantas cultivadas é o desenvolvimento de genótipos resistentes a pragas, mantendo ou melhorando a produtividade, qualidade e características agronômicas (Pathak et al., 1991).

Um grande exemplo de sucesso do melhoramento de pragas é a IR 36, do *International Rice Research Institute* (IRRI), localizado nas Filipinas. Na década de 1980, foi a cultivar mais utilizada de todas as culturas no mundo. Sua larga utilização é devida à resistência genética a uma dúzia de pragas e doenças, o que diminuiu a dependência do uso de inseticidas e fungicidas (Pathak et al., 1991).

O primeiro passo em um Programa de Melhoramento visando à resistência a pragas é a identificação de fontes de resistência. O desenvolvimento de técnicas eficientes na identificação destas fontes é essencial. Para eficiência e desenvolvimento de fontes de resistência duradouras é de suma importância considerar e estudar os diferentes aspectos da planta hospedeira (Pathak et al., 1991).

O inseto possui um sistema genético que tem a capacidade de determinar sua habilidade de parasitar o hospedeiro. Dessa forma, existem genes que conferem virulência e avirulência. Conforme o tipo de interação inseto-hospedeiro, as estratégias de melhoramento são traçadas (Pathak et al., 1991).

Widstrom et al. (1972) estudaram os parâmetros genéticos de oito linhagens endogâmicas de milho e seus híbridos F_1 's, em relação à resistência à lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), concluindo que a capacidade geral de combinação tem maior efeito na resistência à praga do que os efeitos de capacidade específica. Os efeitos aditivos tem maior importância e os efeitos de dominância são menos expressivos, mas a heterose contribui de forma substancial nas suas progênies F_1 's.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizadas, para a realização deste trabalho, doze variedades de polinização aberta, provenientes do Programa de Melhoramento de Milhos Especiais, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), as quais são apresentadas e enumeradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Lista das variedades utilizadas e sua codificação como genitores

Numeração	Genótipo	Tipo de grão	Procedência
1	ARZM 13050	Pipoca	UEM
2	URUG 298-Roxo	Pipoca	UEM
3	SAM 09/09	Pipoca	UEM
4	PARA 172	Pipoca	UEM
5	ARZM 07049	Pipoca	UEM
6	UNB 2U C5	Pipoca	UEM
7	SE 013	Pipoca	UEM
8	VIÇOSA	Pipoca	UEM
9	BOZM 260	Pipoca	UEM
10	PR 023	Pipoca	UEM
11	PA 091	Pipoca	UEM
12	BOYA 462	Pipoca	UEM

A partir dos doze genótipos, foram obtidos 66 híbridos experimentais intervarietais (F_1 's) no ano agrícola 2014/2015. Durante a avaliação dos materiais, foram utilizadas os genótipos BRS 1030 (híbrido simples) e Zapalote Chico (variedade de polinização aberta), como genótipos de referência em relação à resposta diante da lagarta-do-cartucho e IAC-125 (híbrido topcross), como testemunha para milho-pipoca. Considerando as 12 variedades, os 66 híbridos intervarietais e as 3 testemunhas, totalizou-se 81 tratamentos.

3.2. Métodos

O trabalho foi dividido em duas etapas distintas: 1) obtenção dos híbridos e multiplicação de sementes dos genitores; 2) instalação e avaliação dos híbridos intervarietais experimentais e seus genitores em experimentos (Quadro 2).

3.2.1. Obtenção dos híbridos intervarietais e multiplicação de sementes dos genitores avaliados

Quadro 2 - Numeração e respectivas genealogias dos híbridos intervarietais avaliados em Maringá-PR e Araruna-PR

Nº do híbrido	Genealogia	Nº do híbrido	Genealogia
1	ARMZ 13050 x URUG 298-Roxo	34	PARA 172 x VIÇOSA
2	ARMZ 13050 x SAM 09/09	35	PARA 172 x BOZM 260
3	ARMZ 13050 x PARA 172	36	PARA 172 x PR 023
4	ARMZ 13050 x ARMZ 07049	37	PARA 172 x PA 091
5	ARMZ 13050 x UNB 2U C5	38	PARA 172 x BOYA 462
6	ARMZ 13050 x SE 013	39	ARMZ 07049 x UNB 2U C5
7	ARMZ 13050 x VIÇOSA	40	ARMZ 07049 x SE 013
8	ARMZ 13050 x BOZM 260	41	ARMZ 07049 x VIÇOSA
9	ARMZ 13050 x PR 023	42	ARMZ 07049 x BOZM 260
10	ARMZ 13050 x PA 091	43	ARMZ 07049 x PR 023
11	ARMZ 13050 x BOYA 462	44	ARMZ 07049 x PA 091
12	URUG 298-Roxo x SAM 09/09	45	ARMZ 07049 x BOYA 462
13	URUG 298-Roxo x PARA 172	46	UNB 2U C5 x SE 013
14	URUG 298-Roxo x ARMZ 07049	47	UNB 2U C5 x VIÇOSA
15	URUG 298-Roxo x UNB 2U C5	48	UNB 2U C5 x BOZM 260
16	URUG 298-Roxo x SE 013	49	UNB 2U C5 x PR 023
17	URUG 298-Roxo x VIÇOSA	50	UNB 2U C5 x PA 091
18	URUG 298-Roxo x BOZM 260	51	UNB 2U C5 x BOYA 462
19	URUG 298-Roxo x PR 023	52	SE 013 x VIÇOSA
20	URUG 298-Roxo x PA 091	53	SE 013 x BOZM 260
21	URUG 298-Roxo x BOYA 462	54	SE 013 x PR 023
22	SAM 09/09 x PARA 172	55	SE 013 x PA 091
23	SAM 09/09 x ARMZ 07049	56	SE 013 x BOYA 462
24	SAM 09/09 x UNB 2U C5	57	VIÇOSA x BOZM 260
25	SAM 09/09 x SE 013	58	VIÇOSA x PR 023
26	SAM 09/09 x VIÇOSA	59	VIÇOSA x PA 091
27	SAM 09/09 x BOZM 260	60	VIÇOSA x BOYA 462
28	SAM 09/09 x PR 023	61	BOZM 260 x PR 023
29	SAM 09/09 x PA 091	62	BOZM 260 x PA 091
30	SAM 09/09 x BOYA 462	63	BOZM 260 x BOYA 462
31	PARA 172 x ARMZ 07049	64	PR 023 x PA 091
32	PARA 172 x UNB 2U C5	65	PR 023 x BOYA 462
33	PARA 172 x SE 013	66	PA 091 x BOYA 462

A primeira etapa foi realizada no ano agrícola 2014/2014, quando foram obtidos os 66 híbridos intervarietais, por cruzamentos entre as doze variedades utilizadas e a multiplicação simultânea das variedades genitoras.

Para a obtenção dos híbridos intervarietais, instalou-se no campo um esquema de dialelo completo, envolvendo as 12 variedades utilizadas como genitores. Por meio de polinização manual, com mistura de pólen dentro de cada variedade, as mesmas foram cruzadas entre si, de modo que cada variedade dispunha de uma linha específica para receber pólen de cada uma das outras 11 variedades. Cada combinação foi pareada em linhas espaçadas em 0,9 m, com 20m de comprimento. Destes, os 10 m finais foram semeados, cerca de 7 dias depois, para garantir a coincidência de florescimento entre os genitores.

As 12 variedades parentais foram multiplicadas ao lado do campo de obtenção de híbridos, com a utilização de mistura de pólen dentro de cada variedade, por meio de polinizações manuais.

Para todas as misturas de pólen, foi utilizado o maior número possível de plantas, dentro de cada variedade, para que fosse mantida a frequência dos alelos da população.

3.2.2. Área experimental

Após a realização dos cruzamentos e a multiplicação das sementes dos parentais, foram instalados dois experimentos de campo, no ano agrícola 2015/2015, um deles no município de Maringá-PR, na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI – UEM), e o outro no município de Araruna-PR, no Sítio Santa Ana.

A FEI está localizada em uma latitude de 23° 25' S e longitude 51° 57' O, a 550 metros de altitude. O local apresenta precipitação média anual de 1500 mm, com uma temperatura média anual de 19°C. O solo é classificado com Latossolo Vermelho distrófico.

O Sítio Santa Ana está localizado em uma latitude de 23° 52' S e longitude de 52° 32' O, a 510 metros de altitude. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico.

A semeadura em Maringá-PR foi realizada em 20 de janeiro de 2015, sendo a colheita realizada em 06 de maio de 2015. Em Araruna-PR, a semeadura foi

realizada em 26 de fevereiro de 2015, sendo a colheita realizada em 18 de julho de 2015

A adubação foi feita de acordo com as necessidades da cultura indicadas pela análise de solo. Em Maringá-PR, a adubação de base foi realizada com 300 kg.ha⁻¹ do formulado NPK 8-20-20, sendo ainda aplicados 90 kg.ha⁻¹ de N, em cobertura, aos 20 dias após a emergência de plantas. Em Araruna-PR, a adubação de base foi realizada com 300 kg.ha⁻¹ do formulado NPK 4-14-8 e a adubação nitrogenada de cobertura, com 90 kg.ha⁻¹ de N e ainda uma adubação potássica de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O.

O controle de plantas daninhas foi realizado com os herbicidas atrazina e tembotriona, conforme as recomendações agronômicas contidas em bula.

O controle de pragas foi realizado com inseticidas à base de metomil+lufenuron, conforme recomendações agronômicas, em bula, após as avaliações descritas no item 3.2.3 do presente trabalho.

3.2.3. Características avaliadas

Foram avaliadas nos experimentos as seguintes características:

- a) altura média da planta (AP): tomada do nível do solo à inserção da folha bandeira, em seis plantas competitivas por parcela, após o pendoamento (em cm).
- b) altura de inserção de espiga (AE): medida do nível do solo até a inserção da espiga superior no colmo, nas mesmas seis plantas por parcela (em cm).
- c) florescimento masculino (Fmas): número de dias, a partir do dia de emergência, em que pelo menos 50% das plantas emitiram o pendão (flor masculina).
- d) florescimento feminino (Ffem): número de dias, a partir do dia de emergência, em que pelo menos 50% das plantas emitiram o estilo-estigma (flor feminina).
- e) estande final (EF): contagem do número total de plantas na parcela por ocasião da colheita.
- f) diâmetro da espiga (DE): medida do diâmetro da espiga despalhada, feita com um paquímetro, sendo realizadas cinco medições por parcela (em mm).
- g) número de grãos por fileira (NGF): contagem do número de grãos por fileira de cinco espigas por parcela.

- h) Número de fileiras por espigas (NF): contagem do número de fileira de cinco espigas por parcela.
- i) comprimento de espigas (CESP): medida da parte basal até a ponta da espiga, feita com régua, em cinco espigas por parcelas (em cm).
- j) Umidade dos grãos (UG): obtida em uma amostra de grãos de cada parcela (em porcentagem).
- k) Rendimento de grãos (RG): obtido pela pesagem dos grãos debulhados na parcela e transformados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, corrigido para umidade padrão de 13%, para uniformizar o rendimento de grãos, conforme a equação:

$$\text{RG}_{13\%} = \text{RG}_{\text{NC}}[(100 - U_D)/(100-13)].$$

em que:

$\text{RG}_{13(\%)}$: rendimento de grãos corrigido para 13% de umidade.

RG_{NC} : rendimento de grãos avaliado no campo e não corrigido.

U_D : umidade determinada por aparelho medidor, no momento da pesagem dos grãos. a parte basal até a ponta da espiga.

- l) Capacidade de expansão (CE): obtida como a razão entre o volume da pipoca expandida e a massa dos grãos crus. Para cada parcela, foi estourada uma amostra de 30 g de grãos, em pipoqueira elétrica, com controle automático de temperatura, regulada para 280 °C, desenvolvida pela Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDIA). O volume da pipoca expandida foi medido em proveta graduada de 2.000 mL. Os grãos submetidos ao estouro foram retirados da parte centro-basal das espigas. A capacidade de expansão foi estimada pela razão entre o volume de pipoca expandida e a massa de grãos estourados, expressa em $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$. Antes de avaliar a capacidade de expansão, foram coletadas amostras de grãos, a partir de espigas aleatórias, que serviram para expansão e monitoramento de umidade. O procedimento para medir a capacidade de expansão foi realizado quando foram constatadas, nas amostras, níveis de umidade entre 12,5 e 13,5% (Luz et al., 2005; Maga; Blach, 1992).
- l) Resistência à lagarta-do-cartucho (RLC): foi avaliada a partir dos dados dos dois experimentos destinados à avaliação da resistência dos genótipos à lagarta-do-cartucho, por meio da infestação natural. As avaliações foram efetuadas aos 7, 14, 21, 28 dias após a emergência das plantas, sendo

observadas as 15 plantas centrais de cada parcela. As avaliações da resistência genética à lagarta-do-cartucho foi quantificada por avaliações de notas, segundo uma escala visual de danos, adaptada de Davis et al. (1992), que se encontra detalhada no Quadro 3.

Quadro 3 - Escala de notas de danos foliares de *Spodoptera frugiperda* adaptada por Davis et al. (1992)

Nota	Descrição
0	Planta sem dano
1	Planta com pontuações (mais que uma por planta)
2	Planta com pontuações; 1 a 3 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm)
3	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (até 1,5 cm)
4	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (maiores que 1,5 cm e menores que 3,0 cm)
5	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3,0 cm) em 1 a 2 folhas; mais 1 a 5 furos ou lesões alongadas até 1,5 cm
6	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maiores que 3,0 cm) em 2 ou mais folhas; mais 1 a 3 furos grandes (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
7	Planta com 3 a 5 lesões alongadas grandes (maiores que 3,5 cm) em 2 ou mais folhas; mais 3 a 5 furos grandes (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
8	Planta com muitas lesões alongadas (mais que 5 de todos os tamanhos na maioria das folhas. Muitos furos médios a grandes (mais que 5) maiores que 3,0 cm em muitas folhas
9	Planta com muitas folhas, na quase totalidade, destruídas

3.2.4. Correção dos dados

Após a coleta dos dados, a correção dos valores de rendimento de grãos foi realizada a partir do estande das parcelas, utilizando a metodologia da análise de covariância, conforme Vencovsky e Cruz (1991):

$$z_{ij} = y_{ij} - b(x_{ij} - 70)$$

em que:

z_{ij} = rendimento da parcela ij corrigido.

y_{ij} = rendimento obtido da parcela ij.

x_{ij} = número de plantas da parcela ij .

b = coeficiente de regressão residual de y_{ij} , m função de x_{ij} .

O coeficiente b foi obtido pela expressão:

$$b = \frac{\text{Cov.Res.}(RG, EF)}{\text{Var.Res.}(EF)}$$

em que:

Cov.Res. = covariância residual obtida após análise individual em látice com recuperação da informação interblocos, entre as características RG e EF.

Var.Res. = variância residual, obtida após análise individual em látice com recuperação da informação interblocos, da característica EF.

3.2.5. Análises de variância individuais

O experimento foi conduzido em delineamento de látice quadrado 9x9 triplo, parcialmente balanceado, com três repetições (Cockhan; Cox, 1957).

Antes de ser realizada a análise de variância para cada característica, foram verificados os pressupostos básicos para normalidade dos erros e homogeneidade de suas variâncias.

Os dados coletados de cada característica, em cada local individual, foram analisados conforme o modelo matemático-estatístico geral para látice, com recuperação da informação interblocos, para a obtenção da variância do erro efetivo e das médias ajustadas, proposto por Cockhan e Cox (1957). Neste modelo, foi definido como fixo os efeitos de tratamentos e como aleatórios os demais efeitos, pois eram de interesse somente as conclusões a respeito dos níveis do fator “tratamento”, presente nos experimentos. Desta forma, cada característica foi analisada segundo a expressão:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + b/r_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observação da característica no i -ésimo tratamento, no k -ésimo bloco, dentro da j -ésima repetição.

μ - constante associada a todas as observações ou média geral.

t_i = efeito fixo do tratamento i , sendo $i=1, 2, \dots, t$ ($t = 81$).

r_i - efeito aleatório da repetição j , sendo $j = 1, 2, \dots, r$ ($r = 3$).

$b/r_{k(j)}$ - efeito aleatório do bloco k , dentro da repetição j , sendo $k = 1, 2, \dots, b$ ($b = 27$).

ε_{ijk} - erro experimental $\varepsilon_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Tomando as médias de tratamentos ajustadas, por meio da análise intrablocos com recuperação da informação interblocos, calculou-se uma nova soma de quadrados para tratamentos, de acordo com Silva et al. (1999), pela expressão:

$$\text{SQTrat (aj)}^* = r \left[\sum_{i=1}^t \hat{m}_i^2 - \left(\sum_{i=1}^t \hat{m}_i \right)^2 / t \right]$$

em que:

SQTrat (aj.) = soma de quadrado de tratamentos ajustada.

r = número de repetições.

\hat{m}_i = média ajustada do tratamento i , obtida através da análise intrablocos com recuperação da informação interblocos.

t = número de tratamentos.

Como quadrado médio do erro (QME), foi utilizada a variância do erro efetivo, da mesma análise de variância, proposta por Cochran e Cox (1957), pela expressão:

$$V'_r = \text{QME} = \left\{ 1 + \left[\frac{r}{(r-1)(k+1)} \cdot \frac{(V_b - V_r)}{V_b} \right] \right\} \cdot V_r$$

em que:

V'_r = quadrado médio do erro efetivo.

r = número de repetições.

k = número de tratamentos em cada.

V_r = quadrado médio do resíduo intrablocos.

V_b = quadrado médio de blocos dentro de repetições ajustado.

O número total de tratamentos (81) foi composto por dois subgrupos: 3 testemunhas e 78 genótipos do dialelo. Este último subgrupo foi constituído por 12 genitores e 66 combinações híbridas F_1 's.

A decomposição da soma de quadrados dos tratamentos foi efetuada conforme indicado nas fontes de variação (FV) (Quadro 4), utilizando a mesma equação indicada para o cálculo das somas de quadrado de tratamentos ajustada, porém, em cada fonte de variação, o número de tratamentos de cada grupo.

As fontes de variação Pais vs F₁'s e Entre Grupos foram obtidas conforme as expressões:

$$SQ \text{ Pais vs F1's} = \frac{T_{\text{Pais}}^2}{n_{\text{Pais}}} + \frac{T_{\text{F1}}^2}{n_{\text{F1}}} - \frac{(T_{\text{Pais}} + T_{\text{F1}})^2}{(n_{\text{Pais}} + n_{\text{F1}})^2}$$

e

$$SQ \text{ Entre Grupos} = \frac{T_{\text{Dialelo}}^2}{n_{\text{Dialelo}}} + \frac{T_{\text{S1}}^2}{n_{\text{S1}}} + \frac{T_{\text{Testemunha}}^2}{n_{\text{Testemunha}}} - \frac{(T_{\text{Dialelo}} + T_{\text{S1}} + T_{\text{Testemunha}})^2}{(n_{\text{Dialelo}} + n_{\text{S1}} + n_{\text{Testemunha}})^2}$$

em que:

T_{Dialelo}^2 = total das médias ajustadas do grupo Dialelo.

T_{Pais}^2 = total das médias ajustadas do grupo Pais.

$T_{\text{F1's}}^2$ = total das médias ajustadas do grupo F₁'s.

$T_{\text{Testemunha}}^2$ = total das médias ajustadas do grupo Testemunhas.

n_{Dialelo} = número de médias ajustadas somadas para obtenção do total de Dialelo.

n_{Pais} = número de médias ajustadas somadas para obtenção do total de Pais.

$n_{\text{F1's}}$ = número de médias ajustadas somadas para obtenção do total de F₁'s.

$n_{\text{Testemunha}}$ = número de médias ajustadas somadas para obtenção do total de Testemunhas.

Os procedimentos acima representam uma aproximação da análise de experimento em látice, mas têm sido utilizados de forma ampla. O esquema pode ainda ser descrito como uma análise de variância em blocos casualizados, utilizando as médias ajustadas e a variância do erro efetivo, obtidas a partir da análise intrablocos, com recuperação da informação interblocos. O esquema é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Esquema de análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos, com os desdobramentos da soma de quadrado de tratamentos, em um látice 9x9 triplo

F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	r-1	SQR	QMR	-
Blocos/Rep (aj.)	r(k-1)	SQBdR	QMBdR	-
Tratamentos (aj.)	k ² - 1	SQT	QMT	QMT/QME
Dialelo	d - 1	SQD	QMD	QMD/QME
<i>Pais</i>	p - 1	SQP	QMP	QMP/QME
<i>F₁'s</i>	f - 1	SQF	QMF	QMF/QME
<i>Pais vs F₁'s</i>	1	SQPvsF	QMPF	QMPF/QME
Testemunhas	te - 1	SQTe	QMTe	QMTe/QME
Entre Grupos	2	SQEG	QMEG	QMEG/QME
Erro Efetivo	(k - 1)(rk - k - 1)	SQE	QME	
Total	rv - 1	SQTotal	QMTotal	

r=número de repetições; k = número de tratamentos por bloco; d = número de tratamentos do grupo pertencente ao dialelo; p = número de genitores; f = número de híbridos intervarietais *F₁'s*; te = número de testemunhas e; v = número de tratamentos.

3.2.6. Análise conjunta

Para a realização da análise de variância conjunta entre os ambientes, foram verificadas as homogeneidades das variâncias efetivas de cada variável, entre os dois ambientes, por meio do teste de Hartley (1950), conforme a expressão:

$$F_{\text{máx}} = \frac{\sigma_{\text{máx}}^2}{\sigma_{\text{mín}}^2}$$

em que:

$F_{\text{máx}}$ = valor máximo calculado de F.

$\sigma_{\text{máx}}^2$ = variância do erro efetivo maior para característica.

$\sigma_{\text{mín}}^2$ = variância do erro efetiva menos para característica.

Posteriormente, foi comparado o valor calculado com o valor tabelado de $F_{\text{máx}}$, a 5% de probabilidade, associado a “a” e “n”, sendo “a” o número de ambientes avaliados e “n” o número de graus de liberdade da variância do erro efetivo da análise individual.

O modelo matemático-estatístico adotado para análise de variância conjunta dos dados pressupôs como fixos os efeitos de tratamentos e de ambientes e como aleatórios os demais efeitos do modelo. A análise de variância conjunta entre os ambientes disponibilizou as médias ajustadas, a partir das análises de variância intrablocos, com recuperação da informação interblocos individuais. O modelo adotado foi o seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + a_j + ta_{ij} + r_k + r/a_{k(j)} + b/r/a_{l(k)(a)} + \bar{\epsilon}_{ijkl}$$

em que:

Y_{ijkl} = observação da característica, do i -ésimo tratamento, no j -ésimo ambiente.

μ = constante associada a todas as observações ou média geral.

t_i = efeito fixo do tratamento i , sendo $i=1, 2, \dots, t$ ($t = 81$).

a_j = efeito fixo do ambiente j , sendo $j= 1, 2$ ($a = 2$).

ta_{ij} = efeito da interação do tratamento i , com o ambiente j .

r_k = efeito aleatório da repetição j , sendo $j = 1, 2, \dots, r$ ($r = 3$).

$r/a_{l(j)}$ = efeito aleatório da repetição k , dentro da ambiente j , sendo $l = 1, 2, \dots, b$ ($b = 27$).

$b/r/a_{l(k)(a)}$ = efeito aleatório do bloco l , dentro da repetição k , dentro do ambiente a .

$\bar{\epsilon}_{ijkl}$: erro experimental médio $\epsilon_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Para os cálculos das somas de quadrados a partir das médias ajustadas das análises de variância individuais intrablocos, com recuperação da informação interblocos, foi utilizado um quadro auxiliar com as médias ajustadas de cada ambiente, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - Quadro auxiliar com as médias ajustadas de tratamentos dos dois ambientes avaliados

Trat\Ambiente	1	2	...	a	Total
1	\hat{m}_{11}	\hat{m}_{12}	...	\hat{m}_{1a}	$\hat{m}_{1.}$
2	\hat{m}_{21}	\hat{m}_{22}	...	\hat{m}_{2a}	$\hat{m}_{2.}$
...
t	\hat{m}_{t1}	\hat{m}_{t2}	...	\hat{m}_{ta}	$\hat{m}_{t.}$
Total	$\hat{m}_{.1}$	$\hat{m}_{.2}$...	$\hat{m}_{.a}$	$\hat{m}_{..}$

A partir do Quadro 5, foram obtidas as somas de quadrados ajustadas da análise conjunta, com base nas equações dadas por Regazzi et al. (1999).

$$SQA = r \left[\frac{1}{t} \sum_{p=1}^a \hat{m}_{.p}^2 - \frac{\hat{m}_{..}^2}{ta} \right]$$

$$SQTrat (aj.)^* = r \left[\frac{1}{a} \sum_{i=1}^t \hat{m}_{i.}^2 - \frac{\hat{m}_{..}^2}{ta} \right]$$

$$SQT,A = r \left[\sum \hat{m}_{ip}^2 - \frac{\hat{m}_{..}^2}{ta} \right]$$

$$SQ \text{ Trat x Ambientes} = SQT,A - SQTrat(aj.)^* - SQA$$

em que:

r = número de repetições.

t = número de tratamentos.

a = número de ambientes.

$\hat{m}_{i.}$ = total das médias ajustadas do tratamento i, em todos ambientes.

$\hat{m}_{.p}$ = total das médias ajustadas de todos os tratamentos, em cada ambiente.

\hat{m}_{ip} = média ajustada do tratamento i, no ambiente p.

$\hat{m}_{..}$ = total geral das médias ajustadas em todos os ambientes.

O quadrado médio do erro efetivo da análise de variância conjunta foi obtido através da médias entre os quadrados médios das análises individuais.

As fórmulas acima também foram utilizadas para os desdobramentos de tratamentos e da interação tratamentos x ambientes da análise conjunta. O número de tratamentos adequado a cada fonte de variação é apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Esquema de análise de variância conjunta entre os ambientes avaliados

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Rep/Anos	a(r-1)	-	-	-
Bl/Rep/Anos	ar(k-1)	-	-	-
Anos	a - 1	SQA	QMA	-
Trat (aj.)	k ² - 1	SQT	QMT	QMT/QME'
Dialelo	d - 1	SQD	QMD	QMD/QME'
<i>Pais</i>	p - 1	SQP	QMP	QMP/QME'
<i>F₁'s</i>	f - 1	SQF	QMF	QMF/QME'
<i>Pais vs F₁'s</i>	1	SQPvsF	QMPF	QMPF/QME'
Testemunhas	te - 1	SQTe	QMTe	QMTe/QME'
Entre Grupos	g - 1	SQEG	QMEG	QMEG/QME'
T x A	(a-1)(k ² -1)	SQTxA	QMTxA	QMTxA/QME'
Dialelo x Anos	(a-1)(d-1)	SQDxA	QMDxA	QMDxA/QME'
<i>Pais x Anos</i>	(a-1)(d-1)	SQPxA	QMPxA	QMPxA/QME'
<i>F₁'s x Anos</i>	(a-1)(f-1)	SQFxA	QMFxA	QMFxA/QME'
<i>(Pvs F₁'s) x Anos</i>	(a-1)(1)	SQPFxA	QMPFxA	QMPFxA/QME'
Test x Anos	(a-1)(te-1)	SQTe xA	QMTe xA	QMTeXa/QME'
E. Grupos x Anos	(a-1)(g-1)	SQEGxA	QMEGxA	QMEGxA/QME'
Erro Ef. Médio	a(k-1)(rk-k-1)	QME'		

a = número de ambientes; k = número de tratamentos por bloco; r = número de repetições; d = número de tratamentos pertencentes ao grupo dialelo; p = número de pais; f = número de combinações híbridas F₁'s; te = número de testemunhas; g = número de grupos.

3.2.7. Análise dialélica individual

Após uma análise de variância prévia, as médias ajustadas e o emprego do QME' (quadrado médio do erro efetivo) foram utilizados na análise dialélica, no qual seu esquema é apresentado no Quadro 7, para estimar os efeitos das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC, respectivamente), conforme o modelo II (Pais + F₁'s) de Griffing (1956), no qual:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor médio da combinação híbrida (i ≠ j) ou do genitor (i = j).

M = média geral.

g_i, g_j : efeitos da capacidade geral de combinação do i-ésimo e do j-ésimo genitor, respectivamente.

