

**DIALELO CIRCULANTE NA AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS E NA  
IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS SUPERIORES DE MILHO  
PIPOCA**

**RAMON MACEDO RANGEL**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO – UENF  
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MARÇO - 2006**

**DIALELO CIRCULANTE NA AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS E NA  
IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS SUPERIORES DE MILHO  
PIPOCA**

**RAMON MACEDO RANGEL**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal

Orientador: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MARÇO – 2006

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA/UFNF 040/2006

Rangel, Ramon Macedo

Dialelo circulante na avaliação de híbridos e na identificação de compostos superiores de milho pipoca / Ramon Macedo Rangel. – 2006.

127 f.

Orientador: Antonio Teixeira do Amaral Júnior  
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.

Bibliografia: f. 119 – 127.

1. Milho pipoca 2. Dialelo circulante 3. Capacidade combinatória 4. Predição de compostos 5. Capacidade de expansão I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD– 633.1523

DIALELO CIRCULANTE NA AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS E NA  
IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS SUPERIORES DE MILHO  
PIPOCA

**RAMON MACEDO RANGEL**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 23 de março de 2006

Comissão Examinadora:

---

Prof. Carlos Alberto Scapim (D.Sc., Genética e Melhoramento) - UEM

---

Prof<sup>a</sup>. Telma Nair Santana Pereira (Ph.D., Melhoramento de Plantas) - UENF

---

Prof. Messias Gonzaga Pereira (Ph.D., Melhoramento de Plantas) – UENF  
(Co-Orientador)

---

Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior (D.Sc., Genética e Melhoramento) - UENF  
(Orientador)

Aos meus pais  
José de Abreu e Many,  
pelo apoio incondicional,  
e aos meus irmãos  
Adryan e Renan,  
DEDICO

A Geliany,  
pela confiança e esperança,  
OFEREÇO

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e a Nossa Senhora;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) pela acolhida;

A CAPES, pela concessão da bolsa;

Ao Professor Antonio Teixeira do Amaral Júnior, pelos ensinamentos, conselhos e pelo entusiasmo contagiante;

Ao Professor Messias Gonzaga Pereira, pela atenção e também pelos ensinamentos;

Ao colega Silvério de Paiva Freitas Júnior, pela concessão de dados experimentais, além do auxílio na análise dos mesmos, juntamente com o Professor Messias;

Aos Professores Alexandre Pio Viana, Telma N. Santana Pereira e Messias Gonzaga Pereira, pelas sugestões quando da defesa do Projeto de Tese;

Aos membros da banca, pela disponibilidade em nos auxiliar neste trabalho;

Ao Técnico Geraldo Francisco de Carvalho, ao Eng<sup>o</sup> Agrônomo Paulo Rogério Nunes, e aos trabalhadores de campo, tanto de Itaocara, quanto do Colégio Agrícola, pelo auxílio na condução dos experimentos;

A Técnica do Laboratório Beth e aos bolsistas Keila, Tiago e Dione, pela ajuda nos trabalhos;

Ao Farlen, colega da república, pela respeitosa convivência;

A José Francisco T. do Amaral e Sebastião Martins Filho, por me incentivarem a ingressar no mestrado;

Aos colegas Silvério Júnior, Gustavo, Francisco Valdevino, Ana Paula, Sávio, Luciléa, Carolina, Edemir, os Felipes, Fabrício, Pedro, Carlos Ide, e tantos outros, que também tiveram sua parcela de colaboração.

Muito Obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Milho pipoca: Origem e Particularidades.....	04
2.2. Aspectos Econômicos da Cultura e Perspectivas para as Regiões Norte e Noroeste Fluminense.....	06
2.3. Melhoramento do Milho pipoca em Âmbito Nacional e Histórico Local.....	08
2.4. Análise Dialética: Considerações Gerais.....	12
2.5. Dialelo Circulante.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Material Genético.....	16
3.2. Multiplicação e Pré-Seleção das Populações.....	16
3.3. Cruzamentos Dialélicos.....	18
3.4. Avaliação dos Componentes do Dialelo Circulante.....	20
3.5. Análise Estatística.....	23
3.5.1. Análise de Variância.....	23
3.5.2. Análise Dialética de Kempthorne e Curnow (1961).....	24
3.6. Esperança dos Quadrados Médios.....	25
3.7. Estimador dos Parâmetros Genéticos para cada Ambiente.....	30

3.7.1. Variabilidade Genotípica entre Genótipos.....	30
3.7.2. Variância Fenotípica entre Genótipos.....	30
3.7.3. Variabilidade de Ambiente.....	30
3.7.4. Coeficiente de Determinação Genotípica.....	31
3.8. Estimador das Médias dos Quadrados dos Efeitos do Dialelo Circulante para cada Ambiente.....	31
3.9. Estimador das Médias dos Quadrados dos efeitos do Dialelo Circulante para dois Ambientes.....	32
3.10. Predição de Composto.....	33
3.10.1. Composto Biparental.....	33
3.10.1.1. Número de Compostos.....	33
3.10.1.2. Valor Predito.....	33
3.10.2. Composto com Três Genitores.....	34
3.10.2.1. Número de Compostos.....	34
3.10.2.2. Valor Predito.....	34
3.10.3. Composto com Quatro Genitores.....	34
3.10.3.1. Número de Compostos.....	34
3.10.3.2. Valor Predito.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1. Ambiente de Campos dos Goytacazes.....	35
4.1.1. Análise de Variância Univariada.....	35
4.1.2. Agrupamento de Médias.....	40
4.1.3. Parâmetros Genéticos.....	45
4.2. Ambiente de Itaocara.....	47
4.2.1. Análise de Variância Univariada.....	47
4.2.2. Agrupamento de Médias.....	51
4.2.3. Parâmetros Genéticos.....	56
4.3. Análise Conjunta.....	58
4.3.1 Análise de Variância Conjunta.....	58
4.4. Análise Dialélica Circulante para o Ambiente de Campos dos Goytacazes.....	67
4.4.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação.....	67
4.4.2. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação ( $g_i$ ).....	72

4.4.3. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação ( $s_{ij}$ ).....	77
4.5. Análise Dialética Circulante para o Ambiente de Itaocara.....	81
4.5.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação.....	81
4.5.2. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação ( $g_i$ ).....	85
4.5.3. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação ( $s_{ij}$ ).....	89
4.6. Análise Conjunta de Dialelo Circulante.....	92
4.6.1. Análise de Variância para a Capacidade de Combinação.....	92
4.6.2. Estimativa dos Efeitos Médios da Capacidade Geral de Combinação ( $g_i$ ).....	98
4.7. Predição de Compostos.....	103
4.7.1. Predição de Compostos para Campos dos Goytacazes.....	103
4.7.1.1. Predição de Composto Biparental.....	103
4.7.1.2. Predição de Composto com Três Genitores.....	105
4.7.1.3. Predição de Composto com Quatro Genitores.....	106
4.7.2. Predição de Compostos para Itaocara.....	107
4.7.2.1. Predição de Composto Biparental.....	107
4.7.2.2. Predição de Composto com Três Genitores.....	109
4.7.2.3. Predição de Composto com Quatro Genitores.....	110
4.7.3. Predição de Compostos Para os Quatro Ambientes.....	111
4.7.3.1. Predição de Composto Biparental.....	111
4.7.3.2. Predição de Composto Com Três Genitores.....	113
4.7.3.3. Predição de Composto Com Quatro Genitores.....	114
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	116
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

## RESUMO

RANGEL, RAMON MACEDO; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março de 2006; Dialelo circulante na avaliação de híbridos e na identificação de compostos superiores de milho pipoca. Orientador: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior. Co-Orientador: Prof. Messias Gonzaga Pereira.

Dez populações de milho pipoca foram avaliados quanto à capacidade combinatória, por meio de dialelo circulante, visando à detecção de genótipos superiores em dois ambientes contrastantes no Estado do Rio de Janeiro: Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes e Estação Experimental da PESAGRO-RIO de Itaocara, ambos localizados nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, respectivamente. Quinze híbridos dialélicos, seus genitores (populações) e cinco testemunhas, foram avaliados em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas a produção de grãos e a capacidade de expansão, juntamente com outras 12 características. Foi realizada uma análise individual para cada ambiente e também uma análise conjunta com dados obtidos nos dois locais em dois anos agrícolas. Os resultados obtidos indicaram que há variabilidade entre os materiais genéticos; os componentes quadráticos devidos aos efeitos da capacidade geral de combinação foram estimados para as características ALTE, FLOR, CE, NPQ e EMP, indicando superioridade dos efeitos genéticos aditivos; as estimativas dos componentes quadráticos devidos aos efeitos da capacidade específica de combinação foram superiores para as características NESP, NESPD, NESPP, PESP, PG, P100G, ALTP, NPA e NPLANT, denotando maior importância dos

efeitos genéticos não-aditivos. Os genitores UNB2U-C1, ANGELA e UNB2U-C2 foram indicados para o melhoramento intrapopulacional para os ambientes avaliados. Para o ambiente de Campos dos Goytacazes, os híbridos UNB2U-C1 x ANGELA e BRASKALB x ANGELA destacaram-se para capacidade de expansão e produção de grãos, enquanto para Itaocara, para ambas as características, foram superiores os híbridos UNB2U-C1 x ANGELA, BRASKALB x ANGELA e ANGELA x VIÇOSA-Viçosa. O híbrido UNB2U-C1 x ANGELA e o composto formado por estes genitores são materiais genéticos com potencial para cultivo nas regiões Norte e Noroeste Fluminense por se revelarem superiores para capacidade de expansão e produção de grãos nos ambientes avaliados.

## **ABSTRACT**

RANGEL, RAMON MACEDO; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2006 March. Circulant diallel on the evaluation of hybrids and on the identification of superior composites in popcorn. Adviser: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Junior; Co-adviser: Messias Gonzaga Pereira.

Ten popcorn populations were evaluated for the combining ability by circulant diallel, in order to identify superior genotypes in two contrasting environments, Campos dos Goytacazes and Itaocara, in North and Northwest regions of Rio de Janeiro, respectively. Fifteen hybrids, their genitors and five control genotypes were evaluated in a complete randomized block design with four replications. Grain yield, expansion popping and twelve others characteristics were evaluated. Single variance analysis for each environment was done as well as jointed analysis of variance was done for the two environments in two years. The results indicated that there is genetic variability among the genetic materials; the estimates of quadratic components due to the effects of general combining ability were observed for first ear height, numbers of days to flowering, popping expansion, number of broken plants, and number of healthy ears, indicating the superiority of the additive genetic effects; the estimates of quadratic components due to the specific combining ability were observed for number of ear, number of illness ear, number of ears attacked by insects, weight of ear, grain weight, 100 grain weight, plant height, number of lodging plants, and number of plants, indicating superiority of the non additive genetic effects. The parents, UNB2U-C1, ANGELA, and UNB2U-C2 were indicated for the intrapopulation breeding for the

two evaluated environments; for Campos dos Goytacazes, the UNB2U-C1 x ANGELA and BRASKALB x ANGELA were outstanding for popping expansion and grain yield; for Itaocara environment, the UNB2U-C1 x ANGELA, BRASKALB x ANGELA, and ANGELA x VIÇOSA-Viçosa were also superior for popping expansion and grain yield. The hybrid UNB2U-C1 x ANGELA and the composite formed by these two parent lines has potential as genetic material to be cultivated in North and Northwest regions of the Rio de Janeiro State, because they were simultaneous superior for popping expansion and grain yield than the others genetic material evaluated.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho pipoca é considerado uma cultura de alto valor econômico e seu consumo é crescente no Brasil (Brugnera *et al.*, 2003). Por ser de baixo custo e saborosa, feita sempre diante do freguês e servida “quentinha”, a pipoca tem uma grande aceitação popular (Lubatti, 2000). Para muitos que trabalham na informalidade, é a responsável direta pela geração de renda de suas famílias.