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os genitores= de ordem i e j (considerando $s_{ij} = s_{ji}$).

$\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro experimental médio.

Quadro 7 - Esquema de análise dialélica individual, conforme método II (Pais+ F_1 's) de Griffing (1956)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos (aj.)	$[p(p+1)]/2-1$	SQT	QMT	QMT/QME
CGC	$p-1$	SQCGC	QMCGC	QMCGC/QME
CEC	$(p(p-1))/2$	SQCEC	QMCEC	QMCEC/QME
Erro Efetivo	$(k-1)(rk-k-1)$	SQE	QME	-

k = número de tratamentos por bloco; p = número de pais; r = número de repetições.

Para estimar os efeitos de variedades e de heterose e seus desdobramentos, foi também utilizada a análise dialélica, proposta por Gardner e Eberhart (1966), adotando o modelo matemático-estatístico 4, segundo o qual cada variedade pode apresentar um efeito heterótico próprio, que se manifesta em seus respectivos cruzamentos. O modelo pressupõe ainda um efeito heterótico específico, que somente se manifesta ao ocorrer o encontro da i-ésima com a j-ésima variedade, sendo, portanto, uma heterose específica do cruzamento em questão (Cruz et al., 2012), como segue:

$$Y_{ij} = m + (v_i + v_j)/2 + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{\epsilon}_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do genitor ($i = j$).

m: média geral.

v_i, v_j = efeitos da i-ésima variedade e da j-ésima variedade, respectivamente

$\theta = 0$, quando $i = j$, $\theta = 1$, quando $i \neq j$.

\bar{h} = efeito da heterose média.

h_i, h_j = efeito da heterose da i-ésima variedade e da j-ésima variedade, respectivamente.

s_{ij} : efeito da heterose específica para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j (considerando $s_{ij} = s_{ji}$).

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

O esquema da análise dialélica individual, conforme o modelo proposto por Gardner e Eberhart (1966), é apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Esquema de análise de variância dialélica individual, segundo o método proposto por Gardner e Eberhart (1966)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos (aj.)	$((p(p+1))/2)-1$	SQT	QMT	QMT/QME
Variedades	p-1	SQCGC	QMCGC	QMCGC/QME
Heterose	$(p(p-1))/2$	SQCEC	QMCEC	QMCEC/QME
H. média	1	$SQ\bar{H}$	$QM\bar{H}$	$QM\bar{H}/QME$
H. de variedade	p-1	SQHV	QMHV	QMHV/QME
H. Específica	$(p(p-3))/2$	SQHE	QMHE	QMHE/QME
Erro Efetivo	$(k-1)(rk-k-1)$	SQE	QME	-

p = número de pais; k = número de tratamentos por bloco; r = número de repetições.

3.2.8. Análise dialélica conjunta

A análise dialélica conjunta dos experimentos foi realizada conforme os métodos adaptados por Griffing (1956), objetivando estimar os efeitos da capacidade combinatória e de sua interação com os ambientes, conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = m + g_i + g_j + s_{ij} + a_k + ga_{ik} + ga_{jk} + sa_{ijk} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

em que:

Y_{ijk} = valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do genitor ($i = j$), k-ésimo ambiente.

M = média geral do dialelo.

g_i, g_j = efeitos da capacidade geral de combinação do i-ésimo e do j-ésimo genitor, respectivamente.

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j (considerando $s_{ij} = s_{ji}$).

a_k = efeito do k -ésimo ambiente.

ga_{ik} , ga_{jk} = efeito da interação da capacidade geral de combinação do i -ésimo e do j -ésimo genitor, respectivamente, com o ambiente k .

sa_{ijk} = efeito da interação da capacidade específica de combinação entre i -ésimo e j -ésimo genitor, com o ambiente k .

$\bar{\epsilon}_{ijk}$ = erro experimental médio.

Os efeitos de variedade e de heterose foram também estimados por meio de uma análise conjunta, conforme proposto por Gardner e Eberhart (1966), utilizando o modelo matemático-estatístico abaixo (Morais et al., 1991):

$$Y_{ijk} = m + (v_i + v_j)/2 + a_k + (va_{ik} + va_{jk})/2 + \theta(\bar{h} + \bar{h}a_k + h_i + ha_{ik} + h_j + ha_{jk} + s_{ij} + sa_{ijk}) + \bar{\epsilon}_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do genitor ($i = j$), no ambiente k .

m = média geral.

v_i , v_j = efeitos da i -ésima variedade e da j -ésima variedade, respectivamente.

a_k = efeito do k -ésimo ambiente.

va_{ik} , v_{jk} = efeito da interação da i -ésima variedade e da j -ésima variedade, respectivamente, com o ambiente k .

$\theta = 0$, quando $i = j$, $\theta = 1$, quando $i \neq j$.

\bar{h} = efeito da heterose média.

$\bar{h}a_k$ = efeito da interação da heterose média, com o ambiente k .

h_i , h_j = efeito da heterose da i -ésima variedade e da j -ésima variedade, respectivamente.

ha_{ik} , ha_{jk} = efeito da interação da heterose da i -ésima variedade e da j -ésima variedade, respectivamente, com o ambiente k .

s_{ij} = efeito da heterose específica para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j (considerando $s_{ij} = s_{ji}$).

sa_{ijk} = efeito da interação da heterose específica para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j (considerando $s_{ij} = s_{ji}$), com o ambiente k .

$\bar{\epsilon}_{ijk}$ = erro experimental médio.

Segundo Kvitschal et al. (2004), a capacidade específica de combinação proposta no modelo de Griffing (1956) é similar à heterose específica proposta no modelo de Gardner e Eberhart (1966). Assim, a disposição das fontes de variação, graus de liberdade, somas de quadrados e quadrados médios, ao serem combinados ambos os métodos, permitiu uma análise dialélica conjunta de variância, cuja estrutura pode ser visualizada no Quadro 9.

Quadro 9 - Esquema de análise de variância dialélica conjunta, adaptada pelos modelos de Griffing (1956) para estimativa da capacidade combinatória e Gardner e Eberhart (1966) para estimativa dos efeitos de variedades e de heterose

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos (aj.)	$((p(p+1))/2)-1$	SQT	QMT	QMT/QME
CGC	$p-1$	SQCGC	QMCGC	QMCGC/QME'
Variedades	$p-1$	SQV	QMV	QMV/QME'
Heterose	$(p(p-1))/2$	SQH	QMH	QMH/QME'
<i>H. média</i>	1	SQH	QMH	QMH/QME'
<i>H. de variedade</i>	$p-1$	SQH _V	QMH _V	QMH _V /QME'
<i>H. específica</i>	$(p(p-3))/2$	SQHE	QMHE	QMHE/QME'
Tratamentos x A	$(a-1)((p(p+1))/2)-1$	SQTxA	QMTxA	QMTxA/QME'
CGC x A	$(p-1)(a-1)$	SQCGCxA	QMCGCxA	QMCGCxA/QME'
Variedades x A	$(p-1)(a-1)$	SQVxA	QMVxA	QMV/QME'
Heterose x A	$((p(p-1))/2)(a-1)$	SQHxA	QMHxA	QMH/QME'
<i>H. Média x A</i>	$1(a-1)$	SQH _A	QMH _A	QMH _A /QME'
<i>H. de variedade x A</i>	$(p-1)(a-1)$	SQH _V xA	QMH _V xA	QMH _V /QME'
<i>H. específica x A</i>	$((p(p-3))/2)(a-1)$	SQHExA	QMHExA	QMHE/MME'
Erro Efetivo	$(k-1)(rk-k-1)$	SQE	QME'	-

p = número de pais; k = número de tratamentos por bloco; r = número de repetições; a = número de ambientes.

3.2.9. Softwares

Os dados obtidos foram analisados utilizando o software SAS 9.3 para cálculo da análise de variância intrablocos, com recuperação da informação interblocos e obtenção das médias ajustadas. O Excel foi utilizado para cálculos dos desdobramentos da análise de variância e o software Genes para os cálculos das análises dialélicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises de variância individuais

Antes de realizar a análise de variância, foram verificados os pressupostos básicos para normalidade dos erros e homogeneidade das suas variâncias, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, em nível de probabilidade de 5%.

Em Maringá, foi realizada a correção por estande, conforme metodologia proposta por Vencovsky e Cruz (1991), pois a análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos apresentou efeito não significativo ($p > 0,05$) para o estande final de plantas por parcela (EF). Em Araruna, esta correção não foi possível devido ao EF apresentar efeito significativo ($p < 0,05$), inviabilizando o procedimento.

Os resultados das análises de variância individuais em látice quadrado parcialmente balanceado triplo 9x9 para as características de rendimento de grãos (RG), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CESP), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), florescimento masculino (F_{mas}), florescimento feminino (F_{fem}) e capacidade de expansão (CE) são apresentados nos Quadros 10 e 11 para o ambiente de Maringá e para o ambiente de Araruna, respectivamente. As notas de danos da lagarta-do-cartucho (NOTAS) são apresentados no Quadro 12.

A avaliação de danos da lagarta-do-cartucho foi impossibilitada em Araruna, devido à necessidade da aplicação de inseticida para o controle de percevejos de duas espécies, *Dichelops melacanthus* e *Euschistus heros* (percevejo barriga-verde e percevejo marrom, respectivamente).

Dentro de cada ambiente, foram avaliados os efeitos de repetições, blocos dentro de repetições, tratamentos ajustados e seus desdobramentos (Dialelo, Pais, F_1 's, o contraste Pais vs F_1 's, Testemunhas e o contraste Entre Grupos). Os efeitos das fontes de variação foram calculados a partir das médias ajustadas, obtidas na análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos. Foi adotado o nível de 5% de probabilidade para todos os F-testes.

Quadro 10 - Análise de variância individual intrablocos com recuperação da informação interblocos e seus desdobramentos, com os quadrados médios (QM) de rendimento de grãos (RG), em t ha⁻¹; número de fileiras por espiga (NF); número de grãos por fileira (NGF); diâmetro da espiga (DE), em mm; comprimento da espiga (CESP), em cm; altura de plantas (AP), em cm; altura de espiga (AE), em cm; número médio de dias para os florescimentos masculino (Fmas) e feminino (Ffem); e capacidade de expansão (CE), em mL g⁻¹, para o experimento conduzido em Maringá-PR

F.V.	G.L.	Q.M									
		RG	NF	NGF	DE	CESP	AP	AE	Fmas	Ffem	CE
Rep	2	1,7474	0,6795	34,6257	6,3097	2,0602	612,0122	0,9343	3,1770	0,3457	11,8062
Bl/Rep (aj.)	24	0,25503*	0,79251 ^{ns}	8,8529 ^{ns}	3,7387 ^{ns}	1,33279 ^{ns}	220,7754*	109,3808 ^{ns}	2,5782*	4,1296*	6,2508 ^{ns}
Trat (aj.)	80	0,8865*	2,2231*	43,1577*	21,9113*	4,6705*	1172,0037*	1088,2351*	33,1937*	46,6389*	172,9366*
<i>Dialelo</i>	77	0,6566*	1,6517*	33,9515*	13,8063*	3,4453*	741,7569*	777,9158*	27,6164*	39,4928*	148,0316*
Pais	11	0,4952*	1,2569 ^{ns}	36,8438*	15,4740*	4,6340*	683,1386*	740,0540*	44,9882*	72,2628*	207,0517*
F ₁ 's	65	0,4492*	1,7406*	30,2878*	11,3218*	2,6225*	359,0921*	560,7967*	23,9900*	32,1714*	140,1000*
Pais vs F ₁ 's	1	15,9180*	0,2204 ^{ns}	240,2756*	156,9485*	43,8529*	26259,7647*	15307,1346*	72,2412*	154,9189*	14,3645 ^{ns}
Test	2	9,4878*	14,4206*	214,5043*	259,6718*	40,9094*	3156,8421*	522,5616*	180,2272*	108,5386*	1140,8946*
Entre Grupos	1	1,3866*	21,8193*	409,3452*	170,4794*	26,5323*	30331,3320*	26114,1713*	168,5797*	473,0883*	154,7086*
Erro Ef. Médio	136	0,0918	0,7090	14,8143	2,5333	0,9186	95,0441	83,9813	1,2209	1,5834	4,2163
Eficiência(%)		118,87	100,18	93,964	102,1900	102,01	112,7700	101,0200	110,0500	116,5600	102,2500
Média		1,79096	13,6202	33,98802	33,3824	15,4571	241,1478	114,7700	51,8930	55,7037	18,1052
CV(%)		16,9192	6,18217	11,32439	4,7679	6,20061	4,0428	7,9848	2,1293	2,2590	11,3413
Shapiro-Wilk p-valor		0,0850	0,1057	0,2533	0,4575	0,4319	0,6837	0,1617	0,8653	0,6478	0,0858
Bartlett p-valor		0,3547	0,1223	0,0915	0,2748	0,7034	0,0542	0,2436	0,3514	0,8543	0,2258

*: significativo pelo teste F aproximado, a 5% de probabilidade; ns: não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F aproximado.

Quadro 11 - Análise de variância individual intrablocos com recuperação da informação interblocos e seus desdobramentos, com os quadrados médios (QM), de rendimento de grãos (RG), em t ha⁻¹; número de fileiras por espiga (NF); número de grãos por fileira (NGF); diâmetro da espiga (DE), em mm; comprimento da espiga (CESP), em cm; altura de plantas (AP), em cm; altura de espiga (AE), em cm; número médio de dias para os florescimentos masculino (Fmas) e feminino (Ffem); e capacidade de expansão (CE), em mL g⁻¹, para o experimento conduzido em Araruna-PR

F.V.	G.L.	Q.M									
		RG	NF	NGF	DE	CESP	AP	AE	Fmas	Ffem	CE
Rep	2	2,2549	1,4699	31,7085	1,7421	0,4156	5859,5000	2090,3450	33,7943	61,0850	8,8768
Bl/Rep (aj.)	24	0,1714*	0,8822*	10,0154 ^{ns}	2,9704 ^{ns}	1,5757 ^{ns}	696,5000*	118,9292 ^{ns}	2,6337 ^{ns}	2,4012 ^{ns}	11,1496 ^{ns}
Trat (aj.)	80	0,9552*	1,9746*	38,5211*	22,6880*	5,7738*	820,7627*	992,1845*	34,7744*	51,3038*	171,5113*
<i>Dialelo</i>	77	0,5875*	1,4980*	23,1637*	13,2878*	4,1492*	531,1808*	696,4633*	22,3067*	33,0295*	141,0952*
Pais	11	0,5345*	1,6335*	28,6359*	20,2979*	7,0878*	714,5257*	1251,7852*	42,2120*	61,4448*	241,2009*
F ₁ 's	65	0,3721*	1,4574*	17,5790*	10,3088*	2,7556*	408,7264*	531,7204*	18,5870*	28,2556*	126,0265*
Pais vs F ₁ 's	1	15,1676*	2,6434*	325,9800*	129,8147*	62,4076*	6473,9238*	5296,2076*	45,1280*	30,7702*	19,4011 ^{ns}
Test	2	14,9546*	16,0111*	418,4871*	245,5123*	58,3428*	2533,3321*	472,5153*	283,1119*	236,4449*	1366,8967*
<i>Entre Grupos</i>	1	1,2731*	10,5987*	461,1090*	300,8510*	25,7312*	19693,4304*	24802,0568*	498,1116*	1088,1410*	122,7796*
Erro Ef. Médio	136	0,0963	0,4678	8,1323	2,5295	1,1134	131,7668	82,7400	1,7245	1,8740	11,0438
Eficiência(%)		106,0300	107,2800	100,6400	100,3800	101,7500	154,8600	101,9100	102,6000	100,9000	100,0000
Média		1,9393	13,8091	35,1162	33,9119	15,5959	189,5067	116,7920	57,1893	62,0123	18,2545
CV(%)		16,0046	4,9528	8,1208	4,6899	6,7657	6,0573	7,7883	2,2962	2,2075	18,2050
Shapiro-Wilk	p-valor	0,4407	0,5883	0,1022	0,2754	0,9113	0,1617	0,2231	0,1719	0,7975	0,1114
Bartlett	p-valor	0,1067	0,8473	0,3770	0,8515	0,4469	0,2436	0,7964	0,9611	0,1014	0,5689

*: significativo pelo teste F aproximado, a 5% de probabilidade; ns: não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F aproximado.

Quadro 12 - Análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos para a avaliação dos danos da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), realizada em Maringá-PR, aos 14, 21 e 28 dias após a emergência de plântulas

F.V.	G.L.	Q.M.		
		Danos 14	Danos 21	Danos 28
Rep	2	19,7037	1,1153	24,4486
Bl/Rep (aj.)	24	1,2546*	0,5473*	0,6168*
Trat (aj.)	80	0,5788*	0,5368*	0,5069 ^{ns}
<i>Dialelo</i>	77	0,5801*	0,4584*	0,4185 ^{ns}
Pais	11	0,5638*	0,5392*	0,2702 ^{ns}
F ₁ 's	65	0,5903*	0,3909*	0,4333 ^{ns}
Pais vs F ₁ 's	1	0,0975 ^{ns}	3,9573*	1,0926 ^{ns}
<i>Test</i>	2	0,5659 ^{ns}	1,3126*	2,1110*
<i>Entre Grupos</i>	1	0,5038 ^{ns}	5,0225*	4,1029*
Erro Ef. Médio	136	0,2732	0,2552	0,3748
Eficiência(%)		144,7200	110,4700	103,5900
Média		4,0000	6,0453	7,1070
CV(%)		13,0661	8,3568	8,6142
Shapiro-Wilk p-valor		0,8572	0,2374	0,6732
Bartlett p-valor		0,2206	0,4024	0,6510

*: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Foi verificado, por meio da eficiência do látice, que a escolha deste tipo de delineamento foi adequada para um melhor controle ambiental e experimental, pois, com exceção do número de grãos por fileira (NGF), em Maringá-PR, e da capacidade de expansão (CE), em Araruna-PR, todas os outros caracteres apresentaram eficiências superiores a 100%.

Segundo Cargnelutti Filho e Storck (2007), o coeficiente de variação (CV) é considerado um estimador de precisão experimental, de tal forma que, quanto menor o seu valor, maior a precisão e a qualidade na tomada de dados.

Os coeficientes de variação (CVs) obtidos nos dois ambientes avaliados encontram-se dentro dos padrões normais para experimentos com a cultura do milho, indicando precisão satisfatória, conforme proposta de classificação feita por Scapim et al. (1995). Os CVs para rendimento de grãos, número de grãos por fileira, altura de plantas, altura de espiga e capacidade de expansão foram considerados médios. Segundo critérios de Arnhold e Milani (2011), o CV para a capacidade de expansão foi considerado moderado para Maringá e alto para Araruna, mas seus

valores foram próximos aos encontrados por alguns autores (Daros et al., 2004; Pinto et al., 2007b). Em relação às demais características, os CVs foram considerados baixos.

A interpretação da magnitude dos valores dos CVs detectados no presente trabalho permaneceu inalterada ao serem considerados os critérios contidos na proposta mais recente feita por Fritsche-Neto et al. (2012), com exceção do verificado para rendimento de grãos, cujo CV que foi considerado alto. No entanto, embora elevado, segundo a referida proposta classificatória, o CV para rendimento de grãos foi semelhante aos CVs encontrados para esta característica por Aguiar et al. (2004), em análise dialélica com linhagens de milho safrinha.

Foi verificada variabilidade genética entre os genótipos, uma vez que os quadrados médios dos efeitos de tratamentos e seus desdobramentos, obtidos na análise de variância individual, apresentaram efeito significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade para quase todas as características avaliadas. As exceções foram o número de fileiras por espiga (NF) para o efeito dos genitores e o contraste de genitores com os híbridos interpopulacionais (F_1 's), em Maringá, e os contrastes entre a capacidade de expansão dos parentais e os valores dos híbridos (F_1 's) em ambos os ambientes. Assim, salvo as exceções mencionadas, o comportamento médio dos genitores diferiu do comportamento de seus híbridos interpopulacionais em todas as características avaliadas em ambos os ambientes. Os efeitos médios dos grupos de interesse, desdobrados na análise de variância, diferiram entre si para todas as características avaliadas, em ambos os ambientes, da mesma forma que os desdobramentos primários (dialelo e testemunhas), que também se mostraram significativos para todas as características avaliadas.

Com relação aos danos da lagarta-do-cartucho, houve evidências ($p < 0,05$) de que as diferenças entre os tratamentos se intensificaram aos 21 dias após a germinação. Aos 28 dias, não houve evidências para apontar diferenças entre os tratamentos ($p < 0,05$), com exceção do efeito do desdobramento primário para testemunhas, que apresentou significância entre os indivíduos deste grupo. Os coeficientes de variação estão em conformidade com os encontrados por Hanashiro (2014).

Os resultados obtidos nas análises de variância individuais permitiram a realização das análises de variância conjuntas para as dez características agrônomicas avaliadas nos dois ambientes.

4.2. Análises de variância conjuntas

Antes de serem efetuados os cálculos das análises de variância conjuntas, foram verificadas as homogeneidades dos quadrados médios do erro efetivo, por meio da relação entre o maior e o menor quadrado médio de cada característica, segundo os critérios de Gomes (1977) e Banzatto e Kronka (2006). Considerando que a relação entre os quadrados médios do erro efetivo foi inferior à proporção de 7:1, foram consideradas como válidas as condições para a realização das referidas análises.

No Quadro 13, são apresentadas as análises de variâncias conjuntas para as dez características avaliadas, nos dois ambientes. Nesses dados, pode ser observado que todas as variáveis apresentaram efeito significativo para tratamentos e para a interação Tratamentos x Ambientes, com exceção do número de fileiras por espiga (NF), cuja interação Tratamentos x Ambientes não foi significativa. Em termos gerais, porém, as análises conjuntas indicaram que os genótipos apresentaram desempenho divergente ao longo dos ambientes. Desse modo, os procedimentos seleção mais apropriados deveriam ocorrer em cada ambiente específico e não no conjunto de ambientes.

Os desdobramentos dos efeitos de tratamentos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para os efeitos primários de grupos e para o contraste Pais vs F_1 's, indicando comportamento médio diferenciado dos genitores, em relação aos seus híbridos interpopulacionais (F_1 's). Somente a variável de número de fileiras por espiga não apresentou significância para este contraste ($p > 0,05$).

O desdobramento da interação evidenciou comportamento diferenciado dos genitores entre os ambientes para as variáveis rendimento de grãos, número de grãos por fileira, diâmetro e comprimento de espiga, altura de espiga e florescimento feminino. Para as demais variáveis, os genitores apresentaram comportamento médio entre os ambientes.

Os híbridos intervarietais apresentaram comportamento médio entre os ambientes para as variáveis número de fileiras por espiga, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, altura de plantas e altura de espigas. As demais variáveis apresentaram comportamento diferenciado.

Quadro 13 - Análises de variâncias conjuntas para as características de rendimento de grãos (RG), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga (DE) e comprimento da espiga (CESP), de altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), número de dias para o florescimento masculino (Fmas) e Feminino (Ffem) e capacidade de expansão (CE) em delineamento de látice quadrado triplo parcialmente balanceado

FV	GL	QM										
		RG	NF	NGF	DE	CESP	AP	AE	Fmas	Ffem	CE	
Rep/Amb	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bl/Rep/Amb	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amb	1	2,6188	4,3387	154,6464	34,0642	2,3409	324016,7294	175564,9564	3408,1698	4835,5835	2,7069	
Trat (aj.)	80	1,5846*	3,5673*	64,0051*	40,9053*	9,0546*	1827,0612*	1957,0085*	64,3130*	91,2536*	328,1071*	
<i>Dialelo</i>	77	0,9900*	2,5103*	39,2014*	23,3823*	6,1750*	1109,3385*	1348,4601*	47,0951*	66,9817*	272,2939*	
Pais	11	0,7083*	2,2939*	43,1999*	29,8554*	9,2579*	1277,1045*	1837,2226*	85,5051*	130,2845*	441,4344*	
F ₁ 's	65	0,5756*	2,5518*	30,4664*	18,2448*	4,1260*	645,6234*	989,4836*	39,5382*	54,8088*	247,3427*	
Pais vs F ₁ 's	1	31,0240*	2,1953 ^{ns}	562,9939*	286,1199*	105,4443*	29405,3916*	19305,5460*	115,7818*	161,8871*	33,5767*	
<i>Testemunhas</i>	2	23,9329*	30,3352*	616,1054*	504,9224*	98,3183*	5646,5797*	910,7390*	447,7987*	322,2971*	2502,6859*	
<i>Entre Grupos</i>	1	2,6744*	31,4161*	869,6840*	462,1358*	52,2605*	49452,6753*	50907,7734*	623,1240*	1498,1010*	276,5667*	
T x A	80	0,2563*	0,6304 ^{ns}	17,6738*	3,6940*	1,3897*	165,7052*	123,4112*	3,6550*	6,6892*	16,3408*	
<i>Dialelo x Amb</i>	77	0,2533*	0,6394 ^{ns}	17,9138*	3,7118*	1,4195*	163,5992*	125,9190*	2,8280*	5,5407*	16,8329*	
Pais x Amb	11	0,3248*	0,5965 ^{ns}	22,2797*	5,9164*	2,4639*	120,5598 ^{ns}	154,6166*	1,6951 ^{ns}	3,4230*	6,8181 ^{ns}	
F ₁ 's x Amb	65	0,2450*	0,6462 ^{ns}	17,4004*	3,3859 ^{ns}	1,2520 ^{ns}	122,1951 ^{ns}	103,0336 ^{ns}	3,0388*	5,6181*	18,7838*	
(Pvs F ₁ 's) x Amb	1	0,0039 ^{ns}	0,6685 ^{ns}	3,2617 ^{ns}	0,6433 ^{ns}	0,8163 ^{ns}	3328,2969*	1297,7962*	1,5873 ^{ns}	23,8019*	0,1889 ^{ns}	
<i>Test x Amb</i>	2	0,5006*	0,0965 ^{ns}	16,8860 ^{ns}	0,2617 ^{ns}	0,9339 ^{ns}	43,5946 ^{ns}	84,3379 ^{ns}	15,5404*	22,6864*	5,1055 ^{ns}	
<i>E, Grupos x Amb</i>	1	0,0016 ^{ns}	1,0019 ^{ns}	0,7702 ^{ns}	9,1947 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	572,0871*	8,4547 ^{ns}	43,5673*	63,1282*	0,9215 ^{ns}	
Erro Ef. Médio	272	0,0943	0,5884	11,4733	2,5314	1,0160	113,4042	83,3607	1,4727	1,7287	7,6301	
Hartley		1,05 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,39 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,18 ^{ns}	2,62 ^{ns}	

*: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ou pelo teste de Hartley.

Para os caracteres altura de planta, altura de espiga e florescimento feminino, o contraste entre genitores e F_1 's variou segundo os ambientes. No entanto, para as demais variáveis, o efeito da interação desse contraste com os ambientes não foi significativo, indicando um padrão mais previsível ao longo dos ambientes na comparação entre genitores e suas combinações híbridas.

A interação das testemunhas com os ambientes foi significativa apenas para rendimento de grãos, florescimento masculino e florescimento feminino. As demais variáveis apresentaram comportamento médio entre os ambientes.

O contraste entre grupos diferiu apenas para rendimento de grãos, altura de plantas, florescimento masculino e florescimento feminino. Desta forma, em relação às demais características, os grupos apresentaram um comportamento médio entre os ambientes.

4.3. Agrupamento de médias

Após a detecção do efeito significativo de tratamentos, na análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos, realizou-se a comparação e o agrupamento das médias dos 81 tratamentos, pelo método de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para todas as características avaliadas no presente estudo.

4.3.1. Rendimento de grãos

As médias ajustadas dos 81 tratamentos, separadas em grupos (combinações híbridas F_1 's, genitores e testemunhas) encontram-se no Quadro 14. A correção para o estande não pode ser realizada nos dados procedentes de Araruna porque a análise de variância intrablocos com recuperação da informação interblocos apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) para o estande final de plantas por parcela (EF).

A análise de variância conjunta para rendimento de grãos revelou um efeito significativo para a interação Tratamentos x Ambientes. Dessa forma, pode-se inferir que os genótipos se comportaram de modo diferenciado entre os ambientes, indicando que se deve tomar cada ambiente, individualmente, para comparações entre médias dos tratamentos.

Quadro 14 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio, dos genótipos avaliados para característica de rendimento de grãos, em t.ha⁻¹ (RG)¹

Genótipo	Maringá	Araruna	Amb. Médio	
Combinações híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	1,833 c	2,186 b	2,010 b
ARMZ 13050	SAM 09/09	1,788 c	1,848 c	1,818 c
ARMZ 13050	PARA 172	2,260 c	2,267 b	2,264 b
ARMZ 13050	ARMZ 07049	1,707 c	2,352 b	2,030 b
ARMZ 13050	UNB 2U C5	2,111 c	1,878 c	1,994 b
ARMZ 13050	SE 013	2,627 b	2,247 b	2,437 b
ARMZ 13050	VIÇOSA	1,865 c	1,985 b	1,925 b
ARMZ 13050	BOZM 260	1,740 c	1,930 c	1,835 c
ARMZ 13050	PR 023	2,041 c	1,848 c	1,944 b
ARMZ 13050	PA 091	1,879 c	1,931 c	1,905 b
ARMZ 13050	BOYA 462	1,989 c	2,363 b	2,176 b
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	1,515 d	1,808 c	1,661 c
URUG 298-Roxo	PARA 172	2,154 c	2,319 b	2,237 b
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	1,958 c	2,294 b	2,126 b
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	2,048 c	1,629 c	1,838 c
URUG 298-Roxo	SE 013	2,016 c	1,460 c	1,738 c
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	1,784 c	1,789 c	1,786 c
URUG 298-Roxo	BOZM 260	2,373 b	2,482 b	2,427 b
URUG 298-Roxo	PR 023	1,968 c	2,517 b	2,242 b
URUG 298-Roxo	PA 091	1,940 c	1,607 c	1,774 c
URUG 298-Roxo	BOYA 462	2,025 c	2,557 b	2,291 b
SAM 09/09	PARA 172	1,994 c	2,346 b	2,170 b
SAM 09/09	ARMZ 07049	1,398 d	2,064 b	1,731 c
SAM 09/09	UNB 2U C5	1,775 c	1,758 c	1,767 c
SAM 09/09	SE 013	1,910 c	2,176 b	2,043 b
SAM 09/09	VIÇOSA	1,103 e	1,451 c	1,277 d
SAM 09/09	BOZM 260	2,006 c	2,278 b	2,142 b
SAM 09/09	PR 023	2,063 c	2,701 b	2,382 b
SAM 09/09	PA 091	1,410 d	1,591 c	1,500 c
SAM 09/09	BOYA 462	1,854 c	2,406 b	2,130 b
PARA 172	ARMZ 07049	1,594 d	2,261 b	1,928 b
PARA 172	UNB 2U C5	2,527 b	1,773 c	2,150 b
PARA 172	SE 013	2,726 b	1,899 c	2,313 b
PARA 172	VIÇOSA	2,299 c	1,861 c	2,080 b
PARA 172	BOZM 260	1,510 d	2,181 b	1,846 c
PARA 172	PR 023	2,322 c	2,526 b	2,424 b
PARA 172	PA 091	1,839 c	1,715 c	1,777 c
PARA 172	BOYA 462	2,449 b	2,138 b	2,293 b
ARMZ 07049	UNB 2U C5	1,518 d	2,169 b	1,843 c
ARMZ 07049	SE 013	1,780 c	2,644 b	2,212 b
ARMZ 07049	VIÇOSA	1,626 d	1,803 c	1,715 c
ARMZ 07049	BOZM 260	1,745 c	2,176 b	1,960 b
ARMZ 07049	PR 023	1,944 c	2,303 b	2,123 b
ARMZ 07049	PA 091	1,119 e	1,145 d	1,132 d
ARMZ 07049	BOYA 462	2,048 c	2,627 b	2,337 b
UNB 2U C5	SE 013	2,199 c	1,842 c	2,021 b

Quadro 4, cont.

UNB 2U C5	VIÇOSA	1,624 d	1,311 d	1,468 c
UNB 2U C5	BOZM 260	1,750 c	2,467 b	2,109 b
UNB 2U C5	PR 023	2,266 c	2,471 b	2,369 b
UNB 2U C5	PA 091	1,876 c	1,578 c	1,727 c
UNB 2U C5	BOYA 462	2,590 b	2,269 b	2,430 b
SE 013	VIÇOSA	2,204 c	1,750 c	1,977 b
SE 013	BOZM 260	1,127 e	1,766 c	1,446 c
SE 013	PR 023	1,805 c	1,747 c	1,776 c
SE 013	PA 091	1,259 e	1,780 c	1,520 c
SE 013	BOYA 462	1,708 c	1,994 b	1,851 c
VIÇOSA	BOZM 260	1,678 d	2,008 b	1,843 c
VIÇOSA	PR 023	2,133 c	2,376 b	2,255 b
VIÇOSA	PA 091	1,789 c	1,503 c	1,646 c
VIÇOSA	BOYA 462	2,817 b	2,158 b	2,487 b
BOZM 260	PR 023	1,422 d	1,837 c	1,629 c
BOZM 260	PA 091	1,216 e	1,670 c	1,443 c
BOZM 260	BOYA 462	2,444 b	2,449 b	2,447 b
PR 023	PA 091	1,501 d	1,824 c	1,663 c
PR 023	BOYA 462	1,659 d	2,254 b	1,957 b
PA 091	BOYA 462	1,406 d	1,883 c	1,644 c
Média		1,889	2,034	1,961
Limite inferior		1,103	1,145	1,132
Limite superior		2,817	2,701	2,487
Genitores				
ARZM 13050		1,117 e	2,001 b	1,559 c
URUG 298-Roxo		1,089 e	1,351 d	1,220 d
SAM 09/09		0,846 e	1,043 d	0,944 e
PARA 172		1,391 d	0,999 d	1,195 d
ARZM 07049		0,824 e	0,896 e	0,860 e
UNB 2U C5		1,845 c	1,407 c	1,626 c
SE 013		1,253 e	1,108 d	1,181 d
VIÇOSA		0,945 e	1,768 c	1,357 d
BOZM 260		0,780 e	1,556 c	1,168 d
PR 023		1,772 c	1,931 c	1,851 c
PA 091		0,573 e	0,653 e	0,613 e
BOYA 462		1,570 d	1,224 d	1,397 d
Média		1,167	1,328	1,248
Limite inferior		0,573	0,653	0,613
Limite superior		1,845	2,001	1,851
Testemunhas				
Zapalote Chico		1,161 e	0,651 e	0,906 e
BRS 1030		4,232 a	4,847 a	4,540 a
IAC 125		1,146 e	1,427 c	1,286 d
Média		2,180	2,308	2,244
Limite inferior		1,146	0,651	0,906
Limite superior		4,232	4,847	4,540

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As médias de todos os desdobramentos, de modo geral, apresentaram valores superiores, no ambiente de Araruna, fato ser observado na análise de variância conjunta, onde a interação de todos os desdobramentos com os ambientes apresentaram efeito significativo. Dessa forma, os genótipos apresentam ranqueamento diferenciado, em cada ambiente, ocasionados pelas interações dos genes de cada genótipo associados a cada ambiente.

Em Maringá, as médias ajustadas dos genótipos foram dispostas em cinco grupos distintos (a, b, c, d e e), pelo método de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A testemunha BRS 1030 (híbrido comum) superou os demais genótipos, isolando-se no grupo 'a', com produtividade média de 4,232 t.ha⁻¹. No grupo pertencente aos híbridos interpopulacionais (F₁'s), os melhores genótipos ficaram agrupados no grupo 'b', com maior valor médio apresentado pelo genótipo VIÇOSA x BOYA 462 (2,817 t.ha⁻¹). Entre os genitores, UNB 2U C5 e PR 023 apresentaram os maiores valores médios, sendo separados no grupo 'c'.

Em Araruna, as médias foram agrupadas nos mesmos cinco grupos (a, b, c, d e e). Como em Maringá, a testemunha BRS 1030 superou os demais tratamentos, com um rendimento médio de 4,847 t.ha⁻¹. A maioria dos híbridos interpopulacionais ficaram situados nos grupos 'b' e 'c'. O genótipo SAM 09/09 x PR 023 apresentou 2,701 t.ha⁻¹, não diferindo significativamente dos genótipos agrupados em 'b'. Com relação aos genitores, o melhor desempenho foi de ARMZ 13050, com produtividade média de 2,001 t.ha⁻¹, superando e diferindo dos demais genitores.

4.3.2. Número de fileiras por espiga

O Quadro 15 apresenta as médias de número de fileiras por espiga dos 81 genótipos avaliados. Na análise de variância conjunta (Quadro 13), os efeitos principais de tratamentos e seus desdobramentos apresentaram significância ($p < 0,05$), permitindo concluir que, pelo menos uma média, dentro de cada grupo, diferiu das demais do mesmo grupo. A ausência de significância da interação Tratamentos x Ambientes indicou que os genótipos apresentaram comportamento médio entre os ambientes, ao contrário do verificado para os efeitos significativos de tratamentos. Assim, optou-se por fazer o agrupamento das médias com base nas médias dos ambientes.

Quadro 15 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de número de fileira.espiga⁻¹ (NF)¹

Genótipo		Maringá	Araruna	Amb. médio
Combinções híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	14,39 a	13,89 a	14,14 a
ARMZ 13050	SAM 09/09	13,44 b	13,82 a	13,63 b
ARMZ 13050	PARA 172	13,45 b	14,88 a	14,16 a
ARMZ 13050	ARMZ 07049	14,11 a	14,72 a	14,42 a
ARMZ 13050	UNB 2U C5	13,89 a	13,72 a	13,81 a
ARMZ 13050	SE 013	14,56 a	14,35 a	14,45 a
ARMZ 13050	VIÇOSA	13,78 a	14,36 a	14,07 a
ARMZ 13050	BOZM 260	13,67 a	13,55 b	13,61 b
ARMZ 13050	PR 023	16,00 a	14,60 a	15,30 a
ARMZ 13050	PA 091	14,50 a	14,36 a	14,43 a
ARMZ 13050	BOYA 462	13,45 b	12,01 c	12,73 b
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	14,11 a	13,96 a	14,04 a
URUG 298-Roxo	PARA 172	14,67 a	14,24 a	14,45 a
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	13,22 b	13,63 b	13,42 b
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	12,56 b	13,76 a	13,16 b
URUG 298-Roxo	SE 013	13,89 a	13,90 a	13,89 a
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	13,44 b	13,42 b	13,43 b
URUG 298-Roxo	BOZM 260	12,22 b	12,59 b	12,41 b
URUG 298-Roxo	PR 023	13,78 a	14,01 a	13,89 a
URUG 298-Roxo	PA 091	13,78 a	13,87 a	13,83 a
URUG 298-Roxo	BOYA 462	13,00 b	13,55 b	13,27 b
SAM 09/09	PARA 172	13,56 b	14,49 a	14,02 a
SAM 09/09	ARMZ 07049	13,89 a	15,06 a	14,47 a
SAM 09/09	UNB 2U C5	13,44 b	13,97 a	13,71 a
SAM 09/09	SE 013	13,89 a	14,67 a	14,28 a
SAM 09/09	VIÇOSA	13,00 b	13,53 b	13,27 b
SAM 09/09	BOZM 260	13,33 b	13,26 b	13,30 b
SAM 09/09	PR 023	12,78 b	14,51 a	13,64 b
SAM 09/09	PA 091	13,11 b	14,04 a	13,58 b
SAM 09/09	BOYA 462	13,67 a	12,93 b	13,30 b
PARA 172	ARMZ 07049	15,22 a	15,11 a	15,17 a
PARA 172	UNB 2U C5	13,44 b	13,92 a	13,68 b
PARA 172	SE 013	14,67 a	15,39 a	15,03 a
PARA 172	VIÇOSA	15,22 a	14,21 a	14,72 a
PARA 172	BOZM 260	14,78 a	14,66 a	14,72 a
PARA 172	PR 023	14,34 a	14,37 a	14,36 a
PARA 172	PA 091	14,22 a	13,91 a	14,06 a
PARA 172	BOYA 462	13,11 b	14,15 a	13,63 b
ARMZ 07049	UNB 2U C5	13,00 b	13,67 b	13,34 b
ARMZ 07049	SE 013	13,89 a	14,20 a	14,04 a
ARMZ 07049	VIÇOSA	13,55 b	13,43 b	13,49 b
ARMZ 07049	BOZM 260	13,78 a	12,92 b	13,35 b
ARMZ 07049	PR 023	13,44 b	14,11 a	13,78 a
ARMZ 07049	PA 091	14,11 a	14,07 a	14,09 a
ARMZ 07049	BOYA 462	12,56 b	12,77 b	12,66 b
UNB 2U C5	SE 013	13,22 b	14,23 a	13,73 a
UNB 2U C5	VIÇOSA	13,44 b	14,34 a	13,89 a
UNB 2U C5	BOZM 260	12,56 b	13,29 b	12,92 b
UNB 2U C5	PR 023	12,89 b	13,26 b	13,08 b

Quadro 15, Cont.

UNB 2U C5	PA 091	13,22 b	14,08 a	13,65 b
UNB 2U C5	BOYA 462	11,55 c	12,00 c	11,78 c
SE 013	VIÇOSA	14,44 a	15,29 a	14,86 a
SE 013	BOZM 260	14,00 a	14,46 a	14,23 a
SE 013	PR 023	14,55 a	14,77 a	14,66 a
SE 013	PA 091	13,67 a	13,39 b	13,53 b
SE 013	BOYA 462	13,44 b	13,51 b	13,48 b
VIÇOSA	BOZM 260	13,44 b	13,80 a	13,62 b
VIÇOSA	PR 023	14,67 a	13,57 b	14,12 a
VIÇOSA	PA 091	13,89 a	13,63 b	13,76 a
VIÇOSA	BOYA 462	12,67 b	13,32 b	13,00 b
BOZM 260	PR 023	13,89 a	14,77 a	14,33 a
BOZM 260	PA 091	13,22 b	13,27 b	13,25 b
BOZM 260	BOYA 462	13,11 b	13,02 b	13,07 b
PR 023	PA 091	14,44 a	14,01 a	14,23 a
PR 023	BOYA 462	13,00 b	13,23 b	13,12 b
PA 091	BOYA 462	14,45 a	13,31 b	13,88 a
Média		13,69	13,90	13,79
Limite inferior		11,55	12,00	11,78
Limite superior		16,00	15,39	15,30
Genitores				
ARZM 13050		13,44 b	14,34 a	13,89 a
URUG 298-Roxo		13,67 a	13,24 b	13,45 b
SAM 09/09		13,22 b	13,81 a	13,52 b
PARA 172		14,17 a	14,25 a	14,21 a
ARZM 07049		13,89 a	15,03 a	14,46 a
UNB 2U C5		13,11 b	13,19 b	13,15 b
SE 013		13,56 b	13,48 b	13,52 b
VIÇOSA		13,78 a	13,27 b	13,52 b
BOZM 260		13,78 a	13,02 b	13,40 b
PR 023		14,56 a	14,02 a	14,29 a
PA 091		14,11 a	13,36 b	13,73 a
BOYA 462		12,00 b	12,21 c	12,11 c
Média		13,61	13,60	13,60
Limite inferior		12,00	12,21	12,11
Limite superior		14,56	15,03	14,46
Testemunhas				
Zapalote Chico		9,61 d	10,09 d	9,85 d
BRS 1030		12,89 b	13,83 a	13,36 b
IAC 125		13,78 a	14,31 a	14,04 a
Média		12,09	12,74	12,42
Limite inferior		9,61	10,09	9,85
Limite superior		13,78	14,31	14,04

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em termos gerais, as médias dos tratamentos e de seus desdobramentos foram maiores em Araruna, com exceção das médias dos genitores, que foram semelhantes nos dois ambientes. Vale ressaltar que o maior número de fileiras por

espiga pode corresponder a um maior número de grãos por espiga, tornando interessantes os materiais com valores mais elevados para este caráter.

Em ambos os ambientes, os 81 genótipos avaliados foram agrupados em quatro grupos distintos (a, b, c e d). A maioria dos genótipos ficaram agrupados nos grupos 'a' e 'b'.

Segundo Banzatto e Kronka (2006), quando a interação Tratamentos x Ambientes é não significativa ($p > 0,05$), podemos tomar como base os resultados médios entre os ambientes (ambiente médio).

Uma vez que a interação foi não significativa ($p > 0,05$) no ambiente médio, as médias também foram classificadas em quatro grupos distintos. Os híbridos interpopulacionais e seus genitores geralmente se enquadraram nos grupos 'a' e 'b'. Uma exceção foi a combinação UNB 2U C5 x BOYA 462, que apresentou a pior média para o número de fileiras por espiga, diferindo dos demais genótipos e sendo enquadrada no grupo 'c'. No grupo dos genitores, a exceção foi o parental BOYA 462, que também apresentou o pior valor para a característica, em seu grupo.

O pior valor geral de número de fileiras por espiga foi apresentado pela testemunha Zapalote Chico, com média de 9,85 fileiras.espiga⁻¹, ficando agrupado, isoladamente, no grupo 'd', pelo método de agrupamento de Scott-Knott.

4.3.3. Número de grãos por fileira

No Quadro 16, estão apresentadas as médias ajustadas dos 81 tratamentos agrupadas pelo método de Scott-Knott (1974) ($p < 0,05$) para a característica de número de grãos por fileira. Como a interação Tratamentos x Ambientes foi significativa ($p < 0,05$), foi constatado que os genótipos obtiveram um comportamento diferenciado entre os ambientes e, portanto, deve-se atentar ao comportamento dos genótipos, em cada ambiente.

Pode ser observado que as médias dos grupos foram geralmente mais altas Em Araruna. Por se tratar de uma característica ligada ao rendimento de grãos, são interessantes os genótipos que apresentam os maiores valores de número de grãos por fileira.

Em relação aos tratamentos do grupo 'a', as combinações PARA 172 x SE 013 e SAM 09/09 x SE 013 apresentaram as maiores médias de número de grãos por fileira, para Maringá e Araruna, respectivamente. Entre os genitores,

destacaram-se o UNB 2U C5 e SE 013, em Maringá, e UNB 2U C5 e SE BOZM 260, em Araruna, todos pertencentes ao grupo 'a'. Entre as testemunhas, IAC 125 foi superior aos demais genótipos, nos dois ambientes, sendo agrupado em 'b' e 'a' para Maringá e Araruna, respectivamente.

Quadro 16 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de número de grãos.fileira⁻¹ (NGF)¹

Genótipo		Maringá	Araruna	Amb. Médio
Combinações híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	30,28 c	35,95 a	33,11 b
ARMZ 13050	SAM 09/09	35,72 b	35,33 b	35,53 a
ARMZ 13050	PARA 172	34,33 b	36,89 a	35,61 a
ARMZ 13050	ARMZ 07049	33,39 b	34,39 b	33,89 a
ARMZ 13050	UNB 2U C5	36,50 a	36,78 a	36,64 a
ARMZ 13050	SE 013	41,17 a	32,72 b	36,94 a
ARMZ 13050	VIÇOSA	33,39 b	35,11 b	34,25 a
ARMZ 13050	BOZM 260	29,22 c	35,28 b	32,25 b
ARMZ 13050	PR 023	32,83 b	32,72 b	32,78 b
ARMZ 13050	PA 091	34,56 b	35,00 b	34,78 a
ARMZ 13050	BOYA 462	32,72 b	27,34 c	30,03 b
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	33,28 b	35,11 b	34,19 a
URUG 298-Roxo	PARA 172	36,83 a	38,28 a	37,55 a
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	33,61 b	32,50 b	33,06 b
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	36,92 a	35,55 b	36,24 a
URUG 298-Roxo	SE 013	38,50 a	34,89 b	36,69 a
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	35,06 b	34,17 b	34,61 a
URUG 298-Roxo	BOZM 260	35,83 b	34,06 b	34,95 a
URUG 298-Roxo	PR 023	35,78 b	37,06 a	36,42 a
URUG 298-Roxo	PA 091	35,50 b	33,89 b	34,69 a
URUG 298-Roxo	BOYA 462	32,00 c	33,78 b	32,89 b
SAM 09/09	PARA 172	34,67 b	36,61 a	35,64 a
SAM 09/09	ARMZ 07049	33,94 b	35,16 b	34,55 a
SAM 09/09	UNB 2U C5	33,72 b	38,72 a	36,22 a
SAM 09/09	SE 013	40,83 a	40,11 a	40,47 a
SAM 09/09	VIÇOSA	32,61 b	33,11 b	32,86 b
SAM 09/09	BOZM 260	38,61 a	39,67 a	39,14 a
SAM 09/09	PR 023	30,67 c	36,94 a	33,81 a
SAM 09/09	PA 091	35,28 b	39,11 a	37,19 a
SAM 09/09	BOYA 462	30,19 c	34,22 b	32,21 b
PARA 172	ARMZ 07049	34,83 b	35,72 b	35,28 a
PARA 172	UNB 2U C5	35,33 b	39,83 a	37,58 a
PARA 172	SE 013	41,72 a	39,44 a	40,58 a

Quadro 16, cont.

PARA 172	VIÇOSA	37,06 a	37,61 a	37,34 a
PARA 172	BOZM 260	33,06 b	39,33 a	36,20 a
PARA 172	PR 023	33,44 b	31,17 b	32,31 b
PARA 172	PA 091	37,94 a	37,17 a	37,56 a
PARA 172	BOYA 462	34,22 b	34,94 b	34,58 a
ARMZ 07049	UNB 2U C5	35,83 b	36,72 a	36,28 a
ARMZ 07049	SE 013	38,50 a	37,94 a	38,22 a
ARMZ 07049	VIÇOSA	33,33 b	34,83 b	34,08 a
ARMZ 07049	BOZM 260	36,11 b	35,28 b	35,70 a
ARMZ 07049	PR 023	30,39 c	33,50 b	31,94 b
ARMZ 07049	PA 091	33,78 b	33,33 b	33,56 a
ARMZ 07049	BOYA 462	33,67 b	35,94 a	34,81 a
UNB 2U C5	SE 013	39,83 a	37,78 a	38,81 a
UNB 2U C5	VIÇOSA	36,11 b	38,89 a	37,50 a
UNB 2U C5	BOZM 260	37,39 a	34,00 b	35,69 a
UNB 2U C5	PR 023	31,78 c	37,28 a	34,53 a
UNB 2U C5	PA 091	37,11 a	37,72 a	37,42 a
UNB 2U C5	BOYA 462	34,72 b	32,61 b	33,67 a
SE 013	VIÇOSA	41,17 a	39,28 a	40,22 a
SE 013	BOZM 260	35,28 b	39,66 a	37,47 a
SE 013	PR 023	34,83 b	37,06 a	35,95 a
SE 013	PA 091	30,39 c	39,67 a	35,03 a
SE 013	BOYA 462	35,83 b	33,83 b	34,83 a
VIÇOSA	BOZM 260	33,72 b	37,44 a	35,58 a
VIÇOSA	PR 023	33,28 b	38,06 a	35,67 a
VIÇOSA	PA 091	37,72 a	36,55 a	37,14 a
VIÇOSA	BOYA 462	29,00 c	35,00 b	32,00 b
BOZM 260	PR 023	34,94 b	33,72 b	34,33 a
BOZM 260	PA 091	32,89 b	36,00 a	34,45 a
BOZM 260	BOYA 462	34,83 b	33,61 b	34,22 a
PR 023	PA 091	33,11 b	36,39 a	34,75 a
PR 023	BOYA 462	22,72 d	35,78 b	29,25 b
PA 091	BOYA 462	34,72 b	35,17 b	34,94 a
Média		34,67	35,89	35,28
Limite inferior		22,72	27,34	29,25
Limite superior		41,72	40,11	40,58
Genitores				
ARZM 13050		30,33 c	30,56 b	30,45 b
URUG 298-Roxo		30,28 c	33,17 b	31,72 b
SAM 09/09		33,17 b	35,39 b	34,28 a
PARA 172		35,44 b	31,95 b	33,70 a
ARZM 07049		27,28 c	31,78 b	29,53 b

Quadro 16, cont.

UNB 2U C5	37,83 a	37,31 a	37,57 a
SE 013	37,17 a	33,11 b	35,14 a
VIÇOSA	32,00 c	33,83 b	32,92 b
BOZM 260	27,17 c	36,45 a	31,81 b
PR 023	31,78 c	32,89 b	32,34 b
PA 091	30,89 c	26,89 c	28,89 b
BOYA 462	29,06 c	28,11 c	28,58 b
Média	31,87	32,62	32,24
Limite inferior	27,17	26,89	28,58
Limite superior	37,83	37,31	37,57
Testemunhas			
Zapalote Chico	17,72 d	14,61 d	16,17 c
BRS 1030	30,89 c	33,05 b	31,97 b
IAC 125	33,50 b	36,61 a	35,06 a
Média	27,37	28,09	27,73
Limite inferior	17,72	14,61	16,17
Limite superior	33,50	36,61	35,06

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em Maringá, os tratamentos foram agrupados em quatro grupos distintos (a, b, c e d), da mesma forma que em Araruna.

A testemunha Zapalote Chico foi novamente inferior aos demais genótipos avaliados, pelo agrupamento de Scott-Knott ($p < 0,05$).

4.3.4. Diâmetro de espigas

No Quadro 17, são apresentadas as médias ajustadas dos 81 tratamentos avaliados, em relação ao diâmetro de espigas. A análise de variância conjunta mostrou haver interação entre Tratamentos x Ambiente, indicando que os genótipos apresentaram comportamento diferenciado entre os ambientes. Por este motivo, foram observados os comportamentos de forma separada, individualmente em cada ambiente.

De modo geral, as médias dos grupos foram ligeiramente superiores em Araruna. Vale destacar que, também no caso desta característica, os maiores valores são particularmente desejáveis.

Quadro 17 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de diâmetro de espigas (DE)¹

Genótipo	Maringá	Araruna	Amb. Médio	
Combinações híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	38,89 b	36,53 b	37,71 b
ARMZ 13050	SAM 09/09	32,39 e	35,54 b	33,97 b
ARMZ 13050	PARA 172	34,45 d	37,27 b	35,86 b
ARMZ 13050	ARMZ 07049	35,14 d	35,66 b	35,40 b
ARMZ 13050	UNB 2U C5	34,60 d	35,92 b	35,26 b
ARMZ 13050	SE 013	36,11 c	35,81 b	35,96 b
ARMZ 13050	VIÇOSA	33,34 e	35,91 b	34,63 b
ARMZ 13050	BOZM 260	34,95 d	31,79 d	33,37 c
ARMZ 13050	PR 023	39,01 b	36,84 b	37,93 b
ARMZ 13050	PA 091	33,26 e	30,77 d	32,02 c
ARMZ 13050	BOYA 462	34,76 d	35,84 b	35,30 b
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	30,59 f	33,33 c	31,96 c
URUG 298-Roxo	PARA 172	33,48 e	34,34 b	33,91 b
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	32,07 e	33,93 c	33,00 c
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	31,04 f	31,68 d	31,36 d
URUG 298-Roxo	SE 013	33,07 e	32,65 c	32,86 c
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	33,53 e	33,29 c	33,41 c
URUG 298-Roxo	BOZM 260	30,75 f	31,28 d	31,02 d
URUG 298-Roxo	PR 023	34,65 d	35,70 b	35,17 b
URUG 298-Roxo	PA 091	33,69 d	33,46 c	33,58 c
URUG 298-Roxo	BOYA 462	32,25 e	32,29 c	32,27 c
SAM 09/09	PARA 172	33,39 e	34,66 b	34,03 b
SAM 09/09	ARMZ 07049	31,33 f	34,01 c	32,67 c
SAM 09/09	UNB 2U C5	30,67 f	33,00 c	31,83 c
SAM 09/09	SE 013	33,75 d	33,47 c	33,61 c
SAM 09/09	VIÇOSA	30,69 f	30,44 d	30,57 d
SAM 09/09	BOZM 260	31,15 f	30,43 d	30,79 d
SAM 09/09	PR 023	34,26 d	36,01 b	35,14 b
SAM 09/09	PA 091	29,59 f	31,75 d	30,67 d
SAM 09/09	BOYA 462	32,26 e	32,90 c	32,58 c
PARA 172	ARMZ 07049	34,05 d	35,19 b	34,62 b
PARA 172	UNB 2U C5	33,88 d	33,66 c	33,77 c
PARA 172	SE 013	37,12 c	36,80 b	36,96 b
PARA 172	VIÇOSA	35,55 d	34,98 b	35,27 b
PARA 172	BOZM 260	33,95 d	34,13 c	34,04 b
PARA 172	PR 023	36,32 c	36,15 b	36,24 b
PARA 172	PA 091	35,37 d	35,30 b	35,34 b
PARA 172	BOYA 462	34,10 d	32,48 c	33,29 c
ARMZ 07049	UNB 2U C5	31,45 f	33,32 c	32,38 c
ARMZ 07049	SE 013	33,03 e	35,36 b	34,20 b
ARMZ 07049	VIÇOSA	31,51 f	33,31 c	32,41 C

Quadro 17, cont.