Até um passado recente, o plantio comercial de milho pipoca no Brasil era considerado modesto, sendo necessárias significativas importações de grãos, sobretudo dos Estados Unidos da América e da Argentina (Galvão *et al.*, 2000). Contudo, algumas mudanças no mercado da cultura foram ocorrendo. Segundo informações das empresas empacotadoras, houve marcante redução na importação de grãos, grande parte em função do uso em larga escala do híbrido simples modificado IAC-112 (Sawazaki, 2001) e dos híbridos norte-americanos cultivados no país (Sawazaki *et al.*, 2003). Embora tenham ocorrido progressos, a obtenção de variedade melhorada ainda é rara no País (Santos *et al.*, 2006).

Segundo Brugnera *et al.* (2003), a necessidade de importações de milho pipoca deve-se em grande parte, à limitação de cultivares, ou seja, híbridos e variedades que conciliem boa produtividade e qualidade da pipoca produzida, além da falta de tecnologia própria para a cultura.

Fornasieri Filho *et al.* (1994) citam que, como regra, adota-se para a cultura do milho pipoca, a mera transposição de práticas recomendadas para a cultura do milho comum. Pissaia *et al.* (1996) e Yorinori *et al.* (1996) atribuem esta

prática à pequena divulgação do milho pipoca como cultura econômica no Brasil. Nunes *et al.* (2003) ressaltam ainda que a maioria dos produtores utilizam baixa quantidade de insumos, sementes próprias, originadas de variedades locais ou de gerações avançadas de híbridos americanos, pouco fertilizante e não utilizam irrigação. Não obstante, Carpentieri-Pípolo *et al.* (2002) ressaltam a carência de dados oficiais sobre área plantada e produtividade.

Quando se pensa em milho pipoca, o consumidor de um modo geral faz uma associação ao grão importado, de conhecida qualidade, dando a entender, portanto, que toda boa pipoca deva ter essa procedência. Sawazaki *et al.* (2000) e Galvão *et al.* (2000) demonstraram que esta premissa não é verdadeira, ao avaliarem híbridos entre as linhagens Guarani e IAC-64 e obterem bons resultados, próximos aos melhores híbridos norte-americanos, em produtividade e qualidade de pipoca nos Estados de São Paulo e Minas Gerais.

No Brasil, nas mercearias e supermercados em geral são encontradas várias marcas deste produto. Embora as embalagens tragam a classificação do grão, ou seja, a classe e o tipo, muitas vezes esta informação não auxilia o consumidor no momento da escolha, ficando a mesma, atrelada à aparência externa do grão, ou ao chamado “vício” de uma marca. É coerente afirmar que se faz necessário alguns esclarecimentos nas embalagens, sobretudo quanto à capacidade de expansão, favorecendo o consumidor na hora da escolha e justificando as diferenças de preços até então sem motivo aparente.

A textura e maciez da pipoca, que conferem qualidade à mesma, são definidas pela capacidade de expansão dos grãos, sendo esta característica juntamente com a produtividade, as principais preocupações dos programas de melhoramento da cultura (Zinsly e Machado, 1987; Galvão *et al.*, 2000; Scapim *et al.*, 2002).

O Programa de Melhoramento de Milho pipoca da UENF tem adotado duas vertentes: emprego de seleção recorrente na população UNB-2U e a implementação de dialelo circulante. O primeiro visa à obtenção de variedade melhorada, com os conseqüentes aumentos das freqüências de alelos favoráveis, sobretudo para produção de grãos e capacidade de expansão, que são as características mais importantes ao melhoramento da espécie.

A implementação de dialelo circulante objetiva a identificação de híbridos superiores e de genitores para a formação de compostos. Um composto pode ser

compreendido como a reunião de materiais genéticos distintos (Paterniani e Campos, 1999). O dialelo circulante torna viável o estudo da capacidade geral e específica de combinação quando se dispõe de um número elevado de genitores e escassez de recurso, lançando mão de apenas uma amostra de todos os possíveis cruzamentos entre os genitores (Cruz *et al.*, 2004).

Em março de 2003 foi iniciada a metodologia de dialelo circulante como parte do Programa de Melhoramento de Milho pipoca da UENF (Freitas Júnior, 2005). Visando à detecção de genótipos de interesse delineou-se o presente trabalho, na expectativa de colaborar com informações adicionais para o Programa de Melhoramento de Milho pipoca da UENF. Para tanto, os objetivos principais foram:

- a) avaliar a capacidade de combinação de dez populações de milho pipoca, por meio de dialelo circulante;
- b) obter compostos genéticos para melhoramento intrapopulacional; e
- c) averiguar a viabilidade de obtenção de híbridos comerciais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Milho pipoca: Origem e Particularidades

Desde há muito utilizado pelos povos indígenas do Continente Norte-Americano, o milho pipoca, pertencente à família Poaceae (gramíneas), tribo Maydeae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L. ssp. *mays*, ( $2n=20$ ), apresenta como característica básica, o pipocamento ou pipoqueamento, diferenciando-se deste modo dos outros tipos de milho (Zinsly e Machado, 1987; Paterniani e Campos, 1999).

Existem diversas hipóteses quanto à origem do milho. A hipótese um gene - uma característica, também conhecida como hipótese do teosinte, proposta por Beadle (1939), admite ser o teosinte o progenitor do milho moderno. Existem evidências genéticas e citológicas que indicam que o milho e o teosinte são aparentados, apresentando mesmo número e homologia dos cromossomos, sendo que em cruzamentos entre milho e um tipo de teosinte obtiveram-se híbridos férteis (Goodman e Smith, 1987). Segundo Mangelsdorf e Galinat (1964), as hipóteses mais aceitáveis são: a) o progenitor do milho atual é um ancestral silvestre do milho da América do Sul, ora extinto; b) o teosinte primitivo é um híbrido descendente do cruzamento entre o gênero *Trypsacum* e o milho; e c) a maior fonte de divergência entre as variedades modernas de milho é devida a introgressão de germoplasma de *Trypsacum*. Mangelsdorf (1974) afirma ser o milho ancestral e não o descendente do teosinte, visto que, de acordo com o autor, o teosinte é mais especializado que o milho em pelo menos quatro

aspectos: adaptação a menor número de ambientes; redução da espiga polística para dística; redução de grãos pareados a únicos e endurecimento das glumas e ráquis. Entretanto, contrapondo a essa afirmação há o argumento de que os gêneros relacionados a ambos são mais parecidos com o teosinte do que com o milho comum. Atualmente, segundo Bennetzen *et al.* (2001), a teoria do teosinte como ancestral do milho moderno é a mais aceita.

A origem genética do milho pipoca também é objeto de hipóteses (Galinat, 1977). Erwin (1949), citado por Gama (1997), considera que o milho pipoca é originário de uma mutação do milho de endosperma duro (*flint*). Ziegler e Ashman (1994) acham muito improvável tal origem devido às evidências arqueológicas e ao caráter poligênico da pipocabilidade. Porém, parece não haver dúvidas de que o milho é proveniente do Novo Mundo (Mangelsdorf, 1974; Hallauer e Miranda Filho, 1981), devido à descoberta de fósseis em “Bat Cave” (Novo México), datados como os mais antigos exemplares de milho (2.500 a.C.), onde tal material era do tipo pipoca (Mangelsdorf, 1974). Em “La Venta”, planície costeira do Golfo do México, foram encontrados vestígios de utensílios utilizados para o preparo de pipoca, além de grãos chamuscados do tipo pipoca, sendo referentes a um período que compreende 2.250 a 200 anos a.C. (Rust *et al.*, 1994). Mangelsdorf (1974) discutiu achados arqueológicos de doze sítios, localizados no México e Sudoeste dos Estados Unidos, e identificou os milhos mais antigos como precursores das raças mexicanas de milho pipoca Chapalote ou Nal-tel, não havendo, segundo o autor, indícios de que o teosinte seja o genitor silvestre do milho. Tais descobertas evidenciaram a importância do milho pipoca na formação do patrimônio genético atual da espécie *Zea mays* L. (Zinsly e Machado, 1987).

Quando comparadas ao milho comum, as plantas das populações de milho pipoca normalmente possuem porte menor, colmo mais fino e fraco, menor número de folhas, várias espigas por planta e tamanho reduzido do grão (semente), que pode ser redondo, chato e pontudo (Zinsly e Machado, 1987). Sabe-se que sementes desse tipo de milho quando bem armazenadas, conservam intacta sua capacidade de expansão por um período de 15 a 20 anos, porém o poder de germinação é perdido após dois a três anos de armazenamento (Zinsly e Machado, 1987; Guadagnin, 1996).

Por capacidade de expansão (CE), entende-se a razão entre o volume de pipoca expandida e o volume ou peso inicial dos grãos submetidos ao pipocamento (Lira, 1983; Guadagnin, 1996). Em estudos de comparação dos grãos de milho pipoca e milho comum, Silva *et al.* (1993) mostraram ser o pericarpo do milho pipoca mais difusível e possuidor de maior condutividade térmica. Os referidos autores verificaram que a uma temperatura de aproximadamente 180 °C é gerada pressão de 930,8 Kpa no interior do grão, provocando o rompimento do pericarpo e o estouro do grão. A expansão ocorre devido à resistência do pericarpo, associada aos teores de água e óleo do grão.

Weatherwax (1922) descreve o fenômeno do pipocamento como explosão provocada pela expansão, sob pressão, da umidade contida nos grânulos de amido, ocorrendo hidrólise da maioria do amido, perda de umidade contida e extinção de toda a estrutura celular do endosperma.

Sawazaki *et al.* (1986) avaliaram a influência do tamanho e umidade do grão na capacidade de expansão e verificaram que a mesma foi maior nos grãos menores e nos teores de umidade de 10,5% a 11,5%. Nascimento e Boiteux (1994), também avaliando a influência do grau de umidade na capacidade de expansão, recomendaram a necessidade de padronização do grau de umidade dos grãos nos processos de identificação e seleção dos genótipos.

## **2.2. Aspectos Econômicos da Cultura e Perspectivas para as Regiões Norte e Noroeste Fluminense**

A safra brasileira de cereais, leguminosas e oleaginosas para o ano de 2005 foi estimada em 112,539 toneladas (IBGE, 2005). Embora exista para a cultura do milho pipoca, carência de informações sobre área plantada, bem como a produção e a quantidade importada (Vendruscolo *et al.*, 2001; Carpentieri-Pípolo *et al.*, 2002), sabe-se que a cultura teve sua parcela de contribuição neste montante.