ARMZ 07049	BOZM 260	33,11 e	33,04 c	33,08 c
ARMZ 07049	PR 023	34,44 d	35,97 b	35,20 b
ARMZ 07049	PA 091	30,75 f	32,17 c	31,46 d
ARMZ 07049	BOYA 462	32,73 e	30,29 d	31,51 d
UNB 2U C5	SE 013	33,98 d	33,78 c	33,88 b
UNB 2U C5	VIÇOSA	32,11 e	32,67 c	32,39 c
UNB 2U C5	BOZM 260	32,34 e	32,35 c	32,35 c
UNB 2U C5	PR 023	33,25 e	35,62 b	34,44 b
UNB 2U C5	PA 091	32,91 e	33,67 c	33,29 c
UNB 2U C5	BOYA 462	33,35 e	33,73 c	33,54 c
SE 013	VIÇOSA	34,07 d	35,45 b	34,76 b
SE 013	BOZM 260	32,10 e	34,98 b	33,54 c
SE 013	PR 023	36,98 c	35,96 b	36,47 b
SE 013	PA 091	34,85 d	34,93 b	34,89 b
SE 013	BOYA 462	35,23 d	35,71 b	35,47 b
VIÇOSA	BOZM 260	31,83 e	34,24 c	33,04 c
VIÇOSA	PR 023	35,67 d	35,52 b	35,59 b
VIÇOSA	PA 091	33,20 e	33,29 c	33,24 c
VIÇOSA	BOYA 462	32,97 e	32,60 c	32,79 c
BOZM 260	PR 023	34,28 d	35,15 b	34,71 b
BOZM 260	PA 091	31,27 f	29,69 d	30,48 d
BOZM 260	BOYA 462	32,03 e	32,72 c	32,37 c
PR 023	PA 091	35,95 c	37,83 b	36,89 b
PR 023	BOYA 462	35,39 d	32,93 c	34,16 b
PA 091	BOYA 462	35,25 d	33,22 c	34,24 b
Média		33,57	34,01	33,79
Limite inferior		29,59	29,69	30,48
Limite superior		39,01	37,83	37,93
Genitores				
ARZM 13050		34,55 d	36,28 b	35,42 b
URUG 298-Roxo		30,13 f	30,70 d	30,42 d
SAM 09/09		26,88 f	30,62 d	28,75 d
PARA 172		34,53 d	33,02 c	33,77 c
ARZM 07049		30,42 f	33,17 c	31,79 c
UNB 2U C5		32,21 e	30,81 d	31,51 d
SE 013		32,67 e	33,16 c	32,91 c
VIÇOSA		30,68 f	28,56 d	29,62 d
BOZM 260		30,07 f	32,28 c	31,18 d
PR 023		33,65 d	36,29 b	34,97 b
PA 091		29,92 f	28,29 d	29,11 d
BOYA 462		29,86 f	30,18 d	30,02 d
Média		31,30	31,95	31,62
Limite inferior		26,88	28,29	28,75
Limite superior		34,55	36,29	35,42

Quadro 17, cont.

Limite inferior	26,88	28,29	28,75
Limite superior	34,55	36,29	35,42
Testemunhas			
Zapalote Chico	36,37 c	37,96 b	37,17 b
BRS 1030	47,53 a	49,33 a	48,43 a
IAC 125	29,06 f	31,46 d	30,26 d
Média	37,65	39,59	38,62
Limite inferior	29,06	31,46	30,26
Limite superior	47,53	49,33	48,43

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em Maringá, as médias dos tratamentos foram agrupados em seis grupos (a, b, c, d, e e f), pelo agrupamento de Scott-Knott ($p < 0,05$). Entre as combinações híbridas interpopulacionais, os destaques foram os genótipos ARMZ 13050 x PR 023 e ARMZ 13050 x URUG 298-Roxo, diferindo e superando todas as outras combinações híbridas. No grupo dos genitores, os materiais com melhor desempenho foram ARMZ 13050, PARA 172 e PR 023, agrupados em 'd'.

Em Araruna, as médias dos tratamentos foram divididas em quatro grupos (a, b, c e d), pelo agrupamento de Scott-Knott ($p < 0,05$). A testemunha BRS 1030 (híbrido comum) geralmente superou todas as demais médias.

4.3.5. Comprimento de espigas

No Quadro 18 são apresentadas as médias ajustadas dos 81 tratamentos avaliados, em relação ao comprimento de espigas. A significância da interação Tratamentos x Ambientes ($p < 0,05$) indicou um comportamento diferenciado dos genótipos, entre os ambientes. Assim, foram observados os comportamentos dos genótipos de forma separada, em cada ambiente.

Em geral, os valores das médias dos grupos foram ligeiramente superiores em Araruna, com exceção do grupo dos genitores, que apresentou valor ligeiramente superior para o ambiente de Maringá.

Em Maringá, os tratamentos foram separados em três grupos distintos (a, b e c). O pior tratamento, isolado no grupo 'c', foi Zapalote Chico. Um grande número de combinações híbridas ficou agrupado no grupo 'a'. O maior valor médio foi alcançado pelo genótipo UNB 2U C5 x SE 013. Com relação aos genitores, três

deles se destacaram: SAM 09/09, UNB 2U C5 e SE 013, todos pertencentes ao grupo 'a'.

Quadro 18 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de comprimento de espigas (CESP)¹

Genótipo		Maringá	Araruna	Amb. médio
Combinções híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	14,98 b	15,65 a	15,31 b
ARMZ 13050	SAM 09/09	16,60 a	16,61 a	16,61 a
ARMZ 13050	PARA 172	14,67 b	14,46 b	14,56 b
ARMZ 13050	ARMZ 07049	14,34 b	15,66 a	15,00 b
ARMZ 13050	UNB 2U C5	16,15 a	16,79 a	16,47 a
ARMZ 13050	SE 013	17,56 a	15,83 a	16,70 a
ARMZ 13050	VIÇOSA	16,47 a	16,22 a	16,35 a
ARMZ 13050	BOZM 260	14,89 b	15,71 a	15,30 b
ARMZ 13050	PR 023	15,05 b	15,15 b	15,10 b
ARMZ 13050	PA 091	14,86 b	14,67 b	14,77 b
ARMZ 13050	BOYA 462	14,25 b	13,31 b	13,78 b
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	14,58 b	16,14 a	15,36 b
URUG 298-Roxo	PARA 172	15,00 b	14,63 b	14,82 b
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	14,75 b	15,51 a	15,13 b
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	15,10 b	15,06 b	15,08 b
URUG 298-Roxo	SE 013	14,72 b	15,25 b	14,99 b
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	16,37 a	14,84 b	15,61 a
URUG 298-Roxo	BOZM 260	16,68 a	15,01 b	15,85 a
URUG 298-Roxo	PR 023	15,97 a	15,97 a	15,97 a
URUG 298-Roxo	PA 091	14,77 b	15,06 b	14,92 b
URUG 298-Roxo	BOYA 462	14,21 b	15,42 a	14,82 b
SAM 09/09	PARA 172	16,33 a	15,72 a	16,03 a
SAM 09/09	ARMZ 07049	15,69 a	15,50 a	15,60 a
SAM 09/09	UNB 2U C5	16,28 a	17,78 a	17,03 a
SAM 09/09	SE 013	16,96 a	17,28 a	17,12 a
SAM 09/09	VIÇOSA	15,53 a	15,17 b	15,35 b
SAM 09/09	BOZM 260	16,95 a	17,10 a	17,02 a
SAM 09/09	PR 023	16,06 a	17,76 a	16,91 a
SAM 09/09	PA 091	16,21 a	17,24 a	16,73 a
SAM 09/09	BOYA 462	15,78 a	15,96 a	15,87 a
PARA 172	ARMZ 07049	15,20 b	15,63 a	15,42 b
PARA 172	UNB 2U C5	16,05 a	16,37 a	16,21 a
PARA 172	SE 013	16,47 a	15,64 a	16,06 a
PARA 172	VIÇOSA	15,55 a	15,28 b	15,41 b
PARA 172	BOZM 260	13,83 b	15,89 a	14,86 b
PARA 172	PR 023	15,58 a	14,72 b	15,15 b

Quadro 18, cont.

PARA 172	PA 091	15,81 a	15,17 b	15,49 b
PARA 172	BOYA 462	15,47 a	14,16 b	14,82 b
ARMZ 07049	UNB 2U C5	16,70 a	17,35 a	17,03 a
ARMZ 07049	SE 013	15,44 a	15,72 a	15,58 a
ARMZ 07049	VIÇOSA	16,52 a	17,16 a	16,84 a
ARMZ 07049	BOZM 260	14,70 b	15,82 a	15,26 b
ARMZ 07049	PR 023	15,53 a	14,92 b	15,23 b
ARMZ 07049	PA 091	13,84 b	14,20 b	14,02 b
ARMZ 07049	BOYA 462	15,38 a	15,28 b	15,33 b
UNB 2U C5	SE 013	17,67 a	16,23 a	16,95 a
UNB 2U C5	VIÇOSA	17,20 a	15,93 a	16,57 a
UNB 2U C5	BOZM 260	16,67 a	15,87 a	16,27 a
UNB 2U C5	PR 023	16,81 a	17,07 a	16,94 a
UNB 2U C5	PA 091	16,45 a	16,83 a	16,64 a
UNB 2U C5	BOYA 462	17,25 a	16,56 a	16,90 a
SE 013	VIÇOSA	16,39 a	16,65 a	16,52 a
SE 013	BOZM 260	15,95 a	17,04 a	16,49 a
SE 013	PR 023	17,05 a	16,20 a	16,63 a
SE 013	PA 091	15,00 b	14,91 b	14,96 b
SE 013	BOYA 462	15,56 a	15,39 a	15,47 b
VIÇOSA	BOZM 260	15,86 a	17,19 a	16,53 a
VIÇOSA	PR 023	16,37 a	17,47 a	16,92 a
VIÇOSA	PA 091	16,46 a	16,52 a	16,49 a
VIÇOSA	BOYA 462	15,97 a	16,30 a	16,14 a
BOZM 260	PR 023	15,69 a	16,69 a	16,19 a
BOZM 260	PA 091	13,85 b	14,75 b	14,30 b
BOZM 260	BOYA 462	15,67 a	14,97 b	15,32 b
PR 023	PA 091	15,50 a	16,31 a	15,90 a
PR 023	BOYA 462	14,69 b	16,78 a	15,74 a
PA 091	BOYA 462	14,74 b	16,64 a	15,69 a
Média		15,71	15,88	15,79
Limite inferior		13,83	13,31	13,78
Limite superior		17,67	17,78	17,12
Genitores				
ARZM 13050		14,87 b	14,40 b	14,63 b
URUG 298-Roxo		13,22 b	14,56 b	13,89 b
SAM 09/09		15,44 a	16,53 a	15,99 a
PARA 172		13,21 b	11,88 c	12,55 c
ARZM 07049		13,53 b	13,79 b	13,66 b
UNB 2U C5		17,24 a	16,43 a	16,84 a
SE 013		15,78 a	15,17 b	15,47 b
VIÇOSA		14,14 b	14,41 b	14,28 b
BOZM 260		13,28 b	15,75 a	14,51 b

Quadro 18, cont.

PR 023	14,45 b	14,69 b	14,57 b
PA 091	13,78 b	11,55 c	12,67 c
BOYA 462	15,15 b	14,22 b	14,69 b
Média	14,51	14,45	14,48
Limite inferior	13,21	11,55	12,55
Limite superior	17,24	16,53	16,84
Testemunhas			
Zapalote Chico	9,58 c	8,87 d	9,23 d
BRS 1030	16,56 a	16,94 a	16,75 a
IAC 125	15,18 b	16,00 a	15,59 a
Média	13,77	13,94	13,85
Limite inferior	9,58	8,87	9,23
Limite superior	16,56	16,94	16,75

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em Araruna, os tratamentos foram separados em quatro grupos (a, b, c e d). Da mesma forma que ocorreu em Maringá, a testemunha Zapalote Chico apresentou a pior média, sendo agrupada isoladamente em 'd' e diferindo significativamente, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. Assim como em Maringá, um grande número de combinações híbridas ficou agrupado em 'a' e o maior valor médio foi apresentado pelo genótipo SAM 09/09 x UNB 2U C5. Os melhores genitores foram SAM 09/09, UNB 2U C5 e BOZM 260.

Em ambos os ambientes, a testemunha BRS 1030 ficou isolada no grupo 'a'. A testemunha IAC 125 ficou separada no grupo 'b', em Maringá, e no grupo 'a', em Araruna.

4.3.6. Altura de plantas

No Quadro 19 encontram-se as médias ajustadas dos 81 tratamentos para altura de plantas. Na análise de variância conjunta, os efeitos de tratamentos e de seus desdobramentos foram significativos ($p < 0,05$), indicando que ao menos um genótipo diferiu dos demais do seu respectivo grupo. O efeito da interação de tratamentos x ambientes também foi significativo, havendo respostas de maneira diferenciada dos tratamentos, em relação aos ambientes.

Quadro 19 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de altura de plantas (AP)¹

Genótipo		Maringá	Araruna	Amb. Médio
Combinções híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	227,22 c	174,48 b	200,85 b
ARMZ 13050	SAM 09/09	246,09 b	193,78 a	219,94 a
ARMZ 13050	PARA 172	229,97 b	182,44 b	206,21 b
ARMZ 13050	ARMZ 07049	238,58 b	196,36 a	217,47 a
ARMZ 13050	UNB 2U C5	237,87 b	181,64 b	209,76 b
ARMZ 13050	SE 013	235,16 b	182,48 b	208,82 b
ARMZ 13050	VIÇOSA	237,12 b	178,63 b	207,88 b
ARMZ 13050	BOZM 260	244,20 b	181,27 b	212,74 a
ARMZ 13050	PR 023	251,71 a	177,25 b	214,48 a
ARMZ 13050	PA 091	244,66 b	182,20 b	213,43 a
ARMZ 13050	BOYA 462	260,05 a	199,90 a	229,98 a
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	222,29 c	185,05 b	203,67 b
URUG 298-Roxo	PARA 172	235,38 b	181,01 b	208,20 b
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	252,27 a	183,88 b	218,08 a
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	231,03 b	173,70 c	202,37 b
URUG 298-Roxo	SE 013	238,45 b	173,27 c	205,86 b
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	231,40 b	170,73 c	201,07 b
URUG 298-Roxo	BOZM 260	235,62 b	165,99 c	200,81 b
URUG 298-Roxo	PR 023	236,77 b	190,14 a	213,46 a
URUG 298-Roxo	PA 091	252,19 a	189,61 a	220,90 a
URUG 298-Roxo	BOYA 462	267,33 a	216,25 a	241,79 a
SAM 09/09	PARA 172	252,64 a	202,58 a	227,61 a
SAM 09/09	ARMZ 07049	248,77 a	186,92 b	217,85 a
SAM 09/09	UNB 2U C5	237,37 b	185,17 b	211,27 a
SAM 09/09	SE 013	246,29 b	196,77 a	221,53 a
SAM 09/09	VIÇOSA	218,08 c	182,39 b	200,24 b
SAM 09/09	BOZM 260	242,87 b	174,67 b	208,77 b
SAM 09/09	PR 023	253,90 a	197,58 a	225,74 a
SAM 09/09	PA 091	259,35 a	202,97 a	231,16 a
SAM 09/09	BOYA 462	251,99 a	215,27 a	233,63 a
PARA 172	ARMZ 07049	248,04 a	201,87 a	224,96 a
PARA 172	UNB 2U C5	249,09 a	199,08 a	224,09 a
PARA 172	SE 013	255,57 a	202,97 a	229,27 a
PARA 172	VIÇOSA	251,85 a	194,59 a	223,22 a
PARA 172	BOZM 260	248,38 a	197,53 a	222,96 a
PARA 172	PR 023	258,31 a	195,44 a	226,88 a
PARA 172	PA 091	259,21 a	193,69 a	226,45 a
PARA 172	BOYA 462	265,87 a	203,92 a	234,90 a
ARMZ 07049	UNB 2U C5	245,54 b	199,89 a	222,72 a
ARMZ 07049	SE 013	255,66 a	206,03 a	230,85 a
ARMZ 07049	VIÇOSA	250,36 a	200,01 a	225,19 a
ARMZ 07049	PR 023	264,20 a	205,99 a	235,10 a
ARMZ 07049	PA 091	255,86 a	192,61 a	224,24 a
ARMZ 07049	BOZM 260	256,23 a	193,45 a	224,84 a
ARMZ 07049	PR 023	264,20 a	205,99 a	235,10 a
ARMZ 07049	PA 091	255,86 a	192,61 a	224,24 a

Quadro 19, cont.

ARMZ 07049	BOYA 462	261,09	a	192,30	a	226,70	a
UNB 2U C5	SE 013	246,75	b	186,45	b	216,60	a
UNB 2U C5	VIÇOSA	244,05	b	198,69	a	221,37	a
UNB 2U C5	BOZM 260	250,50	a	200,04	a	225,27	a
UNB 2U C5	PR 023	266,57	a	203,22	a	234,90	a
UNB 2U C5	PA 091	250,09	a	200,63	a	225,36	a
UNB 2U C5	BOYA 462	260,44	a	210,26	a	235,35	a
SE 013	VIÇOSA	249,92	a	198,17	a	224,05	a
SE 013	BOZM 260	241,61	b	205,18	a	223,40	a
SE 013	PR 023	235,85	b	188,85	a	212,35	a
SE 013	PA 091	235,36	b	184,03	b	209,70	b
SE 013	BOYA 462	250,07	a	202,48	a	226,28	a
VIÇOSA	BOZM 260	250,24	a	202,26	a	226,25	a
VIÇOSA	PR 023	263,94	a	208,78	a	236,36	a
VIÇOSA	PA 091	251,10	a	193,50	a	222,30	a
VIÇOSA	BOYA 462	251,85	a	217,11	a	234,48	a
BOZM 260	PR 023	246,08	b	201,13	a	223,61	a
BOZM 260	PA 091	250,86	a	186,56	b	218,71	a
BOZM 260	BOYA 462	260,10	a	189,50	a	224,80	a
PR 023	PA 091	240,17	b	193,24	a	216,71	a
PR 023	BOYA 462	260,47	a	207,89	a	234,18	a
PA 091	BOYA 462	260,59	a	210,27	a	235,43	a
Média		247,86		193,52		220,69	
Limite inferior		218,08		165,99		200,24	
Limite superior		267,33		217,11		241,79	
Genitores							
ARZM 13050		205,70	d	177,16	b	191,43	c
URUG 298-Roxo		196,32	d	157,24	c	176,78	c
SAM 09/09		214,88	c	176,22	b	195,55	c
PARA 172		221,93	c	160,62	c	191,28	c
ARZM 07049		210,68	d	181,98	b	196,33	c
UNB 2U C5		220,56	c	179,16	b	199,86	b
SE 013		210,64	d	172,46	c	191,55	c
VIÇOSA		215,88	c	168,60	c	192,24	c
BOZM 260		228,24	c	191,06	a	209,65	b
PR 023		233,77	b	202,21	a	217,99	a
PA 091		209,14	d	171,56	c	190,35	c
BOYA 462		254,20	a	208,97	a	231,59	a
Média		218,50		178,94		198,72	
Limite inferior		196,32		157,24		176,78	
Limite superior		254,20		208,97		231,59	
Testemunhas							
Zapalote Chico		148,20	e	110,40	d	129,30	d
BRS 1030		193,15	d	156,01	c	174,58	c
IAC 125		211,19	d	164,40	c	187,80	c
Média		184,18		143,60		163,89	
Limite inferior		148,20		110,40		129,30	
Limite superior		211,19		164,40		187,80	

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As médias de todos os desdobramentos foram superiores em Maringá.

Segundo Rangel et al. (2011), plantas de porte maior estão mais sujeitas ao acamamento e ao quebramento. Este fato é agravante em regiões com muita incidência de ventos fortes. Portanto, para altura de plantas, tem-se interesse em selecionar indivíduos que apresentem valores mais baixos.

Em Maringá, os 81 tratamentos foram agrupados e separados em cinco grupos distintos (a, b, c, d e e). A testemunha Zapalote Chico diferiu significativamente de todos os demais genótipos avaliados, sendo agrupada no grupo 'e', com média de 148,20 cm. Juntamente com as outras duas testemunhas, os genitores ARMZ 07049, SE 013, e PA 091 foram agrupados no grupo 'd', com 210,68, 210,64 e 209,14 cm. Para o grupo das combinações híbridas, os menores valores de altura de plantas foram agrupadas no grupo 'c', no qual os genótipos ARMZ 13050 x URUG 298-Roxo, URUG 298-Roxo x SAM 09/09 e SAM 09/09 x VIÇOSA apresentaram 227,22, 222,29 e 218,08 cm, respectivamente.

Em Araruna, os 81 tratamentos avaliados foram agrupados em quatro grupos distintos (a, b, c e d). Assim como em Maringá, Zapalote Chico diferiu significativamente dos demais genótipos, apresentando a menor média de altura, com 110,40 cm. Entre o grupo de genitores, cinco genótipos foram agrupados no grupo 'c' (URUG 298-Roxo, PARA 172, SE 013, VIÇOSA e PA 091, com 157,24, 160,62, 172,46, 168,60 e 171,56 cm, respectivamente), não diferindo significativamente da testemunha IAC 125 (milho-pipoca), com média de 164,40 cm. O desdobramento de combinações híbridas F₁'s apresentou quatro genótipos significativamente semelhantes à testemunha IAC 125: URUG 298-Roxo x UNB 2U C5, URUG 298-Roxo x SE 013, URUG 298-Roxo x VIÇOSA e URUG 298-Roxo x BOZM 260, com 173,70, 173,27, 170,73 e 165,99 cm, respectivamente.

4.3.7. Altura de espigas

No Quadro 20, são apresentadas as médias dos 81 genótipos avaliados para o caráter altura de espigas. Na análise de variância conjunta foi observado efeito significativo ($p < 0,05$) para os efeitos de tratamentos e os seus desdobramentos, indicando que pelo menos um dos genótipos diferiu dos demais, em seu respectivo grupo. O efeito da interação genótipo x ambiente também foi significativo, indicando um efeito diferenciado dos genótipos em cada ambiente.

Quadro 20 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de altura de espigas (AE)¹

Genótipo	Maringá	Araruna	Amb. Médio	
Combinações Híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	131,11 c	93,33 d	112,22 c
ARMZ 13050	SAM 09/09	150,84 b	112,78 b	131,81 b
ARMZ 13050	PARA 172	140,00 c	110,00 c	125,00 c
ARMZ 13050	ARMZ 07049	151,39 b	128,61 b	140,00 b
ARMZ 13050	UNB 2U C5	131,67 c	95,28 d	113,48 c
ARMZ 13050	SE 013	150,28 b	119,58 b	134,93 b
ARMZ 13050	VIÇOSA	131,11 c	98,75 d	114,93 c
ARMZ 13050	BOZM 260	151,39 b	110,42 c	130,91 b
ARMZ 13050	PR 023	155,56 b	102,50 c	129,03 b
ARMZ 13050	PA 091	151,11 b	103,61 c	127,36 c
ARMZ 13050	BOYA 462	168,33 a	130,56 a	149,45 a
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	135,28 c	104,44 c	119,86 c
URUG 298-Roxo	PARA 172	154,17 b	108,89 c	131,53 b
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	158,89 b	115,28 b	137,09 b
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	138,61 c	88,89 d	113,75 c
URUG 298-Roxo	SE 013	160,83 b	113,75 b	137,29 b
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	143,34 c	96,67 d	120,00 c
URUG 298-Roxo	BOZM 260	155,83 b	104,58 c	130,21 b
URUG 298-Roxo	PR 023	158,89 b	116,67 b	137,78 b
URUG 298-Roxo	PA 091	162,22 b	115,00 b	138,61 b
URUG 298-Roxo	BOYA 462	187,5 a	140,56 a	164,03 a
SAM 09/09	PARA 172	168,61 a	124,17 b	146,39 a
SAM 09/09	ARMZ 07049	156,67 b	121,39 b	139,03 b
SAM 09/09	UNB 2U C5	146,94 b	96,39 d	121,66 c
SAM 09/09	SE 013	158,89 b	120,00 b	139,45 b
SAM 09/09	VIÇOSA	131,39 c	107,08 c	119,24 c
SAM 09/09	BOZM 260	163,33 b	114,58 b	138,96 b
SAM 09/09	PR 023	183,06 a	134,17 a	158,62 a
SAM 09/09	PA 091	170,56 a	133,33 a	151,95 a
SAM 09/09	BOYA 462	171,39 a	139,17 a	155,28 a
PARA 172	ARMZ 07049	171,11 a	131,94 a	151,53 a
PARA 172	UNB 2U C5	156,39 b	115,55 b	135,97 b
PARA 172	SE 013	171,11 a	126,67 b	148,89 a
PARA 172	VIÇOSA	155,55 b	111,94 c	133,75 b

Quadro 20, cont.

PARA 172	BOZM 260	163,89 b	134,58 a	149,24 a
PARA 172	PR 023	175,28 a	131,25 a	153,27 a
PARA 172	PA 091	166,11 a	121,95 b	144,03 b
PARA 172	BOYA 462	181,39 a	142,50 a	161,95 a
ARMZ 07049	UNB 2U C5	151,11 b	124,72 b	137,92 b
ARMZ 07049	SE 013	174,17 a	135,28 a	154,73 a
ARMZ 07049	VIÇOSA	154,45 b	123,06 b	138,76 b
ARMZ 07049	BOZM 260	173,61 a	122,22 b	147,92 a
ARMZ 07049	PR 023	179,72 a	133,89 a	156,81 a
ARMZ 07049	PA 091	165,56 a	122,78 b	144,17 b
ARMZ 07049	BOYA 462	176,67 a	125,42 b	151,05 a
UNB 2U C5	SE 013	150,00 b	114,72 b	132,36 b
UNB 2U C5	VIÇOSA	147,22 b	110,56 c	128,89 b
UNB 2U C5	BOZM 260	160,00 b	121,11 b	140,56 b
UNB 2U C5	PR 023	173,33 a	121,94 b	147,64 a
UNB 2U C5	PA 091	147,78 b	119,17 b	133,48 b
UNB 2U C5	BOYA 462	167,50 a	132,50 a	150,00 a
SE 013	VIÇOSA	156,95 b	132,08 a	144,52 b
SE 013	BOZM 260	157,50 b	128,06 b	142,78 b
SE 013	PR 023	158,61 b	126,25 b	142,43 b
SE 013	PA 091	153,05 b	126,11 b	139,58 b
SE 013	BOYA 462	170,83 a	141,95 a	156,39 a
VIÇOSA	BOZM 260	165,83 a	126,11 b	145,97 a
VIÇOSA	PR 023	175,83 a	133,33 a	154,58 a
VIÇOSA	PA 091	155,55 b	110,00 c	132,78 b
VIÇOSA	BOYA 462	161,11 b	130,83 a	145,97 a
BOZM 260	PR 023	172,22 a	140,00 a	156,11 a
BOZM 260	PA 091	170,28 a	117,22 b	143,75 b
BOZM 260	BOYA 462	180,56 a	127,92 b	154,24 a
PR 023	PA 091	163,34 b	123,89 b	143,62 b
PR 023	BOYA 462	184,17 a	138,61 a	161,39 a
PA 091	BOYA 462	171,95 a	146,39 a	159,17 a
Média		160,29	120,80	140,54

Quadro 20, cont.

Limite inferior	131,11	88,89	112,22
Limite superior	187,50	146,39	164,03
Genitores			
ARZM 13050	123,06 c	92,50 d	107,78 c
URUG 298-Roxo	117,22 d	84,44 e	100,83 d
SAM 09/09	132,78 c	103,89 c	118,34 c
PARA 172	148,89 b	93,06 d	120,97 c
ARZM 07049	131,94 c	104,45 c	118,20 c
UNB 2U C5	133,33 c	94,17 d	113,75 c
SE 013	138,05 c	110,00 c	124,03 c
VIÇOSA	123,33 c	92,50 d	107,92 c
BOZM 260	151,11 b	120,00 b	135,56 b
PR 023	157,78 b	141,39 a	149,59 a
PA 091	127,78 c	104,17 c	115,98 c
BOYA 462	169,17 a	150,83 a	160,00 a
Média	137,87	107,62	122,74
Limite inferior	117,22	84,44	100,83
Limite superior	169,17	150,83	160,00
Testemunhas			
Zapalote Chico	87,78 e	51,11 f	69,44 e
BRS 1030	104,17 d	75,00 e	89,59 d
IAC 125	113,89 d	69,72 e	91,81 d
Média	101,95	65,28	83,61
Limite inferior	87,78	51,11	69,44
Limite superior	113,89	75,00	91,81

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em geral, seguindo a mesma linha que o caráter anterior, o ambiente de Araruna apresentou valores inferiores aos de Maringá. Assim como o caráter altura de plantas, é de interesse do melhorista que a altura média de espigas seja reduzida, nos genótipos de interesse.

Em Maringá, os 81 tratamentos avaliados foram separados em cinco grupos (a, b, c, d e e). Analogamente à altura média de plantas, a testemunha Zapalote

Chico apresentou média significativamente inferior a todos os demais genótipos, sendo agrupada no grupo 'e'. O genitor URUG 298-Roxo teve o menor valor médio de altura de espigas, significativamente semelhante aos valores das testemunhas IAC 125 (milho-pipoca) e BRS 1030 (híbrido comum), agrupadas em 'd'. As médias das combinações híbridas foram, em sua maioria, altas, sendo agrupadas em 'a' e 'b', tendo os menores valores médios observados em oito genótipos, agrupados em 'c', ou seja, estes últimos apresentaram valores intermediários.

Em Araruna, os valores de altura de espigas foram agrupados em seis grupos (a, b, c, d, e e f). Novamente, a testemunha Zapalote Chico foi significativamente inferior a todos os genótipos, agrupada isoladamente em 'f'. Entre os genitores, somente URUG 298-Roxo apresentou altura de espigas inferior a dos demais genótipos do grupo, sendo semelhante à altura de espiga das testemunhas IAC 125 e BRS 1030. Para o grupo de combinações híbridas, seis genótipos foram inferiores ao restante do grupo e, conseqüentemente, melhores, sendo agrupados em 'd'.

4.3.8. Florescimento masculino

No Quadro 21, são apresentados os valores médios de número de dias para o florescimento masculino dos 81 genótipos avaliados. Com base na análise conjunta dos ambientes, pode-se observar que o efeito de tratamentos e seus desdobramentos foram significativos ($p < 0,05$), apresentando pelo menos uma média diferindo das demais em cada grupo. Constatou-se um comportamento diferenciado dos genótipos, entre os ambientes, dada a significância da interação tratamentos x ambientes.

Quadro 21 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de florescimento masculino (Fmas)¹

	Genótipo	Maringá	Araruna	Amb. Médio
	Combinações Híbridas F ₁ 's			
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	45,79 g	51,67 e	48,73 f
ARMZ 13050	SAM 09/09	45,81 g	52,33 e	49,07 f
ARMZ 13050	PARA 172	48,85 e	53,67 e	51,26 e
ARMZ 13050	ARMZ 07049	50,29 e	57,00 c	53,65 d
ARMZ 13050	UNB 2U C5	46,00 g	51,67 e	48,83 f
ARMZ 13050	SE 013	49,40 e	58,33 c	53,86 d

Quadro 21, cont.

ARMZ 13050	VIÇOSA	47,25 f	53,67 e	50,46 e
ARMZ 13050	BOZM 260	50,67 e	53,67 e	52,17 d
ARMZ 13050	PR 023	52,75 c	59,00 c	55,88 c
ARMZ 13050	PA 091	49,27 e	53,67 e	51,47 e
ARMZ 13050	BOYA 462	51,48 d	57,00 c	54,24 d
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	47,17 f	53,00 e	50,08 e
URUG 298-Roxo	PARA 172	50,35 e	55,00 d	52,68 d
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	52,60 c	57,67 c	55,14 c
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	46,19 g	52,33 e	49,26 f
URUG 298-Roxo	SE 013	53,29 c	59,00 c	56,15 c
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	50,08 e	57,00 c	53,54 d
URUG 298-Roxo	BOZM 260	50,08 e	53,67 e	51,88 d
URUG 298-Roxo	PR 023	50,85 e	55,67 d	53,26 d
URUG 298-Roxo	PA 091	51,71 d	58,33 c	55,02 c
URUG 298-Roxo	BOYA 462	52,56 c	53,67 e	53,11 d
SAM 09/09	PARA 172	52,21 d	55,67 d	53,94 d
SAM 09/09	ARMZ 07049	52,65 c	57,00 c	54,82 c
SAM 09/09	UNB 2U C5	48,17 f	54,33 d	51,25 e
SAM 09/09	SE 013	51,96 d	59,00 c	55,48 c
SAM 09/09	VIÇOSA	52,00 d	55,67 d	53,83 d
SAM 09/09	BOZM 260	50,71 e	55,67 d	53,19 d
SAM 09/09	PR 023	52,06 d	57,67 c	54,86 c
SAM 09/09	PA 091	51,33 d	58,33 c	54,83 c
SAM 09/09	BOYA 462	51,98 d	57,67 c	54,82 c
PARA 172	ARMZ 07049	54,00 c	59,00 c	56,50 c
PARA 172	UNB 2U C5	49,02 e	54,33 d	51,68 e
PARA 172	SE 013	51,90 d	59,00 c	55,45 c
PARA 172	VIÇOSA	50,54 e	57,67 c	54,10 d
PARA 172	BOZM 260	54,06 c	57,67 c	55,86 c
PARA 172	PR 023	55,06 b	59,67 b	57,36 b
PARA 172	PA 091	52,00 d	59,00 c	55,50 c
PARA 172	BOYA 462	52,48 c	58,33 c	55,41 c
ARMZ 07049	UNB 2U C5	51,98 d	57,67 c	54,82 c
ARMZ 07049	SE 013	53,92 c	58,33 c	56,12 c
ARMZ 07049	VIÇOSA	52,98 c	58,33 c	55,66 c
ARMZ 07049	BOZM 260	53,77 c	59,00 c	56,39 c
ARMZ 07049	PR 023	54,56 c	60,33 b	57,45 b
ARMZ 07049	PA 091	56,94 a	61,00 b	58,97 a
ARMZ 07049	BOYA 462	55,92 b	60,33 b	58,12 b
UNB 2U C5	SE 013	51,27 d	58,33 c	54,80 c
UNB 2U C5	VIÇOSA	49,94 e	57,67 c	53,80 d
UNB 2U C5	BOZM 260	50,71 e	56,33 c	53,52 d
UNB 2U C5	PR 023	52,00 d	57,67 c	54,83 c
UNB 2U C5	PA 091	50,31 e	57,00 c	53,66 d

Quadro 21, cont.

UNB 2U C5	BOYA 462	51,81 d	57,67 c	54,74 c
SE 013	VIÇOSA	50,23 e	57,67 c	53,95 d
SE 013	BOZM 260	55,92 b	60,33 b	58,12 b
SE 013	PR 023	56,06 b	60,33 b	58,20 b
SE 013	PA 091	55,79 b	61,00 b	58,40 b
SE 013	BOYA 462	55,71 b	61,00 b	58,35 b
VIÇOSA	BOZM 260	49,83 e	55,67 d	52,75 d
VIÇOSA	PR 023	49,98 e	57,67 c	53,82 d
VIÇOSA	PA 091	49,77 e	57,67 c	53,72 d
VIÇOSA	BOYA 462	50,23 e	57,67 c	53,95 d
BOZM 260	PR 023	55,50 b	60,33 b	57,92 b
BOZM 260	PA 091	55,60 b	60,33 b	57,97 b
BOZM 260	BOYA 462	55,54 b	59,00 c	57,27 b
PR 023	PA 091	56,65 a	59,67 b	58,16 b
PR 023	BOYA 462	56,60 a	59,67 b	58,14 b
PA 091	BOYA 462	55,98 b	60,33 b	58,16 b
Média		51,82	57,28	54,55
Limite inferior		45,79	51,67	48,73
Limite superior		56,94	61,00	58,97
Genitores				
ARZM 13050		47,60 f	53,00 e	50,30 e
URUG 298-Roxo		48,25 f	52,33 e	50,29 e
SAM 09/09		50,69 e	55,67 d	53,18 d
PARA 172		54,38 c	60,33 b	57,35 b
ARZM 07049		58,35 a	63,00 a	60,68 a
UNB 2U C5		49,15 e	55,67 d	52,41 d
SE 013		55,71 b	62,33 a	59,02 a
VIÇOSA		50,92 e	57,00 c	53,96 d
BOZM 260		54,33 c	58,33 c	56,33 c
PR 023		57,58 a	63,00 a	60,29 a
PA 091		55,54 b	60,33 b	57,94 b
BOYA 462		57,81 a	61,00 b	59,41 a
Média		53,36	58,50	55,93
Limite inferior		47,60	52,33	50,29
Limite superior		58,35	63,00	60,68
Testemunhas				
Zapalote Chico		39,96 h	39,00 f	39,48 g
BRS 1030		55,46 b	57,67 c	56,56 c
IAC 125		47,52 f	53,00 e	50,26 e
Média		47,65	49,89	48,77
Limite inferior		39,96	39,00	39,48
Limite superior		55,46	57,67	56,56

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As médias dos desdobramentos apresentaram-se inferiores em Maringá, para todos os grupos desdobrados. Aqui, é de interesse a seleção de materiais mais precoces, ou seja, genótipos que apresentam um menor número de dias transcorridos entre a emergência e o pendoamento.

Em Maringá, os 81 tratamentos avaliados foram dispostos em oito grupos (a, b, c, d, e, f, g e h). Com exceção da testemunhas Zapalote Chico, que diferiu significativamente dos demais e ficou isolada em 'h', os genótipos que apresentaram valores médios significativamente mais baixos foram as combinações ARMZ 13050 x URUG 298-Roxo, ARMZ 13050 x SAM 09/09, ARMZ 13050 x UNB 2U C5 e URUG 298-Roxo x UNB 2U C5, todos agrupados em 'g'. Entre os genitores, os melhores valores foram apresentados pelos genótipos ARMZ 13050 e URUG 298-Roxo, ambos agrupados em 'f', assim como a testemunhas IAC 125.

Em Araruna, as médias dos 81 tratamentos avaliados foram agrupadas em seis grupos distintos (a, b, c, d, e e f). Com exceção da testemunha Zapalote Chico, os melhores valores médios de florescimento masculino foram apresentados pelos genitores ARMZ 13050 e URUG 298-Roxo, agrupados em 'e', apresentando médias similares entre si e em relação à testemunha IAC 125. As combinações híbridas apresentaram valores satisfatórios para esta característica, sendo os melhores materiais agrupados em 'c'.

4.3.9. Florescimento feminino

O Quadro 22 apresenta os valores médios de número de dias para o florescimento feminino dos 81 genótipos avaliados. Com base na análise conjunta dos ambientes, pode-se observar que o efeito de tratamentos e seus desdobramentos foram significativos ($p < 0,05$), apresentando pelo menos uma média diferindo das demais, em cada grupo. A significância da interação tratamentos x ambientes, na análise conjunta, evidenciou um comportamento diferenciado dos genótipos entre os ambientes.

Analogamente ao observado em relação ao pendoamento, o ciclo da emergência ao espigamento, observado em Maringá, foi inferior ao observado em Araruna para todos os grupos desdobrados. Geralmente, os genótipos mais precoces são indicados ao melhoramento.

Quadro 22 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de florescimento masculino (Fmas)¹

Genótipo	Maringá	Araruna	Amb. Médio	
Combinações híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	48,55 h	54,33 g	51,44 g
ARMZ 13050	SAM 09/09	49,64 h	57,00 f	53,32 f
ARMZ 13050	PARA 172	51,65 g	59,00 e	55,32 e
ARMZ 13050	ARMZ 07049	54,46 f	63,67 c	59,06 d
ARMZ 13050	UNB 2U C5	47,81 h	57,00 f	52,40 g
ARMZ 13050	SE 013	52,10 g	63,00 c	57,55 e
ARMZ 13050	VIÇOSA	51,88 g	59,00 e	55,44 e
ARMZ 13050	BOZM 260	54,69 f	58,33 e	56,51 e
ARMZ 13050	PR 023	56,27 e	64,33 c	60,30 c
ARMZ 13050	PA 091	53,26 f	58,33 e	55,80 e
ARMZ 13050	BOYA 462	55,43 e	61,00 d	58,21 d
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	51,29 g	57,00 f	54,14 f
URUG 298-Roxo	PARA 172	53,67 f	58,33 e	56,00 e
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	54,57 f	61,67 d	58,12 d
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	48,93 h	55,67 g	52,30 g
URUG 298-Roxo	SE 013	55,16 e	63,67 c	59,42 d
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	53,55 f	62,33 d	57,94 d
URUG 298-Roxo	BOZM 260	54,93 e	57,67 e	56,30 e
URUG 298-Roxo	PR 023	54,17 f	58,33 e	56,25 e
URUG 298-Roxo	PA 091	54,85 f	63,00 c	58,93 d
URUG 298-Roxo	BOYA 462	56,45 e	57,67 e	57,06 e
SAM 09/09	PARA 172	56,22 e	61,67 d	58,94 d
SAM 09/09	ARMZ 07049	55,86 e	63,00 c	59,43 d
SAM 09/09	UNB 2U C5	52,59 f	58,33 e	55,46 e
SAM 09/09	SE 013	55,81 e	63,67 c	59,74 c
SAM 09/09	VIÇOSA	56,00 e	61,67 d	58,83 d
SAM 09/09	BOZM 260	54,67 f	59,67 e	57,17 e
SAM 09/09	PR 023	55,50 e	63,67 c	59,58 d
SAM 09/09	PA 091	55,09 e	63,67 c	59,38 d
SAM 09/09	BOYA 462	56,07 e	62,33 d	59,20 d
PARA 172	ARMZ 07049	58,07 d	63,67 c	60,87 c
PARA 172	UNB 2U C5	51,49 g	58,33 e	54,91 e
PARA 172	SE 013	57,21 d	64,33 c	60,77 c
PARA 172	VIÇOSA	54,57 f	63,67 c	59,12 d
PARA 172	BOZM 260	58,14 d	63,00 c	60,57 c
PARA 172	PR 023	59,98 c	65,00 b	62,49 b
PARA 172	PA 091	55,90 e	64,33 c	60,12 c
PARA 172	BOYA 462	56,38 e	63,67 c	60,02 c
ARMZ 07049	UNB 2U C5	56,10 e	62,33 d	59,21 d
ARMZ 07049	SE 013	57,21 d	63,67 c	60,44 c
ARMZ 07049	VIÇOSA	56,88 d	63,67 c	60,27 c

Quadro 22, cont.

ARMZ 07049	BOZM 260	57,07 d	65,00 b	61,03 c
ARMZ 07049	PR 023	57,14 d	67,00 a	62,07 b
ARMZ 07049	PA 091	63,79 a	69,00 a	66,40 a
ARMZ 07049	BOYA 462	60,14 c	65,00 b	62,57 b
UNB 2U C5	SE 013	55,21 e	62,33 d	58,77 d
UNB 2U C5	VIÇOSA	53,76 f	62,33 d	58,05 d
UNB 2U C5	BOZM 260	53,86 f	60,33 e	57,09 e
UNB 2U C5	PR 023	55,29 e	63,00 c	59,14 d
UNB 2U C5	PA 091	53,42 f	62,33 d	57,88 d
UNB 2U C5	BOYA 462	55,57 e	61,67 d	58,62 d
SE 013	VIÇOSA	54,14 f	63,67 c	58,91 d
SE 013	BOZM 260	60,64 b	65,00 b	62,82 b
SE 013	PR 023	60,07 c	65,00 b	62,54 b
SE 013	PA 091	59,19 c	66,33 b	62,76 b
SE 013	BOYA 462	60,18 c	65,67 b	62,93 b
VIÇOSA	BOZM 260	53,93 f	59,67 e	56,80 e
VIÇOSA	PR 023	54,17 f	63,67 c	58,92 d
VIÇOSA	PA 091	53,69 f	63,67 c	58,68 d
VIÇOSA	BOYA 462	54,34 f	62,33 d	58,34 d
BOZM 260	PR 023	58,27 d	66,33 b	62,30 b
BOZM 260	PA 091	59,00 c	65,00 b	62,00 b
BOZM 260	BOYA 462	59,15 c	63,67 c	61,41 c
PR 023	PA 091	61,95 b	65,67 b	63,81 a
PR 023	BOYA 462	62,52 b	65,67 b	64,09 a
PA 091	BOYA 462	62,07 b	67,00 a	64,54 a
Média		55,63	62,27	58,95
Limite inferior		47,81	54,33	51,44
Limite superior		63,79	69,00	66,40
Genitores				
ARZM 13050		51,69 g	57,00 f	54,35 f
URUG 298-Roxo		50,29 h	54,33 g	52,31 g
SAM 09/09		55,45 e	60,33 e	57,89 d
PARA 172		58,29 d	65,00 b	61,64 b
ARZM 07049		64,58 a	67,67 a	66,12 a
UNB 2U C5		52,13 g	59,67 e	55,90 e
SE 013		61,69 b	67,67 a	64,68 a
VIÇOSA		54,73 f	63,00 c	58,87 d
BOZM 260		58,90 c	63,67 c	61,28 c
PR 023		62,36 b	67,67 a	65,01 a
PA 091		61,47 b	66,33 b	63,90 a
BOYA 462		63,04 a	67,00 a	65,02 a
Média		57,89	63,28	60,58
Limite inferior		50,29	54,33	52,31

Quadro 22, cont.

Limite Superior	64,58	67,67	66,12
Testemunhas			
Zapalote Chico	41,93 i	41,00 h	41,46 h
BRS 1030	53,62 f	55,67 g	54,64 e
IAC 125	50,22 h	57,00 f	53,61 f
Média	48,59	51,22	49,91
Limite inferior	41,93	41,00	41,46
Limite superior	53,62	57,00	54,64

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em Maringá, os 81 tratamentos avaliados foram separados e agrupados em nove grupos (a, b, c, d, e, f, g h, i). Com exceção da testemunhas Zapalote Chico, que diferiu significativamente dos demais genótipos e foi isoladamente agrupada em 'i', as combinações ARMZ 13050 x URUG 298-Roxo, ARMZ 13050 x SAM 09/09, ARMZ 13050 x UNB 2U C5 e URUG 298-Roxo x UNB 2U C5 apresentaram significativamente maiores precocidades, todos agrupados em 'h'. Entre os genitores, o destaque foi URUG 298-Roxo, agrupado no grupo "h" juntamente com as combinações híbridas supracitadas, que foram semelhantes à testemunha IAC 125.

Em Araruna, as médias dos 81 tratamentos avaliados foram agrupadas em oito grupos distintos (a, b, c, d, e, f, g e h). Com exceção da testemunha Zapalote Chico. A maior precocidade em relação ao espigamento foi apresentada pelos genitores ARMZ 13050 x URUG 298-Roxo e URUG 298-Roxo x UNB 2U C5, ambos agrupados em 'g', juntamente com o genitor URUG 298-Roxo e a testemunha IAC 125.

4.3.10. Capacidade de expansão

No Quadro 23, são apresentadas as médias ajustadas dos 81 genótipos avaliados para a capacidade de expansão.

A análise de variância conjunta apontou efeito significativo para o efeito principal de tratamentos ($p < 0,05$), indicando variabilidade entre os genótipos avaliados. Considerando que a interação com ambientes foi significativa, os genótipos avaliados apresentaram comportamento diferenciado em distintos ambientes.

Quadro 23 - Médias ajustadas dos ambientes individuais e do ambiente médio dos genótipos avaliados para característica de capacidade de expansão (CE)¹

Genótipo		Maringá	Araruna	Amb. Médio
Combinações Híbridas F ₁ 's				
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	13,50 e	16,39 e	14,95 f
ARMZ 13050	SAM 09/09	21,28 d	19,94 d	20,61 d
ARMZ 13050	PARA 172	14,55 e	12,50 f	13,53 f
ARMZ 13050	ARMZ 07049	14,67 e	18,78 e	16,72 e
ARMZ 13050	UNB 2U C5	21,08 d	24,44 c	22,76 d
ARMZ 13050	SE 013	13,17 e	16,61 e	14,89 f
ARMZ 13050	VIÇOSA	25,67 c	23,66 c	24,67 c
ARMZ 13050	BOZM 260	12,28 e	8,22 g	10,25 g
ARMZ 13050	PR 023	21,56 d	17,56 e	19,56 d
ARMZ 13050	PA 091	22,33 d	21,11 d	21,72 d
ARMZ 13050	BOYA 462	9,11 f	9,50 g	9,31 g
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	22,72 c	20,83 d	21,78 d
URUG 298-Roxo	PARA 172	16,00 e	20,06 d	18,03 e
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	15,72 e	14,50 f	15,11 f
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	25,89 c	25,89 c	25,89 c
URUG 298-Roxo	SE 013	11,11 f	19,61 d	15,36 f
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	24,17 c	19,00 e	21,59 d
URUG 298-Roxo	BOZM 260	10,06 f	10,72 g	10,39 g
URUG 298-Roxo	PR 023	18,94 d	16,72 e	17,83 e
URUG 298-Roxo	PA 091	19,00 d	17,45 e	18,22 e
URUG 298-Roxo	BOYA 462	8,72 f	11,89 g	10,31 g
SAM 09/09	PARA 172	20,50 d	26,06 c	23,28 c
SAM 09/09	ARMZ 07049	20,61 d	23,11 c	21,86 d
SAM 09/09	UNB 2U C5	38,44 a	36,17 a	37,31 a
SAM 09/09	SE 013	19,28 d	21,89 d	20,58 d
SAM 09/09	VIÇOSA	35,22 a	27,22 b	31,22 b
SAM 09/09	BOZM 260	16,67 e	17,72 e	17,20 e
SAM 09/09	PR 023	21,56 d	20,45 d	21,00 d
SAM 09/09	PA 091	31,06 b	30,11 b	30,58 b
SAM 09/09	BOYA 462	14,56 e	15,50 f	15,03 f
PARA 172	ARMZ 07049	14,22 e	17,33 e	15,78 f
PARA 172	UNB 2U C5	26,22 c	27,72 b	26,97 c
PARA 172	SE 013	11,06 f	13,33 f	12,20 f
PARA 172	VIÇOSA	21,17 d	22,89 c	22,03 d
PARA 172	BOZM 260	9,72 f	8,28 g	9,00 g
PARA 172	PR 023	14,28 e	16,61 e	15,45 f
PARA 172	PA 091	24,83 c	14,44 f	19,64 d
PARA 172	BOYA 462	8,17 f	15,17 f	11,67 g
ARMZ 07049	UNB 2U C5	24,22 c	28,50 b	26,36 c
ARMZ 07049	SE 013	15,89 e	14,50 f	15,19 f
ARMZ 07049	VIÇOSA	18,89 d	19,83 d	19,36 d

Quadro 23, cont.

ARMZ 07049	BOZM 260	10,17 f	9,33 g	9,75 g
ARMZ 07049	PR 023	17,72 e	9,50 g	13,61 f
ARMZ 07049	PA 091	20,56 d	22,11 d	21,34 d
ARMZ 07049	BOYA 462	11,72 e	14,11 f	12,92 f
UNB 2U C5	SE 013	24,94 c	25,39 c	25,17 c
UNB 2U C5	VIÇOSA	32,78 b	31,00 b	31,89 b
UNB 2U C5	BOZM 260	19,78 d	17,22 e	18,50 e
UNB 2U C5	PR 023	25,17 c	24,39 c	24,78 c
UNB 2U C5	PA 091	21,22 d	26,00 c	23,61 c
UNB 2U C5	BOYA 462	19,45 d	21,34 d	20,39 d
SE 013	VIÇOSA	21,33 d	23,06 c	22,19 d
SE 013	BOZM 260	5,39 g	9,78 g	7,58 g
SE 013	PR 023	13,44 e	13,17 f	13,31 f
SE 013	PA 091	13,00 e	17,67 e	15,33 f
SE 013	BOYA 462	6,72 g	6,11 h	6,42 g
VIÇOSA	BOZM 260	16,22 e	15,06 f	15,64 f
VIÇOSA	PR 023	23,56 c	27,56 b	25,56 c
VIÇOSA	PA 091	25,39 c	24,22 c	24,81 c
VIÇOSA	BOYA 462	17,78 e	16,61 e	17,20 e
BOZM 260	PR 023	13,11 e	10,61 g	11,86 g
BOZM 260	PA 091	17,17 e	12,67 f	14,92 f
BOZM 260	BOYA 462	7,78 f	6,72 h	7,25 g
PR 023	PA 091	21,16 d	14,84 f	18,00 e
PR 023	BOYA 462	10,55 f	13,61 f	12,08 f
PA 091	BOYA 462	14,11 e	11,61 g	12,86 f
Média		18,16	18,27	18,21
Limite inferior		5,39	6,11	6,42
Limite superior		38,44	36,17	37,31
Genitores				
ARZM 13050		13,11 e	15,45 f	14,28 f
URUG 298-Roxo		17,33 e	20,22 d	18,78 e
SAM 09/09		30,00 b	33,78 a	31,89 b
PARA 172		16,00 e	15,50 f	15,75 f
ARZM 07049		18,94 d	18,44 e	18,69 e
UNB 2U C5		35,22 a	35,00 a	35,11 a
SE 013		15,89 e	13,11 f	14,50 f
VIÇOSA		28,78 b	28,17 b	28,47 b
BOZM 260		9,89 f	8,22 g	9,06 g
PR 023		13,83 e	11,11 g	12,47 f
PA 091		18,78 d	20,06 d	19,42 d
BOYA 462		8,33 f	9,78 g	9,06 g
Média		18,84	19,07	18,96
Limite inferior		8,33	8,22	9,06

Quadro 23, cont.

Limite Superior	35,22	35,00	35,11
Testemunhas			
Zapalote Chico	2,56 g	2,11 i	2,34 h
BRS 1030	3,00 g	2,50 i	2,75 h
IAC 125	36,55 a	39,28 a	37,92 a
Média	14,04	14,63	14,33
Limite inferior	2,56	2,11	2,34
Limite superior	36,55	39,28	37,92

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em termos gerais, as médias de todos os grupos se apresentaram similares entre os ambientes.

Em Maringá, os genótipos foram agrupados em sete grupos (a, b, c, d, e, f e g). Os piores materiais, como eram esperados, foram as testemunhas Zapalote Chico e BRS 1030, pois ambos os materiais são classificados como milho comum. A testemunha milho-pipoca IAC 125 ficou agrupada em 'a', juntamente com os híbridos interpopulacionais SAM 09/09 x UNB 2U C5, SAM x VIÇOSA e o genitor UNB 2U C5, com médias 36,55 mL.g⁻¹, 38,44 mL.g⁻¹, 35,22 mL.g⁻¹ e 35,22 mL.g⁻¹, respectivamente, diferindo e superando todos os outros genótipos avaliados.

Em Araruna, os genótipos foram agrupados em nove grupos distintos (a, b, c, d, e, f, g, h e i). As testemunhas classificadas como milho comum novamente foram as que apresentaram a menor capacidade de expansão. Em Araruna, o híbrido interpopulacional SAM 09/09 x UNB 2U C5, a testemunha IAC 125 e os genitores SAM e UNB 2U C5 superaram significativamente todos os demais genótipos, com médias 36,17 mL.g⁻¹, 39,28 mL.g⁻¹, 33,78 mL.g⁻¹ e 35,00 mL.g⁻¹, respectivamente.