Os dados existentes relativos à cultura no país revelam cenário de progresso paulatino rumo à auto-suficiência no abastecimento do cereal. Na década de 90, com um consumo estimado em 80 mil toneladas, o Brasil importava 75% dessa demanda (Galvão *et al.*, 2000). Em 2003, com consumo estimado em 65 a 70 mil toneladas, as importações corresponderam a apenas

30% (Grupo Megaagro, 2004, citado por Vilela, 2004). Em relação à 2004/2005 uma nova redução na importação de grãos em cerca de 20 mil toneladas foi prevista, grande parte em função do uso em larga escala do híbrido simples modificado IAC-112 (Sawazaki, 2001; Santos *et al.*, 2006).

Sawazaki *et al.* (2003) afirmam que nos últimos anos, a importação vem sendo também substituída pela produção nacional obtida com sementes importadas de híbridos norte americanos. Essa importação está sendo realizada principalmente pela Yoki Alimentos S.A., cuja produção brasileira de grãos evoluiu de 5 mil toneladas em 1999 para próximo de 30 mil toneladas em 2002 (Fávaro, 2002, citado por Sawazaki *et al.*, 2003).

O cultivo do milho pipoca por meio do sistema integrado entre empresas empacotadoras e produtores tem crescido no país, conforme registrou Santos (2005). As empacotadoras selecionam a região onde querem produzir, fornecem as sementes e a tecnologia, favorecendo aumentos de produtividade e redução nos custos de produção. Ainda segundo o mesmo autor, na safra de 2003, os melhores produtores colheram em média 50 a 60 sacas por hectare e o custo de produção variou de R\$ 800,00 a R\$ 1.200,00/hectare, em função da tecnologia utilizada. As empresas empacotadoras pagaram aos cooperados cerca de R\$ 45,00 por saca.

Machado (1997) cita como fatores favoráveis à expansão da cultura, a possibilidade de total mecanização e o preço não controlado pelo governo, fazendo com que o valor comercial seja, no mínimo, três vezes superior ao do milho comum.

Segundo a CEAGESP, em meados de 2005, a saca de 30 kg de milho pipoca era comercializada a um preço comum de R\$ 29,68 e a saca de milho pipoca importado (22,6 kg) a R\$ 33,14. Comparativamente, a saca de milho comum (60 kg) era comercializada a R\$ 19,15. Os grãos redondos, tipo pérola, com endosperma alaranjado, são os tipos de maior aceitação comercial (Ziegler e Ashman, 1994).

Com potencial para ser explorada na agricultura brasileira, a cultura do milho pipoca poderá ser mais uma opção aos agricultores do Norte e Noroeste Fluminense.

Cabe ressaltar que o Noroeste Fluminense é composto por 13 municípios e tem na agropecuária sua principal atividade econômica. Já a Região Norte

Fluminense, composta por nove municípios, é tradicionalmente caracterizada pela economia açucareira. Todavia, a partir da década de 70, o álcool e o petróleo têm apresentado importância crescente na economia regional (CIDE, 2005).

Considerando-se os atrativos que a cultura do milho pipoca apresenta e com o possível advento de cultivares adaptadas às referidas regiões, há a possibilidade do surgimento de empresas empacotadoras, impulsionando a cadeia produtiva da cultura, sobretudo no âmbito da agricultura familiar, que no Estado do Rio de Janeiro, compreende 79,9% dos estabelecimentos rurais (IBGE, 1996).

### **2.3. Melhoramento do Milho pipoca em Âmbito Nacional e Histórico Local**

No melhoramento de milho pipoca, além dos caracteres agrônômicos requeridos pelos produtores, como a produtividade; aspectos apreciados pelos consumidores, tais como textura e maciez, definidos pela capacidade de expansão, devem ser observados (Zinsly e Machado, 1987; Galvão *et al.*, 2000; Scapim *et al.*, 2002).

A capacidade de expansão é negativamente correlacionada com todos os outros caracteres de importância econômica, resumidamente considerados como produtividade (Zinsly e Machado, 1987; Sawazaki, 1995; Coimbra *et al.*, 2001). Aliar estes aspectos em prol do desenvolvimento de genótipos superiores é o desafio encontrado pelos melhoristas, visto que incrementos em capacidade de expansão, de influência aditiva de genes (Pacheco *et al.*, 1998; Pereira e Amaral Júnior, 2001), não devem ocorrer em detrimento da produtividade, influenciada por genes em dominância (Pereira e Amaral Júnior, 2001).

Segundo Andrade (1996), o primeiro ensaio nacional de milho pipoca foi implementado em 1991/1992. De acordo com Sawazaki (2001), no Brasil apenas sete híbridos de milho pipoca estavam registrados no SNPC (Serviço Nacional de Proteção de Cultivares), onde seis eram de acesso restrito aos produtores parceiros das empresas detentoras de sementes e apenas um disponível a qualquer produtor, o híbrido triplo Zélia, comercializado pela empresa PIONEER, contrastando com o milho comum, onde segundo levantamento de Cruz *et al.* (2000), mais de 200 cultivares estavam disponíveis aos produtores.

Os híbridos de milho pipoca P608, P608 HT, P618, P621 e P625, são registrados pela Yoki Alimentos S.A. e de acesso restrito aos parceiros da empresa (Sawazaki, 2001). Para a safra 2005/2006, o híbrido triplo Jade, comercializado pela empresa PIONEER, apresentou-se como mais uma opção no mercado de sementes do Brasil (Cruz e Pereira Filho, 2005).

Recentemente, o Instituto Agrônomo de Campinas recomendou um híbrido, o IAC-112, o qual atende a uma parceria com uma empresa empacotadora, a Hikari (Sawazaki, 2001), sinalizando para uma tendência nacional: as parcerias público-privadas.

Linares (1987) cita que os programas de melhoramento de milho pipoca à época, resumiam-se basicamente na seleção de variedades de polinização aberta.

As variedades de polinização aberta têm reconhecida importância na agricultura brasileira, favorecendo a inclusão do agricultor, sobretudo o menos capitalizado, no processo produtivo.

Segundo Cruz *et al.* (2002), citados por Daros (2003), RS 20 é uma variedade de polinização aberta que na safra de 2002/2003, teve sua parcela de contribuição no mercado nacional. Scapim *et al.* (2002) ressaltam que esta variedade foi desenvolvida pelo IPAGRO e é comercializada pela AGROESTE-SC. Outra variedade de polinização aberta é a oferecida pela EMBRAPA, denominada BRS Angela (Pacheco *et al.*, 2000). Recentemente foi disponibilizada no mercado brasileiro de sementes, a variedade UFVM2 - Barão Viçosa (Cruz e Pereira Filho, 2005).

Sawazaki (1995) considera que o milho pipoca não teve a mesma atenção dada ao milho comum, refletindo em pouco progresso em seu melhoramento no país, relacionando este fato ao limitado número de instituições e melhoristas envolvidos com a cultura.

No Brasil, culturas como a do feijão e principalmente a do milho comum e soja, que entrelaçam uma complexa cadeia na agropecuária brasileira, receberam especial atenção no que tange ao desprendimento de esforços e recursos econômicos e intelectuais. Porém, com os avanços do setor, as atenções também começam a ser voltadas para outras culturas, tais como a do milho pipoca, do trigo e dentre outras de reconhecido valor econômico.

Assim, o panorama do melhoramento de milho pipoca no país, aos poucos vai sendo modificado. Historicamente, Coelho *et al.* (1980), citados por Daros (2003), registraram projetos visando obter cultivares com alta produtividade, boa capacidade de expansão, resistência a doenças e expressão de boas características agronômicas, sendo desenvolvidos por melhoristas em São Paulo (ESALQ), Rio Grande do Sul (UFRS) e Minas Gerais (UFV). Atualmente, além da iniciativa privada, o Instituto Agronômico de Campinas, o Centro Nacional de Milho e Sorgo da EMBRAPA, a Universidade Federal de Viçosa, a Universidade Estadual de Maringá (UEM) e a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, também possuem programas de melhoramento com milho pipoca.

Com o objetivo de disponibilizar aos produtores da região Norte e Noroeste Fluminense, variedades com características desejáveis, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro desenvolve um Programa de Melhoramento de Milho pipoca em duas principais linhas de atuação: melhoramento da população UNB-2U e melhoramento por meio da obtenção de composto.

A primeira vertente do programa teve início com a variedade de polinização aberta UNB-2U, originada de UNB-2, após dois ciclos de seleção massal em Campos dos Goytacazes, RJ. Por sua vez, a população UNB-2 foi originada após seleção em um Composto Indígena, que a ESALQ/USP, de Piracicaba-SP., doou à Universidade de Brasília, DF. Deste modo gerou-se a população UNB-1, que foi cruzada com a variedade de milho pipoca Americana. As progênies selecionadas foram cruzadas com uma variedade de milho pipoca de grãos amarelos e resistente a *Exserohilum turcicum*. Após dois ciclos de seleção massal foi obtida uma população constituída por plantas resistentes, com grãos amarelos e alta produção. Esta população foi retrocruzada por três vezes, com a variedade Americana, originando assim a população UNB-2, de polinização aberta (Pereira e Amaral Júnior, 2001).

Daros *et al.* (2002) detectaram suficiente variabilidade a ser explorada em sucessivos ciclos de seleção recorrente na população-base de milho pipoca UNB-2U, subsidiando o progresso do programa através desta linha de atuação.

Vilela (2004), por meio de marcadores RAPD, avaliou o impacto da seleção recorrente na variabilidade genética da população UNB-2U e concluiu

que o impacto da seleção recorrente por diferentes estratégias de melhoramento não promoveu o estreitamento genético da população sob seleção.

Santos (2005) confirmou os resultados obtidos por Daros *et al.* (2002) e Vilela (2004), ao trabalhar com seleção recorrente entre famílias de meios-irmãos da referida população. O autor detectou novamente suficiente variabilidade genética a ser explorada em ciclos futuros e evidenciou que é possível em um programa de melhoramento de milho pipoca, a seleção de cultivares com efeito positivo para capacidade de expansão e produtividade.

Freitas Júnior (2005), por meio da outra linha de atuação do Programa de Melhoramento de Milho pipoca da UENF, qual seja, melhoramento através da obtenção de composto, avaliou a capacidade combinatória de dez populações de milho pipoca por meio de dialelo circulante, verificando a existência de genitores aptos ao melhoramento intrapopulacional, além de genitores que se destacaram em combinações híbridas.

Quando se objetiva obter populações com suficiente variabilidade genética, sobretudo do componente de variância genética aditiva, a síntese de compostos é alternativa muito útil no aumento da eficiência dos processos seletivos, visto que ampla variabilidade genética pode significar progressos a longo prazo por muitos ciclos de seleção (Paterniani e Campos, 1999).

Segundo Paterniani e Campos (1999), compostos são combinações de diferentes materiais genéticos, como variedades e até raças. Os compostos permitem reunir características de diversos genitores em uma só população, sendo esta submetida à seleção natural na região de adaptação durante várias gerações (Harlan *et al.*, 1940, citados por Borém, 2001).