Avaliando genótipos de pipoca e seus desempenhos em distintos ambientes, utilizando métodos de adaptabilidade e estabilidade, Silva et al. (2013) encontraram resultados semelhantes para a capacidade de expansão da variedade de polinização aberta UNB 2U C5, com 35,69 mL.g⁻¹ e resultados inferiores para a variedade SAM, com 27,59 mL.g⁻¹. Os valores encontrados no presente trabalho foram superiores aos encontrados por Silva et al. (2013) e inferiores aos de Arnhold et al. (2010), autores que, em avaliação de famílias S₅, encontraram capacidade de expansão média acima de 42,00 mL.g⁻¹.

4.3.11. Danos da lagarta-do-cartucho

O Quadro 24 apresenta as notas médias de danos de lagarta do cartucho. Com base nas análises de variâncias realizadas para as avaliações aos 14 e 21 dias após a emergência de plantas (DAE). Entre os genótipos avaliados, foram verificadas diferenças significativas para o ataque da praga,.

Quadro 24 - Notas médias ajustadas dos genótipos avaliados para característica de danos de *Spodoptera frugiperda*, aos 14 e 21 dias após a emergência de plantas

Genótipo	14 Dias	21 Dias	
Combinções Híbridas F ₁ 's			
ARMZ 13050	URUG 298-Ro	3,95 a	6,59 a
ARMZ 13050	SAM 09/09	3,36 b	6,59 a
ARMZ 13050	PARA 172	4,03 a	6,84 a
ARMZ 13050	ARMZ 07049	3,60 b	6,15 a
ARMZ 13050	UNB 2U C5	4,68 a	7,03 a
ARMZ 13050	SE 013	3,99 a	6,29 a
ARMZ 13050	VIÇOSA	3,65 b	5,97 a
ARMZ 13050	BOZM 260	4,07 a	5,67 b
ARMZ 13050	PR 023	4,60 a	5,73 b
ARMZ 13050	PA 091	3,26 b	6,19 a
ARMZ 13050	BOYA 462	3,87 b	6,20 a
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	3,79 b	6,88 a
URUG 298-Roxo	PARA 172	3,88 b	6,46 a
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	4,28 a	6,32 a
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	3,68 b	6,27 a
URUG 298-Roxo	SE 013	3,48 b	5,66 b
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	3,97 a	6,04 a
URUG 298-Roxo	BOZM 260	3,77 b	6,57 a
URUG 298-Roxo	PR 023	3,10 b	5,60 b
URUG 298-Roxo	PA 091	3,97 a	6,05 a
URUG 298-Roxo	BOYA 462	3,44 b	6,29 a
SAM 09/09	PARA 172	3,83 b	6,56 a
SAM 09/09	ARMZ 07049	4,65 a	6,12 a
SAM 09/09	UNB 2U C5	3,97 a	6,05 a
SAM 09/09	SE 013	3,72 b	5,85 b
SAM 09/09	VIÇOSA	4,48 a	5,70 b
SAM 09/09	BOZM 260	4,62 a	6,07 a
SAM 09/09	PR 023	4,45 a	6,21 a
SAM 09/09	PA 091	3,84 b	6,58 a
SAM 09/09	BOYA 462	3,94 a	5,85 b
PARA 172	ARMZ 07049	4,00 a	5,52 b

Quadro 24, cont.

PARA 172	UNB 2U C5	4,30 a	6,45 a
PARA 172	SE 013	3,57 b	6,46 a
PARA 172	VIÇOSA	3,41 b	5,66 b
PARA 172	BOZM 260	2,97 b	5,93 a
PARA 172	PR 023	3,44 b	6,22 a
PARA 172	PA 091	4,18 a	5,93 a
PARA 172	BOYA 462	3,90 b	6,29 a
ARMZ 07049	UNB 2U C5	4,08 a	6,25 a
ARMZ 07049	SE 013	3,62 b	5,96 a
ARMZ 07049	VIÇOSA	4,31 a	5,91 a
ARMZ 07049	BOZM 260	4,20 a	6,05 a
ARMZ 07049	PR 023	3,84 b	6,00 a
ARMZ 07049	PA 091	4,26 a	5,95 a
ARMZ 07049	BOYA 462	4,32 a	5,68 b
UNB 2U C5	SE 013	3,97 a	6,00 a
UNB 2U C5	VIÇOSA	4,76 a	6,39 a
UNB 2U C5	BOZM 260	4,87 a	6,33 a
UNB 2U C5	PR 023	4,36 a	6,12 a
UNB 2U C5	PA 091	5,00 a	6,53 a
UNB 2U C5	BOYA 462	4,88 a	6,86 a
SE 013	VIÇOSA	4,52 a	6,39 a
SE 013	BOZM 260	3,87 b	6,11 a
SE 013	PR 023	4,14 a	5,72 b
SE 013	PA 091	4,18 a	5,99 a
SE 013	BOYA 462	4,12 a	6,08 a
VIÇOSA	BOZM 260	4,18 a	6,11 a
VIÇOSA	PR 023	4,09 a	6,62 a
VIÇOSA	PA 091	4,20 a	6,13 a
VIÇOSA	BOYA 462	4,08 a	6,03 a
BOZM 260	PR 023	4,24 a	6,35 a
BOZM 260	PA 091	3,78 b	5,67 b
BOZM 260	BOYA 462	4,01 a	5,31 b
PR 023	PA 091	4,03 a	5,70 b
PR 023	BOYA 462	3,36 b	5,81 b
PA 091	BOYA 462	3,03 b	5,64 b
Média		4,00	6,13
Limite inferior		2,97	5,31
Limite superior		5,00	7,03
Genitores			
ARZM 13050		4,41 a	6,24 a
URUG 298-Roxo		4,38 a	6,08 a
SAM 09/09		4,18 a	6,10 a
PARA 172		3,20 b	5,68 b

Quadro 24, cont.

ARZM 07049	4,39 a	5,31 b
UNB 2U C5	4,71 a	6,31 a
SE 013	3,85 b	5,10 b
VIÇOSA	4,12 a	6,01 a
BOZM 260	4,12 a	5,68 b
PR 023	3,84 b	5,53 b
PA 091	3,39 b	5,15 b
BOYA 462	4,08 a	6,04 a
Média	4,06	5,77
Limite inferior	3,20	5,10
Limite superior	4,71	6,31
Testemunhas		
Zapalote Chico	3,39 b	5,32 b
BRS 1030	3,67 b	4,65 b
IAC 125	4,24 a	5,97 a
Média	3,77	5,31
Limite inferior	3,39	4,65
Limite superior	4,24	5,97

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Considerando que as maiores notas correspondem aos maiores níveis de danos causados pela praga, com maiores prejuízos em produtividade, devido à maior redução da área fotossintética das plantas atacadas, o melhoramento busca a seleção dos genótipos com as menores notas.

Aos 14 dias e aos 21 DAE, os 81 genótipos foram separados em dois grupos distintos: 'a' e 'b'. Aos 14 DAE, as testemunhas de milho comum, anteriormente consideradas como portadoras de resistência genética à lagarta-do-cartucho, foram separadas no grupo 'b', juntamente com outros 30 híbridos interpopulacionais, que superaram os demais pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os materiais de menor média, como o parental PARA 172 *per se*, e a combinação PARA 172 x BOZM 260, aparentemente mais tolerantes à lagarta, não diferiram significativamente das testemunhas. Considerando que as testemunhas são materiais de relevância como referencial de resistência à praga, o resultado não deixa de ser interessante, por se tratar de material experimental.

Aos 21 DAE, as testemunhas se mantiveram no grupo 'b', mas somente 17 híbridos interpopulacionais se mantiveram neste grupo, superando

significativamente os demais. Destes, sete genótipos se mantiveram no grupo que apresentou menores danos aos 14 DAE; os outros 10 genótipos apresentaram danos menores nos sete dias que separaram as duas avaliações. Nesta avaliação, aos 21 DAE, a testemunha BRS 1030 apresentou média 4.65, não diferindo significativamente dos genótipos estratificados em “b”. Houve destaque para a combinação BOZM 260 x BOYA 462, com média 5.31, semelhante à verificada na testemunha BRS 1030. Da mesma forma que o observado aos 14 DAE, a equivalência entre BOZM 260 x BOYA 462 e BRS 1030 é positiva, dada a resistência da testemunha.

Aos 28 DAE, não houve diferença entre os genótipos, pelo teste F aproximado, a 5% de probabilidade. Assim, este foi o estágio de maior suscetibilidade, quando as plantas apresentaram de 7 a 8 folhas completamente desenvolvidas, inclusive para as testemunhas Zapalote Chico e BRS 1030.

Os resultados obtidos no presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Cruz e Turpin (1982). Estes autores apontaram que a condição mais suscetível do milho em relação à lagarta do cartucho ocorre em plantas no estágio correspondente à presença de 6 a 8 folhas, com redução superior a 18% na produtividade de grãos.

Em análise dialélica com populações F_2 de milho, para avaliar resistência à lagarta-do-cartucho, Hanashiro (2014) utilizou o teste de Scott-Knott para separar as médias, obtendo grupos “a” e “b”, com notas inferiores às encontradas no presente trabalho, justificadas pela baixa incidência natural da praga desfolhadora.

4.4. Análise dialélica

No Quadro 25, são apresentados os quadrados médios das análises dialélicas conjuntas para as dez características avaliadas das 12 variedades parentais e suas 66 combinações híbridas F_1 's, nos dois ensaios experimentais.

Segundo Cruz et al. (2012), o modelo 4 do método de Gardner e Eberhart (1996) deve ser utilizado quando há diferenças entre as variedades genitoras e presença de heterose tanto de cruzamentos entre as variedades quanto em cruzamentos específicos entre elas. Portanto, a utilização do modelo 4 é justificado, pois houve efeito significativo ($p < 0,05$) para todas as fontes de variação presentes no modelo e em todas as características avaliadas.

Quadro 5 - Análise de variância dialélica conjunta, adaptada pelos modelos de Griffing (1956) para estimativa da capacidade combinatória e Gardner e Eberhart (1966) para estimativa dos efeitos de variedades e de heterose

F.V. ¹	G.L.	Q.M.									
		RG	NF	NGF	DE	CESP	AP	AE	Fmas	Ffem	CE
Tratamentos	77	0,990*	2,510*	39,201*	23,382*	6,175*	1109,339*	1348,449*	47,095*	66,982*	272,294*
CGC	11	1,986*	10,832*	141,998*	103,285*	21,220*	3249,043*	6142,523*	281,272*	400,158*	1749,126*
Variedades	11	1,986*	10,832*	141,998*	103,285*	21,220*	3249,043*	6142,523*	281,272*	400,158*	1749,126*
Heterose	66	0,824*	1,123*	22,069*	10,065*	3,667*	752,721*	549,437*	8,066*	11,452*	26,155*
H. M.	1	31,024*	2,195 ^{ns}	562,994*	286,120*	105,444*	29405,392*	19305,004*	115,782*	161,887*	33,577*
H. V.	11	0,327*	1,006 ^{ns}	19,204 ^{ns}	5,455*	2,537*	351,408*	299,519*	3,483*	3,750*	32,963*
H. E.	54	0,366*	1,127*	12,635 ^{ns}	5,892*	2,013*	303,865*	253,021*	7,004*	10,235*	24,631*
Ambiente	1	2,546*	3,428*	153,070*	26,459*	2,222 ^{ns}	317179,72*	169521,907*	3429,099*	4867,510*	2,044 ^{ns}
T x A	77	0,253*	0,639 ^{ns}	17,914*	3,712*	1,420*	163,599*	125,914*	2,828*	5,541*	16,833*
CGC x A	11	0,668*	0,967 ^{ns}	22,507*	6,767*	2,313*	82,064 ^{ns}	154,936*	8,238*	13,635*	21,630*
V x A	11	0,668*	0,967 ^{ns}	22,507*	6,767*	2,313*	82,064 ^{ns}	154,936*	8,238*	13,635*	21,630*
H x A	66	0,184*	0,585 ^{ns}	17,148*	3,203 ^{ns}	1,271 ^{ns}	177,188*	121,077*	1,926 ^{ns}	4,192*	16,033 ^{ns}
H.M. x A	1	0,004 ^{ns}	0,669 ^{ns}	3,262 ^{ns}	0,643 ^{ns}	0,816 ^{ns}	3328,297*	1297,937*	1,587 ^{ns}	23,802*	0,189 ^{ns}
H.V. x A	11	0,341*	0,546 ^{ns}	17,860 ^{ns}	4,117 ^{ns}	1,479 ^{ns}	161,881 ^{ns}	155,733*	0,749 ^{ns}	2,297 ^{ns}	13,320 ^{ns}
H.E. x A	54	0,156*	0,591 ^{ns}	17,260*	3,064 ^{ns}	1,237 ^{ns}	121,953 ^{ns}	92,224 ^{ns}	2,173*	4,215*	16,880*
Erro Efetivo	272	0,094	0,588	11,473	2,531	1,016	113,405	83,361	1,473	1,729	7,630
Média		1,851	13,765	34,814	33,456	15,591	217,306	137,806	54,763	59,202	18,328

¹H. M.: Heterose Média; H. V.: Heterose de Variedade; H. E.: Heterose Específica; T: Tratamentos; A: Ambientes; CGC: Capacidade Geral de Combinação.

*: significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade; ns: não significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Houve significância para o efeito de tratamentos para todas as variáveis ($p < 0,05$), pelo teste F, indicando variabilidade genética entre os materiais. Esta variabilidade indica a necessidade em fazer o desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, para a utilização dos graus de liberdade das capacidades combinatórias \hat{g}_i e \hat{s}_{ij} (Griffing, 1956) e \hat{v}_i , \bar{h} , \hat{h}_i e \hat{s}_{ij} (Gardner e Eberhart, 1966). Nota-se que os estimadores da capacidade específica de combinação e da heterose específica são os mesmos (\hat{s}_{ij}), permitindo a utilização dos efeitos da heterose específica para o possível efeito diferenciado de um cruzamento específico em relação ao apresentado por \hat{g}_i .

As estimativas da capacidade geral de combinação e de variedade (\hat{g}_i e \hat{v}_i) informam sobre a concentração de genes aditivos e seu comportamento *per se* nas características avaliadas, tendo grande importância na indicação de genótipos a serem utilizados, futuramente, em Programas de Melhoramento, utilizando um método de melhoramento intrapopulacional (Cruz et al., 2012; Kvitschal et al., 2004).

Observando-se a análise dialélica conjunta, pode-se inferir que os efeitos de CGC e de variedades foram significativos ($p < 0,05$) para todas as variáveis presentes (Quadro 25), indicando que os genitores não constituem um grupo homogêneo. Evidencia, na verdade, a predominância de genes de ação aditiva, o que é importantes ao melhoramento de plantas. Kvitschal et al. (2004) encontram resultados semelhantes para as variáveis altura de plantas, altura de espiga e rendimento de grãos.

Houve efeito significativo de heterose ($p < 0,05$) para os cruzamentos entre os genitores em todas as variáveis, assim como para os seus desdobramentos, indicando que a heterose foi diferenciada entre as variedades. Houve exceção da heterose média e da variedade para número de fileiras e heterose de variedade para número de grãos por fileira, que não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$). Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para heterose específica, exceto para a variável número de fileiras por grãos. A significância para os efeitos de variedades e de heterose indica divergência entre as variedades e a manifestação de heterose em seus cruzamentos.

Considerando a significância da interação CGC x Ambientes para quase todas as variáveis, as estimativas de \hat{g}_i foram estimadas separadamente em cada ambiente. Por outro lado, como as variáveis número de fileiras por espiga e altura de

plantas não apresentaram interação significativa com ambientes, suas estimativas foram feitas com base nas médias entre os dois ambientes.

Em trabalho realizado com análise dialélica do potencial de híbridos de milho para a geração de populações base, Oliboni et al. (2013) encontraram efeitos significativos para capacidade geral e específica de combinação, indicando a ação de genes aditivos e não aditivos na herança dos caracteres altura de plantas e altura de espigas. Andrade et al. (2002), em análise dialélica com variedades de milho-pipoca, encontraram influência de genes aditivos e não aditivos para altura de plantas e de espiga, assim como para rendimento de grãos. Esses resultados vão ao encontro dos resultados encontrados no presente trabalho.

Pinto et al. (2007b) relatam efeito não significativo do efeito da CGC e da sua interação com os ambientes para a capacidade de expansão, ao contrário do detectado no presente trabalho, em que houve significância para a interação, indicando que, para a capacidade de expansão, as capacidades combinatórias das variedades genitoras foram diferenciadas entre os ambientes.

Analogamente aos resultados do presente trabalho, Seifert et al. (2006), em análise combinatória de populações de milho-pipoca, detectaram, para rendimento de grãos, altura de plantas e florescimento feminino, valores estatisticamente significativos para os efeitos de variedades, associados aos efeitos aditivos dos genes. Do mesmo modo, para os mesmos caracteres, encontraram efeitos significativos para a heterose, associados a mecanismos gênicos não aditivos.

Miranda et al. (2008) encontraram efeitos significativos de CGC para as características de capacidade de expansão, peso de grãos, altura de plantas e espigas, de modo semelhante aos resultados do presente trabalho. Em relação à interação da CGC com os ambientes, esses autores relataram efeitos diferenciados da CGC entre os ambientes para as características peso de grãos e altura de plantas, assim como no presente trabalho. Os genótipos tiveram comportamento médio para CGC entre os ambientes para as características de capacidade de expansão e altura de espigas, similar ao encontrado no presente trabalho para este último caráter.

Estimativas de \hat{g}_i altas, sejam elas positivas ou negativas, indicam que a variedade é muito melhor ou muito pior que as demais dentro do dialelo, em relação às médias dos seus híbridos intervarietais. Estimativas de \hat{g}_i baixas, tanto positivas

quanto negativas, indicam que a média dos híbridos formados pelos parentais em questão aproxima-se da média do dialelo (Scapim et al., 2002; Kvitschal et al. 2004).

No Quadro 26, são apresentadas as estimativas de $\hat{\sigma}_i$ para as dez variáveis resposta que foram submetidas à análise dialélica conjunta.

O rendimento de grãos apresentou estimativas elevadas e positivas de CGC para as variedades PARA 172, BOYA 462 e UNB 2U C5, com 0,239, 0,216 e 0,205, respectivamente. As piores estimativas em Maringá foram apresentadas por PA 091 e ARZM 07049, com -0,338 e -0,216, respectivamente. Em Araruna, as melhores capacidades geral de combinação foram apresentadas pelas variedades PR 023 e BOYA 462, com 0,231 e 0,180, respectivamente. A pior CGC foi apresentada pela variedade PA 091, com -0,392, indicando que a mesma possui uma baixa concentração de genes favoráveis com efeitos aditivos, não sendo indicada para o melhoramento desta característica.

As estimativas para o número de fileiras de grãos foram realizadas com base no ambiente médio, pois a interação CGC x Ambientes não foi significativa. O genótipo com maior CGC foi o PARA 172 (0,535), cabendo a BOYA 462 (-0,772) a pior estimativa.

Os genótipos que apresentaram melhor CGC para o número de grãos por fileira foram SE 013, com 3,374 e 1,327, em Maringá e Araruna, respectivamente. Outro material de destaque foi UNB 2U C5, mas somente em Araruna ($\hat{\sigma}_i = 1,463$). A pior capacidade combinatória foi apresentada em ambos os ambientes pela variedade BOYA 462.

As melhores estimativas de $\hat{\sigma}_i$ para diâmetro de espigas foi apresentada pelas variedades PR 023 e ARMZ 13050, em ambos os ambientes. A primeira apresentou estimativas 1,832 e 2,018 e a segunda 1,725 e 1,603 para Maringá e Araruna, respectivamente. As menores estimativas de CGC para o diâmetro de espigas foram verificadas em SAM 09/09, para Maringá, e PA 091, para Araruna, com estimativas de -2,001 e -1,097, respectivamente.

O genótipo UNB 2U C5 apresentou destaque em sua estimativa para comprimento de espigas, em ambos os ambientes, com valores de 1,073 e 0,794, respectivamente, para Maringá e Araruna. No entanto, em Araruna, a maior estimativa ficou para o genótipo SAM 09/09, com estimativa de 0,839.

Quadro 6 - Estimativas dos efeitos de $\hat{\alpha}_i$ para rendimento de grãos (RG), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CESP), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), florescimento masculino (Fmas), florescimento feminino (Ffem) e capacidade de expansão (CE)

Genitor	RG		NF	NGF		DE		CESP		AP	AE		FMAS		Ffem		CE	
	Amb1	Amb2	Médio	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Médio	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2
ARZM 13050	0,069	0,129	0,256	-0,741	-1,529	1,725	1,603	-0,159	-0,337	-7,184	-12,856	-10,974	-3,14	-2,817	-3,471	-3,04	-1,571	-1,393
URUG 298-Roxo	0,049	0,023	-0,15	-0,073	-0,605	-0,54	-0,582	-0,587	-0,423	-11,027	-8,413	-12,651	-2,11	-2,532	-2,929	-3,802	-1,207	-0,402
SAM 09/09	-0,186	-0,037	-0,049	0,05	1,062	-2,001	-0,801	0,434	0,839	-2,32	-2,598	-2,055	-1,38	-1,389	-1,291	-1,373	6,035	6,246
PARA 172	0,239	0,018	0,535	1,37	0,777	1,349	0,928	-0,386	-0,867	0,878	4,464	0,108	0,178	0,183	0,155	0,246	-1,763	-0,981
ARZM 07049	-0,216	0,043	0,158	-0,944	-0,795	-0,814	0,042	-0,474	-0,231	2,546	2,738	3,531	2,113	1,754	2,338	2,246	-1,08	-0,759
UNB 2U C5	0,205	-0,076	-0,422	1,84	1,463	-0,561	-0,5	1,073	0,794	0,27	-7,263	-8,206	-2,217	-1,484	-2,816	-2,04	8,017	8,495
SE 013	0,054	-0,107	0,306	3,374	1,327	0,984	0,943	0,611	0,208	-2,37	-0,041	4,314	1,437	2,135	1,615	2,151	-3,593	-2,271
VIÇOSA	-0,021	-0,107	0,024	0,092	0,55	-0,428	-0,656	0,37	0,285	-1,293	-8,136	-5,618	-1,576	-0,484	-1,525	0,008	5,881	4,809
BOZM 260	-0,181	0,095	-0,239	-0,638	0,78	-0,996	-0,975	-0,321	0,282	0,462	5,555	3,053	1,024	0,087	1,031	-0,04	-5,663	-6,882
PR 023	0,111	0,231	0,296	-1,987	-0,327	1,832	2,018	0,102	0,346	6,053	11,191	10,088	2,18	1,897	2,31	2,246	-0,62	-2,278
PA 091	-0,338	-0,392	0,058	-0,027	-0,447	-0,422	-1,097	-0,482	-0,583	0,007	-0,416	0,267	1,407	1,421	1,961	2,103	2,141	0,944
BOYA 462	0,216	0,18	-0,772	-2,314	-2,256	-0,128	-0,927	-0,18	-0,312	13,978	15,775	18,144	2,084	1,23	2,621	1,294	-6,576	-5,528

Amb1: Maringá – PR; Amb2: Araruna – PR.

Nos Programas de Melhoramento, o melhorista geralmente adota procedimentos de seleção de plantas com menor altura de planta e de espiga, de tal modo que as menores estimativas de CGC são consideradas desejáveis, pois as maiores podem indicar uma maior possibilidade de acamamento e quebramento de plantas.

Como a variável altura de plantas não apresentou efeito significativo ($p>0,05$) para a interação CGC x ambientes, o interesse é voltado para as estimativas de médias de \bar{g}_i , entre os ambientes. O genitor URUG 298-Roxo se destacou com a menor estimativa média. Outro genitor que merece destaque é ARMZ 13050. Quanto ao caráter de altura de espigas, as menores estimativas foram apresentadas pelos genitores ARMZ 13050, URUG 298-Roxo, UNB 2U C5 e VIÇOSA, ambos com estimativas altamente negativas e, portanto, mais interessantes para a seleção de plantas mais baixas e possivelmente mais tolerantes ao acamamento e quebramento.

Assim como no caso da altura de plantas, o florescimento precoce é mais interessante ao melhorista, durante a seleção de genótipos, de modo que os genótipos com as menores estimativas tendem a ser os mais interessantes. Na manifestação de genes de efeitos aditivos para o florescimento precoce, tanto masculino quanto feminino, tiveram destaque os genitores ARMZ 13050, URUG 298-Roxo e UNB 2U C5, em ambos os ambientes.

Em relação à capacidade de expansão, os genótipos com maiores estimativas de capacidade combinatória foram UNB 2U C5, SAM 09/09 e VIÇOSA. Ao apresentarem maior manifestação de efeitos aditivos favoráveis à característica, são os genótipos mais promissores ao melhoramento para a capacidade de expansão. Isso foi comprovado pelo desempenho dos seus híbridos intervarietais em relação a esta característica, pois as combinações entre tais genitores apresentaram os melhores valores de capacidades de expansão. O genitor PA 091 foi outro material de destaque, com estimativas positivas para capacidade de expansão.

No Quadro 27, encontram-se as estimativas de \bar{g}_i para os dez caracteres avaliados em ambos os ambientes, obtidos a partir da análise dialélica conjunta, pelo modelo 4 do método proposto por Gardner e Eberhart (1966).

As estimativas de $\hat{\sigma}_i$ se aproximam muito dos efeitos de $\hat{\sigma}_i$ (CGC), pois os efeitos da CGC englobam uma parte devida aos efeitos de variedade e outra parte devida aos efeitos de heterose de variedade (Kvitschal et al., 2004). Para efeitos de comparações entre essas estimativas, foram consideradas superiores aquelas que apresentam valores que superem em duas vezes o seu desvio-padrão (Cruz et al., 2012).

Em Maringá, os efeitos de $\hat{\sigma}_i$ para rendimento de grãos foram significativamente superiores para as variedades UNB 2U C5 e PR 023, que não diferiram das variedades PARA 172 e BOYA 462. Considerando as variedades superiores em Maringá, somente PR 023 foi superior em Araruna, juntamente com ARMZ 13050, que superaram todas as demais, com exceção de VIÇOSA e BOZM 260, que apresentaram estimativas positivas dos efeitos de variedade, com os melhores comportamentos *per se*.

Os resultados da análise dialélica conjunta para número de fileiras por espiga permitiram algumas conclusões a partir das estimativas médias de $\hat{\sigma}_i$, entre os ambientes. As variedades com pior desempenho significativamente foram UNB 2U C5e BOYA 462, com estimativas negativas e não apresentando bom comportamento *per se*. A característica de número de grãos por fileira apresentou estimativa significativamente superior de $\hat{\sigma}_i$ para o genitor UNB 2U C5, que diferiu dos demais, em ambos os ambientes, com exceção de SE 013, SAM 09/09, VIÇOSA e PR 023, em Maringá, e de BOZM 260, SAM 09/09, VIÇOSA, URUG 298-Roxo, SE 013, e PR 023, em Araruna.

Para o diâmetro de espigas, os genitores com estimativas superiores foram ARMZ 13050, PARA 172, PR 023, SE 013 e UNB 2U C5, tendo um desempenho *per se* superior ao dos demais no ambiente de Maringá. Em relação a Araruna, os genótipos com os melhores valores foram ARMZ 13050 e PR 023.

Com relação ao comprimento de espigas, as estimativas de $\hat{\sigma}_i$ para o ambiente de Maringá foram significativamente superior para UNB 2U C5, em relação a todos os demais, sendo semelhante ao genótipos SE 013. Em Araruna, houve destaque para o genótipo SAM 09/09, apresentando desempenho significativamente semelhante a UNB 2U C5, BOZM 260 e SE 013 e superior aos demais genótipos.

No caso da altura de plantas, altura de espigas e ciclo (da emergência até o pendoamento), estimativas menores são mais interessantes ao melhoramento. Com

base na análise dialélica conjunta, as conclusões em relação às estimativas de σ_e^2 para altura de plantas foram por meio da média entre os dois ambientes, ao contrário da característica altura de espigas, que apresentou efeito diferenciado das variedades entre os ambientes, levando a conclusões separadas para cada ambiente.