Em milho pipoca a obtenção de variedade melhorada a partir de composto, tem se mostrado ser estratégia pertinente para o lançamento de variedades melhoradas, tendo como exemplo a variedade BRS Angela, oriunda de ciclos de seleção recorrente no composto CMS-43, da EMBRAPA/CNPMS (Pacheco *et al.*, 2000).

De acordo com Hallauer e Miranda Filho (1981), a escolha de germoplasma é a base de qualquer programa de melhoramento, sendo responsável pelo sucesso do mesmo, pois as características do germoplasma determinarão o quanto do seu potencial máximo poderá ser alcançado pelos métodos de melhoramento.

Neste aspecto, na seleção de progenitores para a constituição de população-base com ampla variabilidade, a ser explorada em sucessivos ciclos de seleção, as metodologias de análises dialélicas para a investigação da capacidade combinatória se constituem alternativas bastante viáveis, como exemplo os dialelos circulantes (Cruz *et al.*, 2004).

#### 2.4. Análise Dialélica: Considerações Gerais

Dialelo é um termo que tem sido utilizado para expressar um conjunto de  $p(p-1)/2$  híbridos, resultantes do cruzamento entre  $p$  genitores. As metodologias de análise dialélica possibilitam o entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres, além de prover estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação (Cruz *et al.*, 2004).

Cruz *et al.* (2004) relatam que dentre os vários métodos de análise dialélica, as metodologias mais comumente utilizadas são a proposta por Griffing (1956), pela qual são estimados os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da capacidade geral e específica de combinação; a metodologia proposta por Gardner e Eberhart (1966), no qual são avaliados os efeitos de variedades e heterose varietal; e a proposta por Hayman (1954), que informa sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, os valores genéticos dos genitores utilizados e o limite de seleção.

Segundo Vencovsky (1970), a capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de uma linhagem em uma série de cruzamentos, e a capacidade específica de combinação (CEC), refere-se ao comportamento particular de duas linhagens quando cruzadas entre si. Cruz *et al.* (2004) ressaltam que a CEC está associada aos efeitos gênicos não-aditivos, enquanto que a CGC, está associada à ação aditiva dos genes.

Griffing (1956) relacionou quatro métodos de análise: a) Método 1, em que todas as  $p^2$  combinações são incluídas, ou seja, os genitores, os híbridos  $F_{1s}$  e os recíprocos; b) Método 2, que envolve as  $p(p+1)/2$  combinações, faltando os híbridos  $F_{1s}$  recíprocos; c) Método 3, onde são incluídas as  $p(p-1)$  combinações, faltando os genitores; e d) Método 4, que inclui as  $p(p-1)/2$  combinações, ficando de fora os genitores e os híbridos  $F_{1s}$  recíprocos. Segundo Cruz *et al.* (2004),

cada um destes métodos pode ser analisado considerando um modelo fixo ou aleatório, dependendo da natureza da amostra dos genitores.

Gardner e Eberhart (1966) desenvolveram uma metodologia de análise dialélica, na qual é incluso no mínimo  $p$  populações ou variedades e os  $p(p-1)/2$  híbridos  $F_{1's}$ . Os referidos autores ressaltam que tal metodologia se aplica a dialelos de genitores em equilíbrio de Hardy-Weinberg e se caracteriza por prover informações detalhadas a respeito do potencial *per se* desses genitores e da heterose manifestada em seus híbridos.

Scapim *et al.* (2002), com o intuito de obterem informações a respeito da capacidade combinatória e heterose entre nove populações de milho pipoca, utilizaram os métodos de Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966) e concluíram, dentre outras, pela recomendação de compostos a serem formados entre as populações de alta capacidade geral de combinação para rendimento de grãos e para capacidade de expansão, além da possibilidade de início de programa de seleção recorrente recíproca entre duas populações.

Trabalhando com a cultura do milho comum, Aguiar *et al.* (2003) utilizaram o Método 4, de Griffing (1956), para avaliar a capacidade combinatória de cinco linhagens endogâmicas e constataram que o método foi eficaz na estimativa dos efeitos da capacidade combinatória para várias características.

Hayman (1954) propôs um método que é aplicado a genitores homozigotos. Sua metodologia permite verificar a distribuição dos alelos entre os genitores; estimar o grau médio de dominância; discriminar genitores que apresentem maior ou menor concentração de genes em homozigose dominante ou recessiva; estimar os limites teóricos de seleção; avaliar a relação entre alelos favoráveis e dominância; estimar o número de genes que exibem dominância; e estimar o coeficiente de determinação genotípica, o qual é utilizado como estimador da herdabilidade em análise dialélica.

Cruz *et al.* (2004) consideram que para o sucesso na aplicação do método proposto por Hayman (1954), algumas restrições devam ser consideradas: a) ausência de epistasia; b) ausência de efeito materno; c) ausência de alelismo múltiplo; d) genes distribuídos independentemente entre os genitores; e) segregação diplóide; e f) homozigose por parte dos genitores.

## 2.5. Dialelo Circulante

O estudo da capacidade combinatória de um número muito grande de genitores pode tornar-se inviável devido às várias combinações híbridas que necessitam ser obtidas (Russel e Eberhart, 1973). Neste contexto, o dialelo circulante é um tipo de dialelo, no qual o estudo da capacidade geral e específica de combinação é realizado por meio da análise de uma amostra de todos os possíveis cruzamentos entre os genitores, ao contrário dos dialelos completos, onde todas as combinações entre genitores são incluídas, além dos próprios genitores e híbridos recíprocos (Cruz *et al.*, 2004).

Brown (1948), citado por Kempthorne e Curnow (1961), foi o primeiro a considerar o sistema de cruzamento dialélico não completo, sugerindo uma amostragem de cruzamentos de forma circulante. Gilbert (1958) propôs a primeira metodologia de análise ao avaliar um dialelo com 15 a 20 genitores, onde cada um deveria estar presente em oito híbridos.

Kempthorne e Curnow (1961) desenvolveram um delineamento dialélico circulante com  $ps/2$  cruzamentos, sendo  $p$  o número de genitores envolvidos no dialelo e  $s$  o número de cruzamentos por genitor. Nesse esquema, para haver o fechamento dos  $ps/2$  cruzamentos,  $p$  e  $s$  não podem ser ímpares ou pares simultaneamente e  $s$  tem que ser inteiro e maior ou igual a 2.

Kempthorne e Curnow (1961) destacaram as vantagens do método, quais sejam: a) um grande número de genitores pode ser avaliado quanto à capacidade combinatória, sendo a perda de precisão compensada pelo maior ganho genético obtido por meio de uma seleção mais intensa, que pode ser aplicada aos genitores; b) a seleção pode ser feita entre os cruzamentos de uma amplitude maior de genitores; e c) a variância devida à CGC da população em que os genitores são incluídos, pode ser estimada mais precisamente.

Por sua vez, Cruz *et al.* (2004) ressaltam que ao se avaliar um número reduzido de genitores, representado também por um número pequeno de combinações híbridas, os poucos graus de liberdade associados aos efeitos da CEC, poderão proporcionar certa dificuldade em se apontar diferenças significativas nos ensaios dialélicos. Esses autores afirmaram ainda, que embora seja útil quando se deseja reduzir o número de cruzamentos, o esquema dialélico

circulante não permite identificar as melhores combinações que ficaram ausentes do dialelo.

Com o intuito de verificar a eficiência dos esquemas de dialelos circulantes em relação aos dialelos completos, Kempthorne e Curnow (1961) compararam os delineamentos I e II de Comstock e Robinson (1948) e o delineamento III de Robinson *et al.* (1949) com o esquema dialélico circulante e verificaram que o último obteve superioridade sobre os delineamentos I e II e inferioridade em relação ao delineamento III.

Gonçalves (1987) verificou a aplicabilidade do dialelo circulante ao estudar linhagens de duas populações de milho da ESALQ. Utilizando valor de  $s = 3$ , o autor concluiu que a metodologia pode ser altamente eficiente do ponto de vista prático, ao constatar a possibilidade de se prever a média de um híbrido com base na CGC das linhagens. Dantas (1988) também verificou a aplicabilidade do referido método, quando objetivava prever médias de híbridos simples, duplos e triplos, com base na CGC de linhagens de duas populações de milho. Em ambos os casos a metodologia foi efetiva na identificação de híbridos superiores.

Veiga *et al.* (2000) evidenciaram a eficiência dos dialelos circulantes em comparação aos completos, tanto na classificação dos pais quanto nas estimativas dos parâmetros da capacidade geral e específica de combinação.

Recentemente, Ferreira *et al.* (2004) avaliaram a eficiência dos dialelos circulantes em relação aos dialelos completos no que concerne à estimativa dos efeitos da capacidade geral e específica de combinação. Para tanto, os autores avaliaram a produção de espigas de milho em dialelo circulante e verificaram que redução de 30% no número de cruzamentos não afetou a escolha dos melhores genitores e combinações híbridas.

Freitas Júnior (2005), por meio de dialelo circulante, avaliou a capacidade combinatória de dez populações de milho pipoca, verificando a existência de genitores aptos ao melhoramento intrapopulacional, além de combinações híbridas que se revelaram superiores para a formação de compostos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Material Genético**

Doze populações de milho pipoca foram obtidas por doação, as quais provieram da Universidade Estadual de Maringá (UEM), do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), da EMBRAPA/CNPMS e da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Após avaliação agronômica, foram incorporadas ao Programa de Melhoramento de Milho Pipoca da UENF as populações PR023, PA038, Produtor e SE013, cedidas pela UEM, juntamente com as populações Viçosa, Beija-flor, Amarelo, Branco-Viçosa, Rosa Claro e Roxo, cedidas pela UFV. Pela EMBRAPA/CNPMS, foi doada a variedade Angela; e pelo IAC, o híbrido IAC-112.

#### **3.2. Multiplicação e Pré-Seleção das Populações**

As populações foram multiplicadas por duas gerações no Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, localizado no Município de Campos dos Goytacazes - RJ., com plantios no primeiro e segundo semestres do ano de 2002, respectivamente dias 23/05 e 12/10 do referido ano. Cada população foi cultivada em quatro fileiras de 5,00 m com espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas. A profundidade de plantio no sulco foi de 0,05 m e a adubação foi utilizada na dosagem de 350 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK, da formulação 04-14-08. Aos 30

dias após a emergência, foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por cova e realizada a adubação de cobertura, na dosagem de 60 kg de nitrogênio por hectare, na forma de sulfato de amônio (Freitas Júnior, 2005).

O procedimento de multiplicação das populações foi realizado por meio de polinização manual com mistura de pólen, respeitando sempre a individualidade de cada população. Aproximadamente 120 dias após o plantio, as espigas das quatro fileiras correspondentes a cada população foram colhidas separadamente e identificadas pela designação da população original introduzida (Freitas Júnior, 2005).

Durante as multiplicações, as populações foram também avaliadas quanto ao porte, reação a helmintosporiose e cor dos grãos. Quanto ao porte, foi considerada como “baixo”, a população com plantas com altura média de até 1,50 m, “médio”, a população cujas plantas detinham valores médios para altura variando de 1,51 a 2,30 m e, “alto”, as populações com magnitude média de altura superior a 2,31 m. Quanto à sanidade a helmintosporiose as populações foram classificadas subjetivamente, por tolerantes e intolerantes, se pouco ou nenhuma infecção da doença ocorria a campo, ou se havia plantas nitidamente exibindo infecção da doença nas fileiras, respectivamente. Quanto a cor dos grãos, as introduções foram classificadas como de grão alaranjado, amarelo, amarelo-pálido, branco, rosa claro e roxo (Freitas Júnior, 2005).

Foram identificadas para inclusão em dialelo circulante seis dentre as doze populações introduzidas, com base na cor dos grãos (amarelos), reação de campo a helmintosporiose e porte baixo a médio. Além destas, outras quatro populações provenientes do banco de germoplasma da UENF também foram incluídas (Tabela 1).

Tabela 1 – Populações de milho pipoca selecionadas para composição de dialelo circulante, incluindo introduções e materiais do próprio banco de germoplasma da UENF, com respectivas características e origens (Freitas Júnior, 2005).

População	Cor do grão	Porte	Reação à Helmintosporiose	Origem
Beija-Flor	Amarelo	Médio	Tolerante	UFV
Braskalb	Amarelo	Médio	Tolerante	UENF
PA038	Alaranjado	Médio	Tolerante	UEM
Branco	Branco	Médio	Tolerante	UFV
Angela	Branco	Médio	Tolerante	EMBRAPA
SE013	Amarelo-pálido	Médio a Alto	Tolerante	UEM
Viçosa	Amarelo	Médio	Tolerante	UFV
Viçosa-UENF	Amarelo	Médio	Tolerante	UENF
UNB2U-C1	Amarelo	Médio	Tolerante	UENF
UNB2U-C2	Amarelo	Médio a Alto	Tolerante	UENF

As populações Produtor e PR023, provenientes da UEM, apresentaram-se respectivamente, intolerante e medianamente tolerante a helmintosporiose. Rosa Claro e PR023 apresentaram porte alto, tornando-os susceptíveis ao acamamento em virtude dos fortes ventos que comumente ocorrem em Campos dos Goytacazes e Itaocara. Roxo e Rosa Claro apresentaram coloração de grãos desinteressantes para o mercado consumidor. Tais atributos justificaram a não inclusão destas populações para a composição de dialelo circulante.

### 3.3. Cruzamentos Dialélicos

O algoritmo para estabelecimento dos cruzamentos do dialelo teve como base o proposto por Kempthorne e Curnow (1961):

**p:** número de genitores a serem estudados;

**s:** número de combinações híbridas de cada genitor,  $s < p - 1$  e  $s \geq 3$  para dialelos que incluem apenas  $F_{1s}$  e  $s \geq 2$  quando também são incluídos os genitores;

$ps/2$  (razão referente ao número total de cruzamentos); e

$K = (p+1-s)/ 2$  (razão referente a um número inteiro).

Foram utilizadas três combinações híbridas de cada população com as demais, proporcionando valor de  $s = 3$ . Em decorrência,  $k$ , que define o limite inferior e superior do dialelo, teve magnitude igual a quatro. A Tabela 2 contém as combinações híbridas e as populações genitoras (Freitas Júnior, 2005).

Tabela 2 – Dialelo circulante envolvendo três combinações híbridas de cada um dos dez genitores (populações) de milho pipoca (Freitas Júnior, 2005).

Populações <sup>1/</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X				X	X	X			
2		X				X	X	X		
3			X				X	X	X	
4				X				X	X	X
5					X				X	X
6						X				X
7							X			
8								X		
9									X	
10										X

<sup>1/</sup> 1 = UNB2U-C1; 2 = BRASKALB; 3 = VIÇOSA-UENF; 4 = PA038-Maringá; 5 = BRANCO-Viçosa; 6 = ANGELA; 7 = BEIJA-FLOR; 8 = UNB2U-C2; 9 = SE013-Maringá; e 10 = VIÇOSA-Viçosa.

Para a obtenção das populações híbridas, foram plantadas, em março de 2003, as dez populações em linhas de 6,00 m de comprimento, pareadas em todas as combinações necessárias para a obtenção dos 15 híbridos  $F_{1's}$ , utilizando o espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas. O local utilizado para esta etapa foi o Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes - RJ (Freitas Júnior, 2005).

Na época do florescimento foram feitos aproximadamente 100 cruzamentos entre as linhas, de forma a obter o híbrido em quantidade de

sementes suficiente para continuidade do processo. Para recolhimento dos grãos de pólen e polinização propriamente dita, foram utilizados sacos de papel tipo "Kraft" (Freitas Júnior, 2005).

### **3.4. Avaliação dos Componentes do Dialelo Circulante**

O trabalho contém os resultados das avaliações de Freitas Júnior (2005) e de dois outros cultivos realizados em ambientes contrastantes no Estado do Rio de Janeiro: Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes, e Estação Experimental da PESAGRO-RIO de Itaocara, respectivamente regiões Norte e Noroeste Fluminense. O plantio em Campos dos Goytacazes ocorreu em 09/12/2004 e em Itaocara em 14/12/2004.

O Município de Campos dos Goytacazes é caracterizado pelas coordenadas: 21° 45' de latitude sul, 41° 20' W de longitude e 11 m de altitude (Oliveira, 1996). Classificado como tropical chuvoso, clima de bosque (Am), apresenta uma precipitação média anual de 1.023 mm, evapotranspiração potencial de 1.601 mm anuais e temperatura média anual de 23 °C (Koeppen, citado por Ometto, 1981). Já Itaocara, situa-se a 21° 39' 12" de latitude sul, 42° 04' 36" W de longitude e 60 m de altitude, apresentando clima do tipo Aw, com precipitação média anual de 1.041 mm e temperatura média anual de 22,5 °C (Fontes, 2001).

Cada ensaio foi constituído por 30 tratamentos que corresponderam aos dez genitores pré-selecionados, quinze híbridos e cinco testemunhas (Tabela 3), dispostos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, cultivadas em fileiras simples de 10,00 m de comprimento e espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas.

Conforme análise de solo, a adubação de plantio foi feita aplicando-se 800 kg.ha<sup>-1</sup> de adubo N-P-K, na formulação 04-14-08. A primeira adubação de cobertura

Tabela 3 – Tratamentos correspondentes aos 10 genitores, 15 combinações híbridas e cinco testemunhas.

Tratamentos		
Genitores	Híbridos	Testemunhas
Beija-Flor	Braskalb x Beija-Flor	Viçosa (ou Amarelo)
Braskalb	Braskalb x UNB2U-C2	UNB2U-C0
PA038-Maringá	Braskalb x Angela	Produtor-Maringá
Branco-Viçosa	Branco-Viçosa x Viçosa-Viçosa	PR023-Maringá
Angela	Branco-Viçosa x SE013-Maringá	IAC-112
SE013-Maringá	Viçosa-UENF x SE013-Maringá	
Viçosa-Viçosa	Viçosa-UENF x Beija-Flor	
Viçosa-UENF	Viçosa-UENF x UNB2U-C2	
UNB2U-C1	UNB2U-C1 x Angela	
UNB2U-C2	UNB2U-C1 x Branco-Viçosa	
	UNB2U-C1 x Beija-Flor	
	ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	
	PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	
	PA038-Maringá x SE013-Maringá	
	PA038-Maringá x UNB2U-C2	

foi feita com 300 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 20-00-20, aplicados aos 30 dias após o plantio, por ocasião da amontoa. A segunda adubação foi realizada aos 45 dias após o plantio, na dosagem de 260 kg.ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio (Fancelli e Dourado Neto, 2004). A colheita manual das espigas foi realizada aproximadamente quatro meses após o plantio, mais precisamente em abril de 2005.

As seguintes características foram avaliadas:

- número de dias para florescimento (**FLOR**): foi obtido pela quantificação do período compreendido entre o plantio e a liberação dos estilo-estigmas de pelo menos 50% das plantas da fileira, sendo anotado de dois em dois dias;
- altura de planta (**ALTP**): foi quantificada em cm, sendo realizada após o pendoamento, considerando a distância do nível do solo à inserção da folha bandeira, em dez plantas competitivas;
- altura de inserção da primeira espiga (**ALTE**): também em cm, foi mensurada nas mesmas plantas utilizadas para a característica anterior, compreendendo a distância entre o nível do solo à base de inserção da espiga superior;
- estande final (**NPLANT**): expresso pelo número de plantas contidas na fileira;

- e) número de plantas quebradas (**NPQ**): foi obtido pela contagem de plantas que apresentavam o colmo quebrado abaixo da espiga superior em cada parcela, na ocasião da colheita;
- f) número de plantas acamadas (**NPA**): foi obtido pela contagem de plantas que apresentavam um ângulo de inclinação superior a 45° em relação à vertical, na ocasião da colheita;
- g) número de espigas mal empalhadas (**EMP**): foi obtido pela contagem das espigas mal empalhadas, ou seja, aquelas que apresentavam a ponta da espiga não coberta por palha, em cada parcela, na ocasião da colheita;
- h) número de espigas (**NESP**): foi quantificado pelo número de espigas colhidas em cada parcela;
- i) número de espigas doentes (**NESPD**): foi obtido pela contagem de espigas doentes em cada parcela, na ocasião da colheita;
- j) número de espigas atacadas por pragas (**NESPP**): foi obtido pela contagem de espigas atacadas por pragas em cada parcela, na ocasião da colheita;
- k) peso de espigas (**PESP**): foi obtido por pesagem das espigas despalhadas após a colheita e expressa em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;
- l) produção de grãos (**PG**): foi obtida por meio da pesagem dos grãos após a debulha, sendo expressa em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;
- m) peso de 100 grãos (**P100G**): expresso em gramas e obtidos após serem dispostos em superfície lisa de forma mais aleatória possível. Foram pesados em balança com duas casas decimais;
- n) capacidade de expansão dos grãos (**CE**): foi realizada em laboratório, seguindo a metodologia proposta por Pacheco *et al.* (1998). A uma temperatura de 270 °C por 2,5 minutos, os grãos de milho pipoca foram submetidos ao pipocamento. Foi avaliada pela relação  $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$ , ou seja, volume de pipoca em relação ao peso de grãos submetidos ao pipocamento, com duas repetições para cada parcela.

Para a quantificação da CE utilizou-se um medidor de expansão desenvolvido pela EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (CNPDIA), situada em São Carlos, SP. O equipamento, adotado pelo Ministério da Agricultura, possui controle automático de leitura e ajuste da temperatura na câmara pipocadora, além de um controlador de velocidade de agitação dos grãos. A determinação da expansão foi realizada com teor médio de água nos grãos de 11,5 % b.u., quantificado por meio do

método-padrão de estufa com circulação de ar ( $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas), com cinco repetições e sem tritura da amostra, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

### 3.5. Análise Estatística

#### 3.5.1. Análise de Variância

Após a mensuração das características nos 10 genitores, 15  $F_{1's}$  e cinco testemunhas, foi realizada a análise de variância individual, utilizando-se os recursos computacionais do Programa GENES (Cruz, 2001), empregando-se o modelo genético-estatístico  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \xi_{ij}$ , em que:

$Y_{ij}$  = valor fenotípico da ij-ésima observação referente ao i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

$\mu$  = constante geral;

$g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;

$b_j$  = efeito do j-ésimo bloco; e

$\xi_{ij}$  = erro experimental médio  $\sim N(0, s_e^2)$ .