Os genitores que apresentaram estimativas negativas e apresentaram bom comportamento *per se*, sendo indicados ao melhoramento, em uma abrangência geral para ambas as características de altura e os ambientes foram URUG 298-Roxo, ARMZ 13050, VIÇOSA, que não apresentaram diferenças significativas, entre si, em ambas as características. Destaque também para os genótipos PA 091 e ARMZ 07049, em Maringá, e para PARA 172 e UNB 2U C5, em Araruna, significativamente semelhantes aos anteriormente citados.

Houve comportamento diferenciado das variedades entre os ambientes para os caracteres florescimento masculino e feminino. Dessa forma, as conclusões foram consideradas em cada ambiente individual. As variedades com estimativas negativas e, portanto, mais precoces, foram URUG 298-Roxo, ARMZ 13050 e UNB 2U C5.

A capacidade de expansão apresentou comportamento diferenciado das variedades entre os ambientes. As variedades que apresentaram significativamente os melhores comportamentos *per se*, com base nas estimativas de σ_e^2 , foram UNB 2U C5 e SAM 09/09, em Araruna, e UNB 2U C5, em Maringá. Outro genótipo promissor ao melhoramento intrapopulacional, embora significativamente inferior aos anteriores (UNB 2U C5, em Maringá; UNB 2U C5 e SAM 09/09, em Araruna), é o VIÇOSA.

No Quadro 28, são apresentadas as estimativas de heterose de variedades (\bar{h}_i) e de heterose média (\bar{h}) para as 12 variedades genitoras utilizadas no presente trabalho.

Na observação da heterose média, a análise de variância dialélica conjunta apontou efeito significativo para rendimento de grãos, número de grãos por fileira, diâmetro de espigas, comprimento de espigas, altura de plantas, altura de espigas, florescimento masculino, florescimento feminino e capacidade de expansão. O número de fileiras por espiga foi a única característica na qual não houve efeito de heterose média.

Quadro 27 - Estimativas de \hat{V}_i para rendimento de grãos (RG), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CESP), altura de plantas (AP), altura de espiga (AE), florescimento masculino (Fmas), florescimento feminino (Ffem) e capacidade de expansão (CE)

GENITOR	RG		NF		NGF		DE		CESP		AP		AE		Fmas		Ffem		CE	
	Amb1	Amb2	Médio	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Médio	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2
ARZM 13050	-0,050	0,673	0,286	-1,533	-2,062	3,253	4,336	0,360	-0,049	-7,286	-14,810	-15,117	-5,755	-5,500	-6,191	-6,278	-5,730	-3,623		
URUG 298-Roxo	-0,078	0,023	-0,151	-1,589	0,548	-1,164	-1,247	-1,283	0,108	-21,936	-20,650	-23,177	-5,109	-6,167	-7,596	-8,945	-1,510	1,151		
SAM 09/09	-0,322	-0,285	-0,088	1,304	2,772	-4,418	-1,324	0,937	2,081	-3,166	-5,090	-3,727	-2,672	-2,833	-2,432	-2,945	11,157	14,711		
PARA 172	0,224	-0,329	0,607	3,577	-0,672	3,229	1,073	-1,297	-2,569	-7,441	11,020	-14,557	1,016	1,833	0,404	1,722	-2,843	-3,573		
ARZM 07049	-0,343	-0,432	0,856	-4,589	-0,842	-0,881	1,223	-0,977	-0,655	-2,386	-5,930	-3,167	4,995	4,500	6,693	4,389	0,101	-0,626		
UNB 2U C5	0,678	0,079	-0,455	5,967	4,688	0,909	-1,140	2,737	1,978	1,144	-4,540	-13,447	-4,213	-2,833	-5,757	-3,611	16,381	15,931		
SE 013	0,086	-0,220	-0,085	5,301	0,492	1,369	1,210	1,270	0,718	-7,166	0,180	2,383	2,349	3,833	3,801	4,389	-2,956	-5,959		
VIÇOSA	-0,222	0,440	-0,083	0,134	1,215	-0,618	-3,384	-0,370	-0,035	-6,476	-14,540	-15,117	-2,443	-1,500	-3,155	-0,278	9,937	9,098		
BOZM 260	-0,387	0,228	-0,208	-4,699	3,828	-1,224	0,330	-1,230	1,301	10,934	13,240	12,383	0,973	-0,167	1,014	0,389	-8,953	-10,849		
PR 023	0,605	0,603	0,686	-0,086	0,272	2,356	4,343	-0,060	0,241	19,274	19,910	33,773	4,224	4,500	4,476	4,389	-5,010	-7,956		
PA 091	-0,594	-0,675	0,131	-0,976	-5,732	-1,374	-3,657	-0,730	-2,895	-8,366	-10,090	-3,447	2,182	1,833	3,584	3,056	-0,066	0,988		
BOYA 462	0,403	-0,104	-1,497	-2,809	-4,508	-1,438	-1,764	0,643	-0,225	32,869	31,300	43,213	4,453	2,500	5,159	3,722	-10,510	-9,293		
DP ($\hat{V}_1 - \hat{V}_2$)	0,248	0,253	0,626	3,143	2,328	1,300	1,299	0,862	0,783	8,695	7,482	7,427	0,902	1,072	1,027	1,118	1,677	2,713		

Amb1: Maringá – PR; Amb2: Araruna – PR.

Os efeitos significativos dos quadrados médio de heterose média indicou divergência genética entre as variedades parentais estudadas neste trabalho. Assim, configura-se uma situação favorável à execução de melhoramento genético (Amaral Júnior et al., 1997).

Para rendimento de grãos e altura de espigas, a heterose de variedades apresentou interação significativa com os ambientes, levando à observação de cada genótipo em cada ambiente, devido ao comportamento diferenciado das variedades quanto ao seu efeito heterótico. As demais variáveis não apresentaram interação com o ambiente, podendo ser utilizadas as médias das estimativas entre os ambientes avaliados.

As variedades que se destacaram proporcionando efeitos positivos de heterose em seus cruzamentos para rendimento de grãos foram ARMZ 07049 e BOYA 462, não diferindo de PARA 172 e SAM 09/09, no ambiente de Araruna. Houve um destaque especial para PARA 172, que apresentou as maiores estimativas de heterose de variedades, indicando sua divergência em relação às demais variedades, sendo recomendada para exploração no melhoramento para síntese de híbridos.

O destaque da variedade PARA 172 quanto ao rendimento de grãos foi consistente devido às estimativas positivas em características, como número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro de espigas e comprimento de espigas, assim como na variedade SE 013. Houve desempenho significativamente inferior apenas para UNB 2U C5 e PR 023, em Maringá, e de VIÇOSA, ARMZ 13050 e UNB 2U C5, em Araruna, em seus cruzamentos.

As variedades que se destacaram nas estimativas altura de plantas, altura de espigas e florescimento masculino e feminino foram ARMZ 13050 e UNB 2U C5, tendo estimativas negativas em todas estas últimas variáveis, em ambos os ambientes. Assim, são apropriadas ao melhoramento de plantas para a obtenção de híbridos mais precoces e de baixa estatura.

As variedades associadas a efeitos heteróticos particularmente expressivas em relação à capacidade de expansão, com base em seus cruzamentos, foram PR 023, que foi semelhante à PA 091, ARMZ 13050, VIÇOSA, PARA 172 e UNB 2U C5. Logo, estas são variedades promissoras para a extração de linhagens a serem usadas na formação de futuros híbridos, em Programas de Melhoramento de Milho-Pipoca.

Quadro 28 - Estimativas de \bar{H}_i e \bar{H} para rendimento de grãos (RG), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CESP), altura de plantas (AP), altura de espiga (AE), florescimento masculino (Fmas), florescimento feminino (Ffem) e capacidade de expansão (CE)

	RG		NF	NGF	DE	CESP	AP	AE		Fmas	Ffem	CE
	Amb1	Amb2	Médio	Médio	Médio	Médio	Médio	Amb1	Amb2	Médio	Médio	Médio
GENITOR												
ARZM 13050	0,131	-0,290	0,158	-0,331	-0,326	-0,456	-4,958	-7,631	-4,782	-0,231	-0,194	1,198
URUG 298-Roxo	0,123	0,016	-0,104	-0,110	0,059	-0,296	-0,083	2,677	-1,488	0,697	1,078	-1,001
SAM 09/09	-0,035	0,148	-0,006	-0,648	0,048	-0,166	-1,032	-0,074	-0,269	-0,011	0,017	-0,457
PARA 172	0,178	0,256	0,324	0,486	0,088	0,476	6,438	-1,464	10,340	-0,745	-0,464	0,324
ARZM 07049	-0,063	0,363	-0,378	0,684	-0,660	0,077	5,234	7,985	7,160	-0,617	-0,670	-1,103
UNB 2U C5	-0,188	-0,162	-0,272	-1,418	-0,662	-0,343	-0,423	-6,990	-2,076	-0,125	-0,120	0,249
SE 013	0,015	0,004	0,487	1,263	0,446	-0,123	1,697	-0,183	4,371	0,337	-0,231	-0,985
VIÇOSA	0,126	-0,458	0,091	-0,023	0,642	0,600	2,722	-1,212	2,717	-0,062	0,140	0,821
BOZM 260	0,017	-0,026	-0,190	0,404	-1,067	-0,052	-7,008	-1,491	-4,394	0,495	0,203	-1,851
PR 023	-0,267	-0,098	-0,066	-1,685	0,351	0,250	-5,017	1,731	-9,519	-0,200	0,087	2,509
PA 091	-0,057	-0,077	-0,010	2,016	0,698	0,523	5,866	6,481	2,786	0,574	0,521	1,838
BOYA 462	0,020	0,325	-0,034	-0,638	0,384	-0,490	-3,439	0,175	-4,848	-0,113	-0,368	-1,542
DP($\bar{H}_i - \bar{H}_j$)	0,147	0,150	0,371	1,636	0,769	0,487	5,144	4,427	4,394	0,586	0,635	1,334
\bar{H}	0,722	0,706	0,190	3,040	2,167	1,316	21,970	22,417	13,185	-1,379	-1,630	-0,742

Amb1: Maringá – PR; Amb2: Araruna – PR.

A capacidade de expansão detectada na variedade SAM 09/09 decorreu predominantemente de efeitos de genes com ação aditiva. Em relação às variedades UNB 2U C5 e VIÇOSA, além dos efeitos aditivos explicando o alto desempenho em relação à capacidade de expansão, houve também um efeito positivo da heterose. A presença de ambos os efeitos sugere que tais variedades não sejam somente indicadas para o melhoramento intrapopulacional, mas também para o melhoramento interpopulacional, visando à exploração dos efeitos heteróticos. Pereira e Amaral Júnior (2001) encontraram ausência de genes com efeito dominante e presença de herança aditiva em relação à capacidade de expansão. Dofing et al. (1991) encontraram herança genética dominante afetando positivamente o rendimento de grãos, proporcionando redução na capacidade de expansão, embora em casos isolados tenha ocorrido contribuição dos efeitos de dominância.

Como pode ser observado, as características de rendimento de grãos e capacidade de expansão dificilmente apresentam efeitos positivos para \hat{g}_i e \hat{v}_i , associados a efeitos positivos de \hat{h}_i em simultâneo, o que confirma a correlação negativa entre estes caracteres.

No Quadro 29, são apresentadas as estimativas de heterose específica (\hat{h}_{ij}) para as 66 combinações híbridas interpopulacionais presentes no grupo dialelo.

Na análise do rendimento de grãos, foi observado um comportamento diferenciado das variedades entre os ambientes, com destaque para a combinação VIÇOSA x BOYA 462, que não diferiu de outras 13 combinações, entre elas URUG 298-Roxo x BOZM 260, ARMZ 13050 x SE 013 e BOZM 260 x BOYA 462, em Maringá, as quais apresentaram as maiores estimativas de heterose específica. Por outro lado, em Araruna, as combinações apresentaram-se mais homogêneas, pois as 25 maiores estimativas não apresentaram diferenças, entre elas ARMZ 07049 x SE 013, UNB 2U C5 x BOZM 260, SAM 09/09 x PR 023, VIÇOSA x PR 023, UNB 2U C5 x PR 023 e URUG 298-Roxo x BOZM 260. Nessas combinações, o rendimento de grãos foi parcialmente explicado pelo efeito heterótico, devido à divergência genética e à complementação entre as variedades. De modo geral, as combinações ARMZ 07049 x SE 013, SAM 09/09 x PR 023 e URUG 298-Roxo x BOZM 260 apresentaram estimativas satisfatórias em ambos os ambientes, sendo promissoras a seleção recorrente recíproca para esta característica.

Quadro 29 - Estimativas de heterose específica ($\hat{\sigma}_{ij}$), segundo método de Gardner e Eberhart (1966), em relação ao rendimento de grãos (RG), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espigas (DE), comprimento de espigas (CESP), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE), florescimento masculino (Fmas), florescimento feminino (Ffem) e capacidade de expansão (CE)

GENITORES	RG		NF	NGF		DE	CESP	AP	AE	Fmas		Ffem		CE		
	Amb1	Amb2	Médio	Amb1	Amb2	Médio	Médio	Médio	Médio	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	Amb1	Amb2	
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	-0,246	0,078	0,223	-3,882	2,742	2,894	0,488	-0,183	-4,274	-0,850	-0,461	-0,881	-1,406	-2,215	0,138
ARMZ 13050	SAM 09/09	-0,011	-0,238	-0,414	1,967	0,237	-0,008	0,601	10,465	7,330	-1,365	-0,727	-1,050	-0,939	-2,044	-2,904
ARMZ 13050	PARA 172	-0,025	0,095	-0,558	-0,812	1,507	-0,667	-0,361	-8,597	-5,410	0,234	-0,661	-0,498	-0,273	-0,649	-3,886
ARMZ 13050	ARMZ 07049	-0,054	0,126	0,270	-0,150	1,174	0,616	-0,084	1,344	7,846	-0,241	1,006	0,514	2,127	-0,904	2,669
ARMZ 13050	UNB 2U C5	-0,035	-0,080	0,210	1,174	1,505	0,620	0,220	-2,479	-4,351	-0,312	-1,261	-1,411	-0,139	-3,967	-1,308
ARMZ 13050	SE 013	0,573	0,274	-0,089	3,560	-3,201	-0,491	0,908	-1,379	5,339	-0,721	1,673	-1,413	1,594	0,503	1,553
ARMZ 13050	VIÇOSA	-0,145	0,143	-0,077	-0,656	0,425	-0,376	0,433	-3,694	-5,264	0,394	-0,394	1,374	-0,339	2,318	1,705
ARMZ 13050	BOZM 260	-0,079	-0,237	-0,193	-4,770	0,792	-0,698	-0,081	2,191	0,586	0,854	-0,927	1,441	-0,806	1,311	-1,356
ARMZ 13050	PR 023	0,011	-0,436	0,928	1,655	-0,930	0,541	-0,608	-2,224	-7,353	1,969	2,806	1,917	2,794	4,320	2,110
ARMZ 13050	PA 091	0,238	0,265	0,281	0,456	0,318	-2,785	-0,266	-0,338	-0,745	-0,838	-2,394	-0,777	-3,273	2,216	2,944
ARMZ 13050	BOYA 462	-0,227	0,010	-0,583	1,458	-4,568	0,354	-1,250	4,895	6,297	0,877	1,339	0,784	0,661	-0,889	-1,664
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	-0,262	-0,259	0,473	-1,423	-0,755	0,101	-0,433	-3,350	-7,946	-1,323	-0,594	-0,444	-0,406	-0,262	-2,448

Quadro 29, cont.

16	URUG 298-Roxo	PARA 172	-0,108	0,166	0,212	0,738	2,122	-0,497	0,103	-4,157	-2,206	0,421	0,139	0,486	-0,406	1,133	3,237
	URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	0,219	0,086	-0,240	-0,876	-1,485	0,331	0,255	4,399	1,605	0,758	1,139	-0,414	0,661	0,488	-2,041
	URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	-0,075	-0,310	0,046	0,645	-0,490	-1,169	-0,962	-7,419	-7,402	-1,437	-1,127	-1,326	-0,939	1,172	-0,298
	URUG 298-Roxo	SE 013	-0,015	-0,495	-0,166	-0,056	-1,806	-1,478	-0,591	-1,889	4,373	1,863	1,806	0,615	2,794	-1,218	4,119
	URUG 298-Roxo	VIÇOSA	-0,203	-0,035	-0,235	0,065	-1,293	0,525	-0,098	-8,054	-3,515	1,915	2,406	2,005	3,527	1,154	-3,389
	URUG 298-Roxo	BOZM 260	0,577	0,333	-0,915	0,897	-1,203	-0,939	0,675	-7,289	-3,440	-1,042	-1,461	0,642	-0,939	-0,574	0,707
	URUG 298-Roxo	PR 023	-0,039	0,252	0,002	3,652	2,636	-0,098	0,470	-0,799	-1,929	-1,239	-1,061	-1,219	-2,673	2,042	0,839
	URUG 298-Roxo	PA 091	0,322	-0,040	0,158	0,453	-1,567	0,890	0,095	9,582	7,179	0,287	1,739	-0,227	1,927	-0,779	-1,157
	URUG 298-Roxo	BOYA 462	-0,169	0,223	0,441	-0,212	1,100	-0,559	-0,003	19,160	17,556	0,648	-2,527	0,764	-2,139	-0,940	0,293
	SAM 09/09	PARA 172	0,012	0,215	-0,349	-1,020	-1,430	0,459	0,137	6,822	4,668	1,740	-0,127	1,771	0,727	-1,973	2,642
	SAM 09/09	ARMZ 07049	-0,061	-0,122	0,678	-0,138	-0,713	0,846	-0,453	-4,267	-4,437	0,265	-0,461	-0,390	-0,206	-2,231	-0,023
	SAM 09/09	UNB 2U C5	-0,069	-0,158	0,463	-2,146	0,791	0,151	-0,187	-6,950	-7,474	0,007	-0,061	1,075	-0,473	6,123	3,387
	SAM 09/09	SE 013	0,159	0,243	0,090	2,686	1,532	0,119	0,367	5,345	-1,458	-0,006	0,873	-0,003	0,594	-0,658	-0,196
	SAM 09/09	VIÇOSA	-0,604	-0,350	-0,527	-1,976	-4,239	-1,477	-1,534	-17,320	-12,272	3,296	0,139	3,193	0,661	4,604	-1,764
	SAM 09/09	BOZM 260	0,489	0,152	-0,153	4,080	2,518	-0,322	0,675	-7,760	-2,677	-0,952	-0,394	-0,885	-1,139	-1,566	1,112
	SAM 09/09	PR 023	0,335	0,458	-0,378	-1,052	0,634	0,707	0,231	3,049	10,920	-0,567	0,006	-1,147	0,461	-2,951	-2,029
	SAM 09/09	PA 091	0,071	-0,034	-0,221	0,636	1,768	-1,169	0,726	11,406	12,527	-0,623	0,806	-1,247	0,394	3,672	4,912
	SAM 09/09	BOYA 462	-0,060	0,094	0,338	-1,613	-0,342	0,594	-0,130	2,563	0,820	-0,471	0,539	-0,875	0,327	-2,713	-2,689

Quadro 29, cont.

	PARA 172	ARMZ 07049	-0,351	-0,011	0,696	-0,640	-0,443	0,240	0,443	-2,489	2,129	0,175	0,273	0,371	-0,873	-0,503	0,658
	PARA 172	UNB 2U C5	0,197	-0,229	-0,240	-1,926	1,612	-0,460	0,072	0,533	0,902	-0,584	-1,327	-1,481	-1,806	2,017	1,401
	PARA 172	SE 013	0,489	-0,120	0,162	2,184	0,573	0,917	0,378	7,753	2,057	-1,513	-0,394	-0,054	-0,073	-0,760	-2,291
	PARA 172	VIÇOSA	0,106	-0,027	0,248	1,078	-0,025	0,674	-0,388	0,333	-3,691	0,394	0,873	0,308	1,327	-1,334	0,364
	PARA 172	BOZM 260	-0,492	-0,032	0,592	-2,866	1,895	0,378	-0,407	1,093	1,674	0,958	0,339	1,137	0,861	-0,395	-1,867
	PARA 172	PR 023	0,109	0,197	-0,343	0,332	-5,433	-0,743	-0,445	-1,148	-0,360	0,990	0,739	1,879	0,461	-2,113	0,599
	PARA 172	PA 091	0,014	0,004	-0,413	1,910	-0,465	0,944	0,567	1,364	-1,317	-1,400	0,206	-1,892	-0,273	5,563	-4,294
	PARA 172	BOYA 462	0,049	-0,260	-0,007	1,024	0,088	-1,245	-0,099	-1,504	1,555	-1,415	-0,061	-2,026	0,327	-0,985	3,436
26	ARMZ 07049	UNB 2U C5	-0,288	0,111	-0,008	0,180	0,668	-0,111	0,729	-2,161	1,102	0,463	0,339	1,322	-0,073	-0,347	2,460
	ARMZ 07049	SE 013	0,067	0,570	-0,245	0,566	1,239	-0,107	-0,253	8,004	6,148	-1,404	-2,727	-1,853	-3,006	3,702	-0,846
	ARMZ 07049	VIÇOSA	-0,043	-0,140	-0,400	-1,040	-0,638	-0,446	0,877	0,974	-0,426	0,918	-0,127	0,814	-0,939	-3,979	-2,414
	ARMZ 07049	BOZM 260	0,266	-0,092	-0,201	1,793	0,009	1,152	-0,169	1,654	-1,391	-1,246	0,006	-1,738	0,594	-0,316	-0,538
	ARMZ 07049	PR 023	0,254	-0,081	-0,343	-1,119	-0,933	-0,037	-0,531	5,748	1,436	-1,423	-0,261	-2,764	0,194	0,966	-6,236
	ARMZ 07049	PA 091	-0,182	-0,621	0,190	-0,651	-2,132	-1,196	-1,063	-2,175	-2,922	1,626	0,539	4,197	2,127	0,922	3,655
	ARMZ 07049	BOYA 462	0,172	0,174	-0,398	2,077	3,255	-1,288	0,250	-11,028	-11,089	0,110	0,273	-0,058	-0,606	2,204	2,657
	UNB 2U C5	SE 013	0,101	0,038	-0,011	0,114	-0,983	-0,284	-0,049	-2,349	-1,889	0,171	0,339	0,873	0,061	3,280	0,397
	UNB 2U C5	VIÇOSA	-0,430	-0,362	0,546	-0,049	1,363	-0,319	-0,561	1,051	4,037	2,098	2,273	2,423	2,127	0,428	-0,891
	UNB 2U C5	BOZM 260	-0,113	0,469	-0,079	1,284	-3,327	0,567	-0,328	5,976	5,577	-0,087	0,406	-0,225	0,327	-0,189	-2,292

Quadro 29, cont.

93	UNB 2U C5	PR 023	0,192	0,356	-0,494	-1,515	0,792	-0,660	0,013	9,440	6,594	0,235	0,139	0,107	0,594	-1,070	-0,993	
	UNB 2U C5	PA 091	0,191	0,081	0,301	0,896	0,199	0,779	0,395	2,842	0,711	-0,780	-0,394	-1,447	-0,139	-7,894	-2,102	
	UNB 2U C5	BOYA 462	0,330	0,085	-0,734	1,344	-2,130	0,887	0,659	1,519	2,194	0,227	0,673	0,090	0,461	0,448	0,240	
	SE 013	VIÇOSA	0,242	0,060	0,576	2,727	1,101	0,239	-0,148	5,761	7,898	-1,414	-1,461	-1,483	-0,806	1,368	1,860	
	SE 013	BOZM 260	-0,644	-0,249	0,283	-3,107	1,688	-0,053	0,360	6,136	-3,962	1,317	0,673	2,271	0,727	-2,193	0,959	
	SE 013	PR 023	-0,177	-0,383	0,147	-0,739	-0,080	-0,434	0,164	-11,070	-10,376	0,494	-0,927	0,602	-1,673	-0,407	-1,519	
	SE 013	PA 091	-0,334	0,267	-0,766	-8,108	1,497	0,567	-0,827	-10,788	-4,948	0,896	-0,127	0,029	-0,406	-3,728	0,258	
	SE 013	BOYA 462	-0,461	-0,206	0,018	0,174	-1,560	1,006	-0,308	-5,521	-3,181	0,319	0,273	0,417	0,194	0,111	-4,292	
	VIÇOSA	BOZM 260	-0,049	0,125	0,071	-1,100	0,700	0,896	0,269	7,621	8,624	-1,507	-1,394	-1,440	-2,539	-2,041	-0,662	
	VIÇOSA	PR 023	0,195	0,377	0,000	1,265	2,152	0,137	0,336	11,570	11,171	-2,329	-0,994	-2,297	-0,939	-0,978	5,970	
	VIÇOSA	PA 091	0,240	0,122	-0,137	2,786	-0,384	0,373	0,583	0,447	-2,357	-1,865	-0,861	-2,469	-1,006	-2,022	-0,086	
	VIÇOSA	BOYA 462	0,692	0,089	-0,066	-3,099	0,840	-0,226	0,232	1,314	-4,204	-1,900	-0,461	-2,427	-1,073	0,483	-0,693	
	BOZM 260	PR 023	-0,325	-0,487	0,552	2,988	-1,984	0,189	0,136	-0,160	2,576	0,236	1,139	-0,946	1,927	0,961	1,402	
	BOZM 260	PA 091	-0,142	-0,036	-0,307	-1,988	-0,737	-1,461	-1,076	-2,118	-1,507	1,013	1,273	0,104	0,527	2,137	0,736	
	BOZM 260	BOYA 462	0,510	0,056	0,349	2,790	-0,350	0,290	-0,055	-7,341	-6,059	0,457	0,339	-0,360	0,461	2,865	1,799	
	PR 023	PA 091	-0,068	0,002	0,102	1,044	0,492	1,635	0,198	-10,284	-7,705	1,085	-0,994	1,953	-1,206	-0,137	-2,961	
	PR 023	BOYA 462	-0,486	-0,255	-0,174	-6,508	2,655	-1,236	0,036	-4,121	-4,973	0,550	-0,594	1,916	0,061	-0,632	2,818	
	PA 091	BOYA 462	-0,350	-0,009	0,813	2,566	1,013	1,424	0,668	0,065	1,085	0,598	0,206	1,776	1,327	0,050	-1,905	
		DP(\tilde{S}_{ij})		0,158	0,161	0,400	2,010	1,489	0,831	0,526	5,561	4,768	0,577	0,686	0,657	0,715	1,072	1,736
		DP($\tilde{S}_{ij}-\tilde{S}_{jk}$)		0,235	0,241	0,594	2,981	2,209	1,232	0,781	8,249	7,072	0,856	1,017	0,975	1,060	1,591	2,574
	DP($\tilde{S}_{ij}-\tilde{S}_{kl}$)		0,221	0,226	0,560	2,811	2,083	1,162	0,736	7,777	6,668	0,807	0,959	0,919	0,999	1,500	2,427	

As combinações com efeitos destacados de σ_{ij} para rendimento de grãos geralmente apresentaram estimativas positivas para número de grãos por fileira e comprimento de espigas, mas estimativas negativas para número de fileiras de grãos por espiga e diâmetro de espigas.

Em relação à altura de plantas e de espigas, houve destaque para as combinações SAM 09/09 x VIÇOSA, ARMZ 07049 x BOYA 462, SE 013 x PR 023, com as menores estimativas combinadas entre as duas características, apontando que os efeitos de dominância explicaram a redução da altura das plantas.

As combinações que apresentaram as melhores estimativas de σ_{ij} para rendimento de grãos também apresentaram estimativas negativas para florescimento, indicando que os efeitos de dominância associados a genótipos mais precoces tendem a direcionar estes genótipos para uma maior produtividade.

Elevados efeitos de σ_{ij} para capacidade de expansão foram verificados, em ambos os ambientes, para a combinação híbrida SAM 09/09 x UNB 2U C5, indicando que estes genitores não só se destacaram por seus efeitos aditivos, como também apresentaram efeitos não aditivos ao serem intercruzados com outros genótipos (UNB 2U C5). Portanto, estas variedades podem ser indicadas tanto para o emprego de métodos intrapopulacionais como também para o melhoramento genético decorrente de técnicas interpopulacionais.