Em seguida procedeu-se à análise conjunta para as características avaliadas, considerando-se como de efeitos fixos as fontes de variação Genótipos e Ambiente ou Local, e de efeito aleatório a fonte de variação Ano, com base no modelo genético-estatístico  $Y_{ijkm} = \mu + (b/a)/l_{jkm} + g_i + a_j + l_k + ga_{ij} + gl_{ik} + al_{jk} + gal_{ijk} + \xi_{ijkm}$ , em que:

$Y_{ijkm}$  = valor fenotípico da ijk-m-ésima observação referente ao i-ésimo genótipo, j-ésimo ano e k-ésimo local no m-ésimo bloco;

$\mu$  = constante geral;

$(b/a)/l_{jkm}$  = efeito do m-ésimo bloco dentro do j-ésimo ano dentro do k-ésimo local;

$g_i$  = efeito do i-ésimo genótipo;

$a_j$  = efeito do j-ésimo ano;

$l_k$  = efeito do k-ésimo local ou ambiente;

$ga_{ij}$  = efeito da interação entre o i-ésimo genótipo e o j-ésimo ano;

$gl_{ik}$  = efeito da interação entre o i-ésimo genótipo e o k-ésimo local;

$al_{jk}$  = efeito da interação entre o j-ésimo ano e o k-ésimo local;

$gal_{ijk}$  = efeito da interação de segunda ordem entre o i-ésimo genótipo, j-ésimo ano e k-ésimo local; e

$\xi_{ijklm}$  = erro experimental associado à observação  $ijklm \sim N(0, s_e^2)$ .

### 3.5.2. Análise Dialélica de Kempthorne e Curnow (1961)

Para a análise genético-estatística dos resultados, foram utilizados os recursos computacionais do Programa GENES (Cruz, 2001), empregando-se o modelo genético-estatístico  $Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \xi_{ij}$ , em que:

$Y_{ij}$  = média da observação associada à combinação híbrida  $ij$  ( $i \neq j$ ) ou ao i-ésimo genitor ( $i = j$ );

$\mu$  = constante geral;

$g_i$  e  $g_j$  = efeitos da capacidade geral de combinação associados ao i e j-ésimo genitor, respectivamente;

$s_{ij}$  = efeito da capacidade específica de combinação entre o i e j-ésimo genitor; e

$\xi_{ij}$  = erro experimental médio.

Para a análise conjunta de dialelo circulante foi empregado o modelo genético-estatístico  $Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + l_k + gl_{ik} + gl_{jk} + sl_{ijk} + \xi_{ijk}$ , em que:

$Y_{ijk}$  = média da observação associada à combinação híbrida  $ij$  ( $i \neq j$ ) ou ao i-ésimo genitor ( $i = j$ );

$\mu$  = constante geral;

$g_i$  e  $g_j$  = efeitos da capacidade geral de combinação associados ao i e j-ésimo genitor, respectivamente;

$s_{ij}$  = efeito da capacidade específica de combinação entre o i e j-ésimo genitor;

$l_k$  = efeito do k-ésimo ambiente ou local;

$gl_{ik}$  e  $gl_{jk}$  = efeitos da interação entre a capacidade geral de combinação associados ao i-ésimo e j-ésimo genitor e o k-ésimo ambiente, respectivamente;

$sl_{ijk}$  = efeito da interação entre a capacidade específica de combinação entre o i-ésimo e j-ésimo genitor e o k-ésimo ambiente; e

$\xi_{ijk}$  = erro experimental médio.

### 3.6. Esperança dos Quadrados Médios

O esquema da análise de variância individual, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando-se como de efeito fixo a fonte de variação Genótipos, encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Análise de variância individual e esperança de quadrados médios, utilizando  $F_1$ 's, genitores e testemunhas.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos	$b - 1$	$QM_3$	$s^2 + t s^2_B$
Tratamentos (T)	$t - 1$	$QM_2$	$s^2 + b \phi_T$
Genótipos (Pais + $F_1$ 's)	$g - 1$	$QM_{2.1}$	$s^2 + b \phi_G$
Pais	$p - 1$	$QM_{2.1.1}$	$s^2 + b \phi_P$
$F_1$ 's	$F_1 - 1$	$QM_{2.1.2}$	$s^2 + b \phi_{F_1}$
Pais x $F_1$ 's	1	$QM_{2.1.3}$	$s^2 + b \phi_{PF_1}$
Testemunhas (Te)	$te - 1$	$QM_{2.2}$	$s^2 + b \phi_{Te}$
Genótipos x Te	1	$QM_{2.3}$	$s^2 + b \phi_{GTe}$
Erro	$(b - 1) (t - 1)$	$QM_1$	$s^2$

Em que:  $b$  = número de blocos;  $g$  = número de genótipos (pais +  $F_1$ 's);  $T$  = número de tratamentos (pais +  $F_1$ 's + testemunhas); e  $te$  = número de testemunhas.

O Quadro 2 contém o esquema de análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando-se como de efeitos fixos, as fontes de variação Genótipos, Local ou Ambiente e a interação Genótipos x Local, e de efeitos aleatórios, a fonte de variação Ano e as interações Genótipos x Ano e Genótipos x Local x Ano.

Quadro 2 – Análise de variância conjunta e esperança de quadrados médios, utilizando F1's, genitores e testemunhas em dois anos.

FV	GL	QM	E (QM)
B/LA	la (b-1)	QM <sub>9</sub>	$s^2 + t s^2_{B/LA}$
Ano	a - 1	QM <sub>8</sub>	$s^2 + blt s^2_A$
Local	l - 1	QM <sub>7</sub>	$s^2 + b t s^2_{LA} + bat \phi_L$
Local x Ano	(l - 1) (a - 1)	QM <sub>6</sub>	$s^2 + bt s^2_{LA}$
Tratamentos	t - 1	QM <sub>5</sub>	$s^2 + bl s^2_{TA} + bla \phi_T$
Genótipos (Pais + F <sub>1</sub> 's)	g - 1	QM <sub>5.1</sub>	$s^2 + bl s^2_{GA} + bla \phi_G$
Pais	p - 1	QM <sub>5.1.1</sub>	$s^2 + bl s^2_{PA} + bla \phi_P$
F <sub>1</sub> 's	F <sub>1</sub> - 1	QM <sub>5.1.2</sub>	$s^2 + bl s^2_{F1A} + bla \phi_{F1}$
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	QM <sub>5.1.3</sub>	$s^2 + bl s^2_{PF1A} + bla \phi_{PF1}$
Testemunhas	te - 1	QM <sub>5.2</sub>	$s^2 + bl s^2_{TeA} + bla \phi_{Te}$
Genótipos x Te	1	QM <sub>5.3</sub>	$s^2 + bl s^2_{GTeA} + bla \phi_{GTe}$
Tratamentos x Ano	(t - 1) (a - 1)	QM <sub>4</sub>	$s^2 + bl s^2_{TA}$
Genótipos x Ano	(g - 1) (a - 1)	QM <sub>4.1</sub>	$s^2 + bl s^2_{GA}$
Pais x Ano	(p - 1) (a - 1)	QM <sub>4.1.1</sub>	$s^2 + bl s^2_{PA}$
F <sub>1</sub> 's x Ano	(F <sub>1</sub> - 1) (a - 1)	QM <sub>4.1.2</sub>	$s^2 + bl s^2_{F1A}$
Pais x F <sub>1</sub> 's x Ano	1	QM <sub>4.1.3</sub>	$s^2 + bl s^2_{PF1A}$

Quadro 2, Cont.

FV	GL	QM	E (QM)
Testemunhas x Ano	$(te - 1) (a - 1)$	QM <sub>4.2</sub>	$s^2 + bl s^2_{TeA}$
Genótipos x Te x Ano	1	QM <sub>4.3</sub>	$s^2 + bl s^2_{GTeA}$
Tratamentos x Local	$(t - 1) (l - 1)$	QM <sub>3</sub>	$s^2 + b s^2_{TLA} + ba \phi_{TL}$
Genótipos x Local	$(g - 1) (l - 1)$	QM <sub>3.1</sub>	$s^2 + b s^2_{GLA} + ba \phi_{GL}$
Pais x Local	$(p - 1) (l - 1)$	QM <sub>3.1.1</sub>	$s^2 + b s^2_{PLA} + ba \phi_{PL}$
F <sub>1</sub> 's x Local	$(F_1 - 1) (l - 1)$	QM <sub>3.1.2</sub>	$s^2 + b s^2_{F1LA} + ba \phi_{F1L}$
Pais x F <sub>1</sub> 's x Local	1	QM <sub>3.1.3</sub>	$s^2 + b s^2_{PF1LA} + ba \phi_{PF1L}$
Testemunhas x Local	$(te - 1) (l - 1)$	QM <sub>3.2</sub>	$s^2 + b s^2_{TeLA} + ba \phi_{TeL}$
Genótipos x Te x Local	1	QM <sub>3.3</sub>	$s^2 + b s^2_{GTeLA} + ba \phi_{GTeL}$
Tratamentos x Local x Ano	$(t - 1) (l - 1) (a - 1)$	QM <sub>2</sub>	$s^2 + b s^2_{TLA}$
Genótipos x Local x Ano	$(g - 1) (l - 1) (a - 1)$	QM <sub>2.1</sub>	$s^2 + b s^2_{GLA}$
Pais x Local x Ano	$(p - 1) (l - 1) (a - 1)$	QM <sub>2.1.1</sub>	$s^2 + b s^2_{PLA}$
F <sub>1</sub> 's x Local x Ano	$(F_1 - 1) (l - 1) (a - 1)$	QM <sub>2.1.2</sub>	$s^2 + b s^2_{F1LA}$
Pais x F <sub>1</sub> 's x L x Ano	1	QM <sub>2.1.3</sub>	$s^2 + b s^2_{PF1LA}$
Testemunhas x Local x Ano	$(te - 1) (l - 1) (a - 1)$	QM <sub>2.2</sub>	$s^2 + b s^2_{TeLA}$
Genótipos x Te x L x Ano	1	QM <sub>2.3</sub>	$s^2 + b s^2_{GTeLA}$
Erro	$al (b - 1) (t - 1)$	QM <sub>1</sub>	$s^2$

Em que: a = anos; e l = número de ambientes ou locais.

O desdobramento da fonte de variação Genótipos em capacidade geral e específica de combinação foi realizado conforme pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Análise de variância individual e esperança de quadrados médios, utilizando  $F_{1s}$  e genitores.

FV	GL	QM	E (QM)
Bloco	b-1	QM <sub>3</sub>	$s^2 + g s^2_B$
Genótipos	g-1	QM <sub>2</sub>	$s^2 + b \phi_G$
CGC	p-1	QM <sub>2.1</sub>	$s^2 + bs (p+2) / (p-1) \phi_{gi}$
CEC	ps / 2	QM <sub>2.2</sub>	$s^2 + b \phi_{si}$
Resíduo	(b -1)(g-1)	QM <sub>1</sub>	$s^2$

Em que: b = número de blocos; s = número de cruzamentos; p = número de genitores;  $s_i$  = capacidade específica de combinação; e  $g_i$  = capacidade geral de combinação.

Pelo Quadro 4 observa-se o desdobramento da fonte de variação Genótipos em capacidade geral e específica de combinação, para quatro ambientes.

Quadro 4 – Análise de variância conjunta e esperança dos quadrados médios, utilizando  $F_{1's}$  e genitores.

FV	GL	QM	E (QM)
Bloco / Ambiente	$a (b-1)$	$QM_5$	$s^2 + g s^2_{B/A}$
Genótipos	$g -1$	$QM_4$	$s^2 + ba \phi_G$
CGC	$p-1$	$QM_{4.1}$	$s^2 + bas (p+2)/(p-1) \phi_{gi}$
CEC	$ps / 2$	$QM_{4.2}$	$s^2 + ba \phi_{si}$
Ambientes	$a -1$	$QM_3$	$s^2 + bg \phi_A$
Genótipos x Ambiente	$(a-1) (g-1)$	$QM_2$	$s^2 + b \phi_{GA}$
CGC x Ambiente	$(p-1) (a-1)$	$QM_{2.1}$	$s^2 + bs (p+2)/(p-1) \phi_{giA}$
CEC x Ambiente	$(ps / 2) (a-1)$	$QM_{2.2}$	$s^2 + b \phi_{siA}$
Resíduo	$a (b -1) (g-1)$	$QM_1$	$s^2$

Em que: a = ambientes; b = número de blocos; s = número de cruzamentos; p = número de genitores;  $s_i$  = capacidade específica de combinação; e  $g_i$  = capacidade geral de combinação.

### 3.7. Estimador dos Parâmetros Genéticos para cada Ambiente

Os estimadores dos componentes de variância e componentes quadráticos, para cada ambiente, foram obtidos com base nas esperanças de quadrados médios, apresentadas no Quadro 1.

#### 3.7.1. Variabilidade Genotípica entre Genótipos

$$\phi_G = \frac{QM_{2.1} - QM_1}{b},$$

Em que:

$QM_{2.1}$  = quadrado médio de genótipos (pais +  $F_1$ 's);

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo; e

$b$  = número de blocos.

#### 3.7.2. Variância Fenotípica entre Genótipos

$$s^2_F = \frac{QM_{2.1}}{b},$$

Em que:

$QM_{2.1}$  = quadrado médio de genótipos (pais +  $F_1$ 's); e

$b$  = número de blocos.

#### 3.7.3. Variabilidade de Ambiente

$$\phi_A = \frac{QM_1}{b},$$

Em que:

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo; e

$b$  = número de blocos.

### 3.7.4. Coeficiente de Determinação Genotípica

$$H_x^2 = \frac{\phi_G}{\sigma_P^2} = \frac{QM_{2.1} - QM_1}{QM_{2.1}} \times 100$$

### 3.8. Estimador das Médias dos Quadrados dos Efeitos do Dialelo Circulante para cada Ambiente

Com base nas esperanças de quadrados médios, apresentadas no Quadro 3, foram obtidos os estimadores dos componentes de variância do dialelo circulante, respectivamente  $\phi_{gi}$  e  $\phi_{si}$ , que são os efeitos da capacidade geral de combinação e da capacidade específica de combinação, cujas expressões são a seguir apresentadas:

$$\phi_{gi} = \frac{QM_{2.1} - QM_1}{bs(p+2)/(p-1)},$$

Em que:

$QM_{2.1}$  = quadrado médio da capacidade geral de combinação;

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo;

$b$  = número de blocos;

$s$  = número de cruzamentos; e

$p$  = número de genitores.

$$\phi_{si} = \frac{QM_{2.2} - QM_1}{b},$$

Em que:

$QM_{2.2}$  = quadrado médio da capacidade específica de combinação;

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo; e

$b$  = número de blocos.

### 3.9. Estimador das Médias dos Quadrados dos Efeitos do Dialelo Circulante para dois Ambientes

Com base nas esperanças de quadrados médios, apresentadas no Quadro 4, foram obtidos os estimadores dos componentes de variância do dialelo, respectivamente  $\phi_{gi}$ ,  $\phi_{si}$ ,  $\phi_{giA}$  e  $\phi_{siA}$ , que são os efeitos da capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação e capacidade geral e específica de combinação em interação com o ambiente, cujas expressões são a seguir apresentadas:

$$\phi_{gi} = \frac{QM_{4.1} - QM_1}{b a s (p + 2) / (p - 1)},$$

Em que:

$QM_{4.1}$  = quadrado médio da capacidade geral de combinação;

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo;

b = número de blocos;

a = número de ambientes;

s = número de cruzamentos; e

p = número de genitores.

$$\phi_{si} = \frac{QM_{4.2} - QM_1}{ab},$$

Em que:

$QM_{4.2}$  = quadrado médio da capacidade específica de combinação;

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo;

b = número de blocos; e

a = número de ambientes.

$$\phi_{giA} = \frac{QM_{2.1} - QM_1}{b s (p + 2) / (p - 1)},$$

Em que:

$QM_{2.1}$  = quadrado médio da interação capacidade geral de combinação com ambiente;

$QM_1$  = quadrado médio do resíduo;

b = número de blocos;

s = número de cruzamentos; e

p = número de genitores.

$$\phi_{SiA} = \frac{QM_{2.2} - QM_1}{b},$$

Em que:

QM<sub>2.2</sub> = quadrado médio da interação capacidade específica de combinação com ambiente;

QM<sub>1</sub> = quadrado médio do resíduo; e

b = número de blocos.

### 3.10. Predição de Composto

Para estimar os valores preditos para cada composto, foram utilizados os recursos computacionais do Programa GENES (Cruz, 2001).

#### 3.10.1. Composto Biparental

##### 3.10.1.1. Número de Compostos

$n = C_p^2$ , sendo p o número de genitores envolvidos no dialelo.

##### 3.10.1.2. Valor Predito

Para  $p_g$  e  $p_s = 1$ , e, adotando-se i, j para os pais A e B, tem-se:

$$VP = \frac{Y_{ii} + Y_{jj} + 2Y_{ij}}{4}$$

Em que:

$Y_{ij}$  = média do genitor, quando  $i = j$ , ou do híbrido, quando  $i \neq j$ , da variável selecionada.

### 3.10.2. Composto com Três Genitores

#### 3.10.2.1. Número de Compostos

$n = C_p^3$ , sendo  $p$  o número de genitores envolvidos no dialelo.

#### 3.10.2.2. Valor Predito

Para  $p_g$  e  $p_s = 1$ , e, adotando-se  $i, j, k$  para os pais A, B e C, tem-se:

$$VP = \frac{Y_{ii} + Y_{jj} + Y_{kk} + 2(Y_{ik} + Y_{ij} + Y_{jk})}{9}$$

### 3.10.3. Composto com Quatro Genitores

#### 3.10.3.1. Número de Compostos

$n = C_p^4$ , sendo  $p$  o número de genitores envolvidos no dialelo.

#### 3.10.3.2. Valor Predito

Para  $p_g$  e  $p_s = 1$ , e, adotando-se  $i, j, k$  e  $m$  para os pais A, B, C e D, tem-se:

$$VP = \frac{Y_{ii} + Y_{jj} + Y_{kk} + Y_{mm} + 2(Y_{ij} + Y_{ik} + Y_{im} + Y_{jk} + Y_{jm} + Y_{km})}{16}$$

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Ambiente de Campos dos Goytacazes**

#### **4.1.1. Análise de Variância Univariada**

No Quadro 5 encontram-se as estimativas dos valores e as significâncias dos quadrados médios e coeficientes percentuais de variação experimental, com base na média dos tratamentos para 14 características avaliadas em combinações híbridas, incluindo genitores e testemunhas, em Campos dos Goytacazes, RJ.

Somente não houve diferenças significativas pelo teste F em 1 e 5% de probabilidade entre os tratamentos para as características número de espigas com praga (NESPP), número de plantas acamadas (NPA) e número de espigas mal empalhadas (EMP). Assim, pode-se supor que as populações possuem elevada variabilidade genética para ser explorada em futuros programas de melhoramento. Também, é possível deduzir que as populações não revelaram variações indesejáveis quanto ao número de plantas acamadas, bem como quanto ao número de espigas com praga e mal empalhada.

Em relação a Genótipos, onze características exibiram significância em 1% de probabilidade pelo teste F. Das restantes, uma revelou significância em 5% de probabilidade – EMP – e duas não foram significativas para 1 ou 5% – NESPP

Quadro 5 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para 14 características avaliadas em combinações híbridas, respectivos genitores e testemunhas. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
Blocos	3	210,7666	123,9555	6,6666	73716,8750	39075,000
Tratamentos	29	421,7229 **	270,8781 **	3,1551 <sup>ns</sup>	716615,2370 **	502676,6091 **
Genótipos	24	476,1308 **	252,1108 **	3,2291 <sup>ns</sup>	848745,9791 **	596481,7708 **
Pais	9	762,1361 **	345,1138 **	4,3583 <sup>ns</sup>	997619,5138 **	587624,2361 **
F <sub>1</sub> 's	14	111,5595 *	193,9452 **	2,5880 <sup>ns</sup>	395953,7500 **	360986,4285 **
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	3006,0816 **	229,4016 <sup>ns</sup>	2,0416 <sup>ns</sup>	5847975,3750 **	3973134,3750 **
Testemunhas	4	198,4250 **	451,1750 **	3,1250 <sup>ns</sup>	96301,2500 <sup>ns</sup>	64010,6250 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te	1	9,1266 <sup>ns</sup>	0,1066 <sup>ns</sup>	1,5000 <sup>ns</sup>	26733,3750 <sup>ns</sup>	6016,6666 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	52,0885	73,6107	3,3160	56002,9382	45880,4597
Média Geral		66,81	26,76	2,50	1628,62	1199,83
Médias dos Genótipos		66,94	26,78	2,55	1635,30	1203,00
Médias das Testemunhas		66,19	26,70	2,25	1595,25	1184,00
CVe (%)		10,80	32,05	72,84	14,53	17,85

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 5, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
Blocos	3	1,5635	585,9722	295,7354	1,6972	3,8498
Tratamentos	29	2,4133 **	297,4514 **	342,1701 **	41,3129 **	83,4454 **
Genótipos	24	2,4789 **	283,1197 **	256,3854 **	32,1358 **	84,9479 **
Pais	9	2,6242 **	137,2784 *	262,6145 **	39,1805 **	135,2778 **
F <sub>1</sub> 's	14	2,3473 **	287,9541 **	246,3184 **	28,4357 **	58,4477 **
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	3,0146 *	1528,0104 **	341,2604 **	20,5350 *	2,9821 <sup>ns</sup>
Testemunhas	4	2,1887 **	297,6375 **	751,1687 **	87,8000 **	90,3957 **
Genótipos x Te	1	1,7377 <sup>ns</sup>	640,6666 **	765,0104 **	75,6150 **	19,5842 *
Resíduo	87	0,5568	54,3960	36,1765	2,8179	2,9512
Média Geral		7,49	158,23	89,95	59,92	18,68
Médias dos Genótipos		7,55	157,20	88,82	59,57	18,86
Médias das Testemunhas		7,23	163,40	95,60	61,70	17,78
CVe (%)		9,95	4,66	6,68	2,80	9,19