No Quadro 30, encontra-se a análise de variância dialélica para os dados referentes às notas de danos foliares provocados por *Spodoptera frugiperda*, tomados aos 14 e 21 dias após a emergência de plantas, a partir da constatação da significância dos efeitos de tratamentos e os desdobramentos destes efeitos em capacidades combinatórias, efeito de variedades e de heterose

Em relação aos 14 e aos 21 dias após a emergência, houve efeito significativo para CGC e variedades, indicando que houve diferenças entre pelo menos duas variedades, mediante os seus comportamentos “*per se*”, em suas combinações híbridas.

Em relação aos efeitos de heterose, houve diferença significativa entre as heteroses apresentadas nas combinações híbridas. Aos 14 dias após a emergência de plântulas, toda a heterose foi explicada pela heterose específica (σ_{ij}), indicando possibilidades de exploração da mesma por meio da síntese de híbridos (Kvitschal

et al., 2004). Aos 21 dias após a emergência de plântulas, toda a heterose manifestada foi explicada pela heterose média (\bar{h}).

Quadro 30 - Análise de variância dialélica, adaptada pelo modelo de Griffing (1956) para estimativa da capacidade combinatória, e de Gardner e Eberhart (1966), para estimativa dos efeitos de variedades e de heterose

F.V.	G.L.	QM	
		14 Dias	21 Dias
Tratamentos	77	0,5801*	0,4584*
CGC	11	1,3597*	1,0304*
Variedades	11	1,3597*	1,0304*
Heterose (H.)	66	0,4502*	0,3631*
<i>H. média</i>	1	0,0975 ^{ns}	3,9573*
<i>H. de Variedade</i>	11	0,3428 ^{ns}	0,1888 ^{ns}
<i>H. Específica</i>	54	0,4786*	0,3321 ^{ns}
Erro Efetivo	136	0,2732	0,2552
Média		4,0089	6,0735

No Quadro 31, são apresentadas as estimativas da capacidade combinatória, de variedades e de heterose de variedades. Como se trata de uma variável cujo valor é diretamente proporcional aos danos causados pela praga, os genótipos superiores são os que apresentam estimativas negativas.

Em relação à avaliação aos 14 dias após a emergência de plântulas, o genótipo que apresentou as melhores capacidades combinatórias, com base em valores de \hat{g}_i foi PARA 172, que foi significativamente semelhante à URUG 298-Roxo, PA 091 e SE 013. Estas capacidades combinatórias superiores foram explicadas, em sua maioria, por efeitos de aditividade nas variedades PARA 172, SE 013 e PA 091, uma vez que suas estimativas de \hat{v}_i também foram negativas, assim como PR 023, que, apesar de não se apresentar semelhante ao genótipo superior em \hat{g}_i , apresentou efeito de \hat{v}_i semelhante a estas últimas. As capacidade combinatória superior de URUG 298-Roxo decorreu principalmente dos efeitos de dominância, uma vez que suas estimativas de \hat{h}_i foram negativas, embora não significativamente superior às demais, e suas estimativas de \hat{v}_i foram positivas.

Aos 21 DAE, algumas variedades passaram a se destacar sobre as demais. Em compensação, algumas perderam o destaque que tinham. Nesta avaliação, aos 21 dias, apresentaram estimativas negativas de capacidade combinatória as

variedades ARMZ 07049, que não diferiram de PA 091, SE 013, PR 023, BOZM260 e BOYA 462, apresentando os melhores desempenhos e, além destes, a variedade PARA 172 apresentou-se semelhante para \hat{v}_i . Destas últimas, somente BOYA 462, apesar de não apresentar diferenças significativas para com os demais genótipos em relação a \hat{h}_i , teve sua capacidade combinatória superior explicada por efeitos não aditivos, visto que as demais tiveram seu comportamento justificado pelas estimativas de \hat{v}_i , isto é, explicado pela aditividade de seus genes. Dessa forma, estas variedades se apresentam como possíveis materiais a serem utilizados no melhoramento intrapopulacional para resistência à lagarta-do-cartucho.

Quadro 31 - Estimativas da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i), segundo método de Griffing (1956), e de variedade (\hat{v}_i) e de heterose de variedade (\hat{h}_i), segundo método de Gardner e Eberhart (1966)

GENITORES	14 Dias			21 Dias		
	\hat{g}_i	\hat{v}_i	\hat{h}_i	\hat{g}_i	\hat{v}_i	\hat{h}_i
ARZM 13050	-0,0169	0,3562	-0,2729	0,1980	0,4697	-0,0517
URUG 298-Roxo	-0,1455	0,3213	-0,4286	0,1397	0,3160	-0,0256
SAM 09/09	0,0646	0,1273	0,0013	0,1215	0,3266	-0,0585
PARA 172	-0,3008	-0,8578	0,1794	0,0501	-0,0913	0,1341
ARZM 07049	0,1306	0,3362	-0,0524	-0,1733	-0,4563	0,0768
UNB 2U C5	0,4185	0,6546	0,1277	0,2821	0,5437	0,0143
SE 013	-0,0879	-0,2111	0,0247	-0,1620	-0,6734	0,2445
VIÇOSA	0,1275	0,0676	0,1311	0,0001	0,2421	-0,1693
BOZM 260	0,0511	0,0676	0,0242	-0,1022	-0,0913	-0,0792
PR 023	-0,0559	-0,2209	0,0764	-0,1294	-0,2392	-0,0138
PA 091	-0,1142	-0,6638	0,3048	-0,1654	-0,6206	0,2029
BOYA 462	-0,0711	0,0229	-0,1156	-0,0592	0,2738	-0,2745
DP(\hat{G}_i)	0,0772	0,2889	0,2764	0,0746	0,2793	0,1652
DP($\hat{G}_i - \hat{G}_j$)	0,1141	0,4267	0,5521	0,1102	0,4125	0,2440

No Quadro 32 estão apresentadas as estimativas de heterose específica (\hat{h}_{ij}) para a avaliação de notas de danos da lagarta-do-cartucho, aos 14 dias após a emergência. Entre as combinações que apresentaram as melhores estimativas (estimativas negativas), os híbridos intervarietais PARA 172 x BOZM 260 e PA 091 x BOYA 462 apresentaram as melhores estimativas (-0,8385 e -0,8341, respectivamente), sendo híbridos experimentais promissores indicados para o

melhoramento interpopulacional desta característica. Outros vinte e quatro híbridos intervarietais apresentaram-se semelhantes a estes últimos.

Dentre estas, o híbrido SAM 09/09 x UNB 2U C5, além de ter sido promissor para esta característica, também se apresentou indicado para o melhoramento interpopulacional para a característica capacidade de expansão, que é a principal característica avaliada no melhoramento de milho-pipoca.

Quadro 32 - Estimativas de heterose específica (\hat{h}_{ij}), segundo método de Gardner e Eberhart (1966), em relação às notas de danos de *Spodoptera frugiperda*

GENITORES		\hat{h}_{ij}
ARMZ 13050	URUG 298-Roxo	0,3127
ARMZ 13050	SAM 09/09	-0,6071
ARMZ 13050	PARA 172	0,3739
ARMZ 13050	ARMZ 07049	-0,4191
ARMZ 13050	UNB 2U C5	0,3161
ARMZ 13050	SE 013	0,1704
ARMZ 13050	VIÇOSA	-0,4236
ARMZ 13050	BOZM 260	0,1062
ARMZ 13050	PR 023	0,7255
ARMZ 13050	PA 091	-0,6196
ARMZ 13050	BOYA 462	0,0645
URUG 298-Roxo	SAM 09/09	-0,0061
URUG 298-Roxo	PARA 172	0,3978
URUG 298-Roxo	ARMZ 07049	0,4355
URUG 298-Roxo	UNB 2U C5	-0,5057
URUG 298-Roxo	SE 013	-0,1690
URUG 298-Roxo	VIÇOSA	0,0679
URUG 298-Roxo	BOZM 260	-0,0192
URUG 298-Roxo	PR 023	-0,5938
URUG 298-Roxo	PA 091	0,2650
URUG 298-Roxo	BOYA 462	-0,1852
SAM 09/09	PARA 172	0,0152
SAM 09/09	ARMZ 07049	0,4659
SAM 09/09	UNB 2U C5	-0,5499
SAM 09/09	SE 013	-0,2630
SAM 09/09	VIÇOSA	0,2524
SAM 09/09	BOZM 260	0,4937
SAM 09/09	PR 023	0,4216
SAM 09/09	PA 091	-0,2022
SAM 09/09	BOYA 462	-0,0207
PARA 172	ARMZ 07049	0,1336

Quadro 32, cont.

PARA 172	UNB 2U C5	0,0927
PARA 172	SE 013	-0,0978
PARA 172	VIÇOSA	-0,5077
PARA 172	BOZM 260	-0,8385
PARA 172	PR 023	-0,2788
PARA 172	PA 091	0,4605
PARA 172	BOYA 462	0,2491
ARMZ 07049	UNB 2U C5	-0,4912
ARMZ 07049	SE 013	-0,4131
ARMZ 07049	VIÇOSA	0,0325
ARMZ 07049	BOZM 260	0,0252
ARMZ 07049	PR 023	-0,2459
ARMZ 07049	PA 091	0,1699
ARMZ 07049	BOYA 462	0,3067
UNB 2U C5	SE 013	-0,4042
UNB 2U C5	VIÇOSA	0,1411
UNB 2U C5	BOZM 260	0,3576
UNB 2U C5	PR 023	-0,0579
UNB 2U C5	PA 091	0,5719
UNB 2U C5	BOYA 462	0,5296
SE 013	VIÇOSA	0,4332
SE 013	BOZM 260	-0,1117
SE 013	PR 023	0,2541
SE 013	PA 091	0,2918
SE 013	BOYA 462	0,3092
VIÇOSA	BOZM 260	-0,0390
VIÇOSA	PR 023	-0,0365
VIÇOSA	PA 091	0,0609
VIÇOSA	BOYA 462	0,0187
BOZM 260	PR 023	0,2197
BOZM 260	PA 091	-0,2549
BOZM 260	BOYA 462	0,0609
PR 023	PA 091	0,0907
PR 023	BOYA 462	-0,4988
PA 091	BOYA 462	-0,8341
$DP(\tilde{S}_{ij})$		0,2729
$DP(\tilde{S}_{ij}-\tilde{S}_{ik})$		0,4045
$DP(\tilde{S}_{ij}-\tilde{S}_{kl})$		0,3817

5. CONCLUSÕES

Com base na análise dialélica, em relação ao rendimento de grãos, foram selecionadas UNB 2U C5, PARA 172 e BOYA 462, em Maringá, e ARMZ 13050, VIÇOSA e BOZM 260 em Araruna. Nas análises, o genótipo PR 023 apresentou desempenho superior em ambos os ambientes, sendo, juntamente com os anteriores, indicados ao melhoramento intrapopulacional. Os genótipos ARMZ 07049, BOYA 462, PARA 172 e SAM 09/09 e as combinações ARMZ 07049 x SE 013, SAM 09/09 x PR 023 e UNB 2U C5 x PR 023 evidenciaram possibilidades para a aplicação de seleção recorrente recíproca.

Para capacidade de expansão, os genótipos UNB 2U C5 e SAM 09/09 são indicados ao melhoramento intrapopulacional. Outro material que se apresentou promissor para este método de melhoramento é o genótipo VIÇOSA. Os efeitos de heterose varietal indicaram os genótipos PR 023, PA 091, ARMZ 13050, VIÇOSA, PARA 172 e UNB 2U C5 como promissores ao melhoramento interpopulacional para a formação de híbridos. A combinação SAM 09/09 x UNB 2U C5 é indicada à seleção recorrente recíproca para a característica.

A análise dialélica indicou possibilidades para o melhoramento intrapopulacional das variedades genitoras PARA 172, SE 013, PR 023 e PA 091, na síntese de linhagens endogâmicas com resistência à lagarta-do-cartucho. A combinação PARA x BOZM 260 e PA 091 x BOYA 462 podem ser indicadas para o melhoramento por meio da seleção recorrente recíproca para esta característica.

No geral, os materiais UNB 2U C5, PARA 172 E PR 023 apresentaram-se promissores para melhoramento dos caracteres rendimento de grãos, capacidade de expansão e resistência à lagarta-do-cartucho, em simultâneo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C.G.; SCAPIM, C.A.; PINTO, R.J.B.; AMARAL JUNIOR, A.T.; SILVÉRIO, L.; ANDRADE, C.A.B. Análise dialéctica de linhagens de milho safrinha. **Ciência Rural**, 34:1731-1737, 2004.

ANDRADE, R.A.; CRUZ, C.D.; SCAPIM, C.A.; SILVÉRIO, L.; PINTO, R.J.B.; TONET, A. Análise dialéctica da capacidade combinatória de variedades de milho-pipoca. **Acta Scientiarum**, 24:1197-1204, 2002.

ARNHOLD, E.; MILANI, K.F. Rank-ordering of variation for popping expansion. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 33:527-531, 2011.

ARNHOLD, E.; MORA, F.; DEITOS, A. Genetic correlations in S₄ families of popcorn (*Zea mays*). **Ciencia e Investigación Agraria**, 33:105-110, 2006.

ARNHOLD, E.; SILVA, R.G.; VIANA, J.M.S. Seleção de linhagens S₅ de milho pipoca com base em desempenho e divergência genética. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 32:279-283, 2010.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARROS, E.M.; TORRES, J.B.; BUENO, A.F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (Smith, J.E.) (Lepidoptera: Noctuidae), em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, 39:996-1001, 2010.

BRUNSON, A.M.; SMITH, G.M. Hybrid popcorn. **Journal of the American Society of Agronomy**, 37:176-183, 1945.

BYRNE, P.F.; McMULLEN, M.D.; WISEMAN, B.R.; SNOOK, M.E.; MUSKET, T.A.; THEURI, J.M.; WIDSTROM, N.W.; COE, E.H. Identification of maize chromosome regions associated with antibiosis to corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Journal of Economic Entomology**, 90:1039-1045, 1997.

CAPINERA, J.L. **Handbook of vegetable pests**. San Diego: Academic Press, 2001. 729p.

CARGNELUTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42:17-24, 2007.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; TAKAHASHI, H.W.; ENDO, R.M.; PETEK, M.R.; SEIFERT, A.L. Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca. **Horticultura Brasileira**, 20:551-554, 2002.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental Designs**. Nova York: John Wiley and Sons, 1957. 611p.

COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; VIANA, J.M.S.; CRUZ, C.D. Correlações entre caracteres na população de milho-pipoca DFT 1-Ribeirão. **Revista Ceres**, 48:427-435, 2001.

CONAB - COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Propostas de preços mínimos safra 2015/2016**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_10_09_53_53_proposta_pm_-_verao_-_texto_completo.pdf. Acesso em: 27, agosto, 2015.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012. 515p.

CRUZ, C.D.; VENKOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, 12:425-438, 1989.

Cruz, C.D. GENES -a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. 35:271-276, 2013.

CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 303-362, 2008.

CRUZ, I. TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 17:355-359, 1982.

DAROS, M.; AMARAL JUNIOR, A.T.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, F.S.; GABRIEL, A.P.C.; SCAPIM, C.A.; FREITAS JUNIOR, S.P.; SILVÉRIO, L. Recurrent selection in inbred popcorn families. **Scientia Agricola**, 61:609-614, 2004.

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, F.S.; SCAPIM, C.A.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; DAHER, R.F.; ÁVILA, M.R. Correlações entre caracteres agronômicos em dois ciclos de seleção recorrente em milho-pipoca. **Ciência Rural**, 34:1389-1394, 2004.

DAVIS, F.M.; NG, S.S.; WILLIAMS, W.P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm**. Mississippi: Agricultural And Forest Experiment Station, 1992. 9p. (Boletim Técnico, 186).

DEITOS, A. **Melhoramento intrapopulacional dos compostos de milho-pipoca UEM-C1 e UEM-C2**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2007. 45p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento).

DOFING, S.M.; D'CROZ-MASON, N.; THOMASCOMPTON, M.A. Inheritance of expansion volume and yield in two popcorn x dent corn crosses. **Crop Science**, 31:715-718, 1991.

FANTIN, G.M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B.C. Avaliação de variedades de milho pipoca quanto à resistência a doenças e da qualidade da pipoca. **Summa Phytopathologica**, 17:90-104, 1991.

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, 34:197-202, 2006.

FIGUEIREDO, M.L.C.; MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41:1693-1698, 2006.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R.A.; SCAPIM, C.A.; MIRANDA, G.V.; REZENDE, L.M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 34:99-101, 2012.

GALVÃO, J.C.C.; SAWAZAKI, E.; MIRANDA, G.V. Comportamento de híbridos de milho-pipoca em Coimbra, Minas Gerais. **Revista Ceres**, 47:201-218, 2000.

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

GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GOKMEN, S. Effects of moisture content and popping method on popping characteristics of popcorn. **Journal of Food Engineering**, 65:357-362, 2004.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1977. 451p.

GOODMAN, M.M.; SMITH, J.S.C. Botânica. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.) **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.41-78,.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, 9:463-493, 1956.

GUTHRIE, W.D. Breeding for insect resistance in maize. In: JANICK, J. (eds.). **Plant breeding reviews**. Portland: Timber Press, 1989. p. 209-244.

HALLAUER, A.R.; CARENA, M.J.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. New York: Springer, 2010. 663p.

HANASHIRO, R.K. **Dialelo de populações F₂ de milho (*Zea mays* L.) visando produtividade, resistência a *Spodoptera frugiperda* e a *Helicoverpa zea***. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. 96p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical).

HARTLEY, H.O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, 37:271-280, 1950.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, 39:789-809, 1954.

HOSENEY, R.C.; ZELEZNAK, K.; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal of Cereal Science**, 1:43-52, 1983.

KEMPTHORNE, O.; CURNOW, R.N. The partial diallel cross. **Biometrics**, 17:229-250, 1961.

KOO, D.; JIANG, J. Extraordinary tertiary constrictions of *Tripsacum dactyloides* chromosomes: implications for karyotype evolution of polyploids driven by segmental chromosome losses. **Genetics Society of America**, 179:1119-1123, 2008.

KVITSCHAL, M.V.; SCAPIM, C.A.; TONET, A.; PINTO, R.J.B.; RETUCI, V.S.; AMARAL JUNIOR, A.T.; BRACCINI, A.L. Análise dialélica de populações de milho na região noroeste do Paraná, na "safrinha". **Revista Ceres**, 51:19-32, 2004.

LIMA, M.; ZINSLY, J.R.; MÔRO, J.R. Seleção massal estratificada no milho-pipoca (*Zea mays* L.) visando o aumento da produtividade, caracteres agronômicos e capacidade de expansão. **Relatório Científico da ESALQ**, 7:83-88, 1973.

LUZ, M.L.S.; DALPASQUALE, V.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; ROYER, M.R.; MORA, F. Influência da umidade das sementes na capacidade de expansão de três genótipos de milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, 27:549-553, 2005.

MAGA, J.A.; BLACH, B. Investigation of the properties influencing popcorn popping quality. **Food Science and Human Nutrition**, 29:543-550, 1992.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23p. (Circular Técnica, 22).

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76).

MARCHESAN, C.B. **Análise genética de um cruzamento dialélico parcial em pimentão visando resistência ao oídio [*Leveillula taurica* (Lév.) Arn.]**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2010. 60p. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia).

MELO, M.R.C.; MIRANDA FILHO, J.B.; ZINSLY, J.R.; LIMA, M. Avaliação de germoplasma de milho-pipoca. **Relatório Científico da EsALQ**, 5:106-112, 1971.

MENDES, S.M.; BOREGAS, K.G.B.; LOPES, M.E.; WAQUIL, M.S.; WAQUIL, J.M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46:239-244, 2011.

MIRANDA FILHO, J.B.; GORGULHO, E.P. Cruzamentos com testadores e dialelos. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Recursos Genéticos e Melhoramento: plantas**. Rondonópolis: FUNDAÇÃO MT, p. 649-670. 2001.

MIRANDA, G.V.; COIMBRA, R.R.; GODOY, C.L.; SOUZA, L.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MELO, A.V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, 38:681-688, 2003.

MIRANDA, G.V.; SOUZA, L.V.; GALVÃO, J. C.C.; GUIMARÃES, L.J.M.; MELO, A.V.; SANTOS, I.C. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. **Euphytica**, 162:431-440, 2008.

MORAIS, A.R.; OLIVEIRA, A.C.; GAMA, E.E.G.; SOUZA JUNIOR, C.L. A method for combined analysis of diallel crosses repeated in several environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 26:371-381, 1991.

MURRAY, B.G. Trees, maps and FISH: the application of genome based technologies to the analysis of chromosome evolution. **Current Genomics**, 3:539-550. 2002.

NASCIMENTO, W.M.; BOITEUX, L.S. Influência do grau de umidade do grão na capacidade de expansão de milho pipoca. **Horticultura Brasileira**, 12:179-180, 1994.

OLIBONI, R.; FARIA, M.F.; NEUMANN, M.; RESENDE, J.T.V.; BATTISTELLI, G.M.; TEGONI, R.G.; OLIBONI, D.F. Análise dialéctica na avaliação do potencial de híbridos de milho para a geração de populações-base para obtenção de linhagens. **Semina: Ciências Agrárias**, 34:7-18, 2013.

OLIVEIRA, E.C. **Marcadores ISSR na formação de grupos heteróticos e na inferência evolutiva de milho pipoca**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2010. 95p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

ORTEGA, A.; VASAL, S.K.; MIHM, J.; HERSHEY, C. Breeding for insect resistance in maize. In: MAXWELL, F.G.; JENNINGS, P.R. (eds.). **Breeding plants resistant to insects**. New York: John Wiley & Sons, 1980. p. 371-420.

OTA, E.C.; LOURENÇO, A.L.; DUARTE, A.P.; RAMOS JUNIOR, E.U.; ITO, M.A. Desempenho de cultivares de milho em relação à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, 70:850-859, 2011.

PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 6p. (Circular Técnica, 75).

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.V. (eds.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.215-274.

PATHAK, R.S. Plant genetics in pest management. **International Journal of Tropical Insect Science**, 12:553-564, 1991.

PEREIRA, E.J.G.; PIKANÇO, M.; GUEDES, R. N.C.; FALEIRO, F.G.; ARAÚJO, J.M. Suscetibilidade de populações de milho a *Spodoptera frugiperda* Smith e *Helicoverpa zea* Bod. (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Scientiarum**, 22:931-936, 2000.

PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 1:3-10, 2001.

PINTO, R.J.B.; SCAPIM, C.A.; BARRETO, R.R.; RODOVALHO, M.A.; ESTEVES, N.; LOPES, A.D. Análise dialéctica de linhagens de milho-pipoca. **Revista Ceres**, 54:471-477, 2007b.

PINTO, R.J.B.; KVITSCHAL, M.V.; SCAPIM, C.A.; FRACARO, M.; BIGNOTTO, L.S.; SOUZA NETO, I. L. Análise dialéctica parcial de linhagens de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 6:325-337, 2007a.

POGUE, M.G. A world revision of the genus *Spodoptera* Gueneé (Lepidoptera: Noctuidae). **Memories of the American Entomological Society**, 43:1-202, 2002.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de planta**. Lavras: UFLA, 2012. 328p.

RANGEL, R.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; FREITAS JÚNIOR, S.P. Associação entre características agronômicas e capacidade de expansão em populações de milho pipoca sob seleção recorrente. **Ciência e Agrotecnologia**, 35:225-233, 2011.

REGAZZI, A.J.; SILVA, H.D.; VIANA, J.M.S.; CRUZ, C.D. Análise de experimentos em látice quadrado com ênfase em componentes de variância. II. Análise conjunta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34:1987-1997, 1999.

ROSA, A.P.A.; TRECHA, C.O.; ALVES, A.C.; GARCIA, L.; GONÇALVES, V.P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em linhagens de milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, 79:39-45, 2012.

RUFFATO, S.; CORRÊA, P.C.; MARTINS, J.H.; MANTOVANI, B.H.M.; SILVA, J.N. Efeito das condições de colheita, pré-processamento e armazenamento na qualidade do milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35:591-597, 2000.

SANTOS, L.M.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.G.; EFROM, C.F.S. Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, 34:345-350, 2004.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, 53:11-13, 2001.

SAWAZAKI, E.; MORAIS, J.F.L.; LAGO, A.A. Influência do tamanho e umidade do grão na expansão da pipoca South American Mushroom. **Bragantia**, 45:363-370, 1986.

SCAPIM, C.A.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; VIEIRA, R.A.; MOTERLE, L.M.; TEIXEIRA, L.R.; VIGANÓ, J. SANDOVAL JÚNIOR, G.B. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, 31:321-330, 2010.

SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; PINTO, R.J.B.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; RODOVALHO, M.A.; SILVA, R.M.; MORTELE, L.M. Componentes genéticos de médias e depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Ciência Rural**, 36:34-41, 2006.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 30:683-686, 1995.

SCAPIM, C.A.; PACHECO, C. A. P.; TONET, A.; BRACCINI, A. de L. e; PINTO, R. J. B. Análise dialéctica e heterose de populações de milho-pipoca. **Bragantia**, 61:219-230, 2002.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, 30:507-512, 1974.

SEIFERT, A.L.; CARPENTIERI-PIPOLO, V.; FERREIRA, J.M.; GERAGE, A.C. Análise combinatória de populações de milho pipoca em topcrosses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41:771-778, 2006.

SILVA, H.D.; REGAZZI, A.J.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S. Análise de experimentos em látice quadrado com ênfase em componentes de variância. I. Análises individuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34:1811-1822, 1999.

SILVA, T.R.C.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GONÇALVES, L.S.A.; CANDIDO, L.S.; VITTORAZZI, C.; SCAPIM, C.A. Agronomic performance of popcorn genotypes in northern and northwestern Rio de Janeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 35:57-63, 2013.

SILVEIRA, L.C.P.; VENDRAMIM, J.D.; ROSSETTO, C.J. Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Sociedade Entomológica do Brasil**, 26:291-298, 1997.

SONG, A.; ECKHOFF, S.R. Optimum popping moisture content for popcorn kernels of different sizes. **Cereal Chemistry**, 71:458-460, 1994.

SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General vs. Specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, 34:923-932, 1942.

STALLER, J.E. **Maize cobs and cultures: history of *Zea mays* L.** New York: Springer, 2010. 262p.

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

VENCOVCKY, R. CRUZ, C.D. Comparação de métodos de correção do rendimento de parcelas com estandes variados. I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 26:647-657, 1991.

VENDRUSCOLO, E.C.G.; SCAPIM, C.A.; PACHECO, C.A.P.; OLIVEIRA, V.R.; BRACCINI, A.L.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36:123-130, 2001.

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

VIANA, P.A.; POTENZA, M.R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, 59:27-33, 2000.

VILARINHO, A.A. **Seleção de progênies S_1 e S_2 em programas de melhoramento intrapopulacional e de produção de híbridos de milho pipoca (*Zea mays* L.).** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 79p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento).

WAQUIL, J.M.; BOREGAS, K.G.B.; MENDES, S.M. **Viabilidade do uso de hospedeiros alternativos como área de refúgio para o manejo da resistência da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no cultivo.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2008. 10p. (Comunicado Técnico, 160).

WIDSTROM, N.W.; WISEMAN, B.R.; McMILLIAN, W.W. Resistance among some maize inbreds and single crosses to fall armyworm injury. **Crop Science**, 12:290-292, 1972.

WILLIER, J.G.; BRUNSON, A.M. Factors affecting the popping quality of pop corn. **Journal of Agricultural Research**, 35:615-624, 1927.

WISEMAN, B.R. Mechanisms of maize resistance to corn earworm and fall armyworm. In International Symposium Held at the International Maize and Wheat Improvement Center, 1994, Mexico. **Proceedings...** Mexico: CIMMYT, 1997. p. 46-54.

WISEMAN, B.R.; DAVIS, F.M.; WILLIAMS, W.P.; WIDSTROM. Resistance of a maize population, FAWCC (C5), to fall armyworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, 79:329-336, 1996.

WISEMAN, B.R.; WIDSTROM, N.W. Mechanisms of resistance in 'Zapalote Chico' corn silks to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. **Journal of Economic Entomology**, 79:1390-1393, 1986.

YANG, G.; ISENHOUR, D.J.; ESPELIE, K.E. Activity of maize leaf cuticular lipids in resistance to leaf-feeding by the fall armyworm. **The Florida Entomologist**, 74:229-236, 1991.

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

ZINSLY, J.R.; MACHADO, J.A. Milho pipoca. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.V. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 413-421.