<sup>1/</sup> P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 5, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		NPA	NPQ	NPLANT	EMP
Blocos	3	1,8666	102,9888	36,9861	7,5777
Tratamentos	29	0,6160 <sup>ns</sup>	136,7747 <sup>**</sup>	17,4956 <sup>**</sup>	3,1264 <sup>ns</sup>
Genótipos	24	0,5566 <sup>ns</sup>	135,9583 <sup>**</sup>	19,7566 <sup>**</sup>	3,6733 <sup>*</sup>
Pais	9	1,0250 <sup>**</sup>	192,1000 <sup>**</sup>	19,2472 <sup>**</sup>	4,8027 <sup>*</sup>
F <sub>1</sub> 's	14	0,1952 <sup>ns</sup>	103,8166 <sup>**</sup>	6,8285 <sup>ns</sup>	3,0285 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	1,4016 <sup>*</sup>	80,6666 <sup>ns</sup>	205,3350 <sup>**</sup>	2,5350 <sup>ns</sup>
Testemunhas	4	0,9250 <sup>ns</sup>	115,7000 <sup>**</sup>	4,7000 <sup>ns</sup>	0,2000 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te	1	0,8066 <sup>ns</sup>	240,6666 <sup>**</sup>	14,4150 <sup>ns</sup>	1,7066 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	0,3954	21,3164	6,6297	1,9915
Média Geral		0,36	19,31	47,87	1,66
Médias dos Genótipos		0,33	19,95	48,02	1,72
Médias das Testemunhas		0,55	16,15	47,09	1,40
CVe (%)		171,49	23,90	5,37	84,67

<sup>1/</sup> NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

e NPA. Isso é um indício de que há suficiente variabilidade genética nos genitores e híbridos do dialelo, o que é de fundamental importância para a obtenção de ganhos genéticos em futuros trabalhos de melhoramento com as populações.

No desdobramento da fonte de variação Genótipos em Pais e  $F_{1's}$  e no contraste Pais “versus”  $F_{1's}$  (Quadro 5), verificam-se diferenças significativas entre os Pais para todas as características, exceto NESPP. Estes resultados indicam a possibilidade de sucesso na obtenção de híbridos superiores provenientes de genitores divergentes, o que é ratificado pelo fato de que para  $F_{1's}$  (Quadro 5) somente não houve significância para as características NESPP, NPA, NPLANT e EMP.

Em relação ao contraste Pais “versus”  $F_{1's}$  a característica produção de grãos (PG) revelou significância, o que indica que houve distinção entre a produtividade dos híbridos e seus genitores. Em contrapartida, quanto à capacidade de expansão, não houve significância, demonstrando que os híbridos não diferiram estatisticamente dos genitores para CE, o que pode ser explicado pela herança aditiva desta última característica.

As testemunhas revelaram-se menos dissimilares do que os genótipos, visto que, das 14 características avaliadas, seis (NESPP, PESP, PG, NPA, NPLANT e EMP) foram não significativas pelo teste F em 5 ou 1% de probabilidade (Quadro 5).

Uma abordagem importante a ser feita é quanto ao coeficiente de variação experimental (CVe%) das características avaliadas. Gomes (1990) propôs uma classificação na qual os coeficientes de variação em experimentos agrícolas situam-se em faixas, sendo considerados baixos quando inferiores a 10%, médios quando se situam entre 10% a 20%, altos quando variam entre 20% a 30% e muito altos quando superiores a 30%. De acordo com Garcia (1989), citado por Scapim *et al.* (1995), tal classificação é muito abrangente, não levando em consideração as particularidades da cultura estudada e, principalmente, não fazendo distinção entre a natureza da característica avaliada. Isso motivou o surgimento de novas sugestões de faixas de coeficientes de variação (Amaral *et al.*, 1997; Judice *et al.*, 1999; Judice, 2000; Judice *et al.*, 2002). Para a cultura do milho, uma classificação dos coeficientes de variação que tem sido utilizada na área de melhoramento de plantas é a proposta por Scapim *et al.* (1995).

Pela classificação de Gomes (1990), as características ALTP, ALTE e P100G, apresentaram CVE considerados baixos, ao passo que pela classificação de Scapim *et al.* (1995), tais valores (4,66%; 6,68% e 9,95%, respectivamente) foram considerados médios. Estes últimos autores argumentam que para estas características consideradas menos influenciadas pelo ambiente, o método por eles utilizado, que leva em conta o critério de Garcia (1989), citado por Scapim *et al.* (1995), é mais adequado que o de Gomes (1990). Para as características de rendimento como NESP, PESP e PG, houve concordância quanto à magnitude dos coeficientes de variação entre ambas as classificações, sendo considerados médios. Freitas Júnior (2005), avaliando a produção de grãos, obteve CVE considerado muito alto pela classificação de Scapim *et al.* (1995) e alto pela de Gomes (1990).

As características NPA e EMP, ao exibirem os maiores valores de CVE corroboram os resultados também elevados de CVE obtidos por Arnhold (2004) em trabalho de seleção recorrente com milho pipoca para plantas acamadas e espigas mal empalhadas, o que pressupõe sê-las mais influenciadas pelo ambiente.

#### **4.1.2. Agrupamento de médias**

Os valores das estimativas das médias de 14 características avaliadas em 10 genitores, 15 híbridos  $F_{1's}$  e cinco testemunhas, são apresentados no Quadro 6, juntamente com seus agrupamentos pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade, para o ambiente de Campos dos Goytacazes, RJ.

Para número de espigas (NESP) observou-se a formação de quatro grupos, sendo que o híbrido VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá e o genitor VIÇOSA-Viçosa apresentaram os maiores valores para a característica, com magnitudes iguais a 81,00 e 80,00, respectivamente.

Quanto ao número de espigas doentes (NESP<sub>D</sub>), houve a formação de três grupos pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade. Os genótipos que apresentaram maior nível de sanidade, com menor número de espigas doentes, foram os híbridos PA038-Maringá x SE013-

Quadro 6 – Estimativas das médias de 14 características<sup>1/</sup> e do agrupamento de Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980)<sup>2/</sup> em Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Tratamentos	Características Avaliadas						
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP
UNB2U-C1	72,00 a	28,00 b	3,25 a	2221,25 a	1703,75 a	8,52 a	157,87 c
BEIJA-FLOR	60,75 b	27,00 b	2,75 a	1247,50 c	896,25 c	7,66 a	156,50 c
SE013-Maringá	55,5 c	17,25 c	1,25 a	1040,00 d	752,50 d	6,48 b	152,12 d
BRASKALB	47,75 c	22,00 c	2,50 a	962,50 d	563,75 d	6,57 b	143,25 d
VIÇOSA-UENF	64,5 b	24,00 c	2,50 a	1533,75 b	1038,75 c	6,88 b	150,62 d
UNB2U-C2	70,75 b	27,25 b	2,00 a	1670,00 b	1233,75 b	8,07 a	145,37 d
PA038-Maringá	30,75 d	9,50 c	2,75 a	471,25 e	436,25 d	8,07 a	153,75 d
BRANCO-Viçosa	62,25 b	37,75 a	1,75 a	963,75 d	635,00 d	6,14 b	152,62 d
ANGELA	58,00 c	16,75 c	5,00 a	1598,75 b	1063,75 c	7,88 a	149,00 d
VIÇOSA-Viçosa	80,00 a	39,75 a	3,50 a	1682,50 b	1265,00 b	7,08 b	163,00 b
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	75,00 a	25,00 b	1,25 a	2156,25 a	1608,75 a	8,77 a	152,00 d
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	69,00 b	28,50 b	2,75 a	1885,00 b	1340,00 b	7,40 a	156,00 c
PA038-Maringá x UNB2U-C2	75,50 a	29,50 b	1,25 a	2185,00 a	1763,75 a	8,93 a	158,37 c
PA038-Maringá x SE013-Maringá	70,50 b	16,75 c	2,00 a	1668,75 b	1290,00 b	7,5,1 a	168,50 b
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	68,50 b	28,25 b	3,75 a	1782,50 b	1347,50 b	7,99 a	152,37 d
BRASKALB x ANGELA	67,00 b	25,50 b	2,75 a	2030,00 a	1568,75 a	8,24 a	153,50 d
BRASKALB x UNB2U-C2	64,25 b	23,75 c	1,75 a	1480,00 b	1140,00 c	7,92 a	147,62 d
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	72,00 a	32,00 b	2,75 a	1705,00 b	1290,00 b	7,87 a	158,37 c
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	77,00 a	17,25 c	2,75 a	2315,00 a	1857,50 a	8,40 a	165,62 b
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	79,50 a	40,75 a	2,50 a	1746,25 b	1133,75 c	7,05 b	171,75 b
UNB2U-C1 x ANGELA	67,00 b	21,75 c	2,50 a	2006,25 a	1511,25 a	7,65 a	156,62 c
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	81,00 a	29,25 b	4,00 a	2216,25 a	1675,00 a	7,99 a	177,87 a
BRANCO-Viçosa x SE013-Maringá	72,00 a	41,00 a	1,50 a	1625,00 b	1190,00 c	6,66 b	169,75 b
BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa	63,50 b	30,75 b	2,75 a	1412,50 c	1018,75 c	6,63 b	159,12 c
BRASKALB x BEIJA-FLOR	69,50 b	30,25 b	2,25 a	1277,50 c	751,25 d	6,37 b	158,37 c
UNB2U-C0	69,50 b	28,75 b	3,00 a	1511,25 b	1092,50 c	7,31 b	157,50 c
VIÇOSA	65,00 b	32,00 b	2,75 a	1560,00 b	1121,25 c	7,19 b	160,87 c
PR023-Maringá	57,75c	8,75 c	0,75 a	1832,50 b	1392,50 b	7,83 a	178,62 a
PRODUTOR-Maringá	62,50 b	27,5 b	2,25 a	1647,50 b	1215,00 b	7,79 a	160,87 c
IAC-112	76,25 a	36,5 a	2,50 a	1425,00 c	1098,75 c	6,01 b	159,12 c

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; e ALTP = altura de planta em cm.

<sup>2/</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade.

Quadro 6, Cont.

Tratamentos	Características Avaliadas						
	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
UNB2U-C1	82,12 d	56,00 d	24,20 b	0,50 a	15,00 d	48,00 a	2,00 a
BEIJA-FLOR	86,12 d	59,00 c	18,27 e	0,00 a	23,25 b	46,75 b	1,00 a
SE013-Maringá	96,75 c	66,00 b	15,77 f	0,25 a	9,50 d	43,50 c	1,25 a
BRASKALB	80,50 d	59,75 c	13,92 f	0,50 a	29,75 a	46,00 b	1,25 a
VIÇOSA-UENF	83,62 d	59,00 c	15,32 f	0,50 a	22,5 b	47,50 a	1,50 a
UNB2U-C2	81,00 d	59,00 c	20,37 d	0,25 a	18,25 c	46,75 b	1,25 a
PA038-Maringá	105,37 b	65,50 b	12,85 g	1,75 a	13,25 d	41,50 c	0,00 a
BRANCO-Viçosa	81,37 d	59,00 c	14,45 f	0,00 a	30,50 a	46,25 b	1,75 a
ANGELA	83,87 d	59,00 c	31,95 a	0,75 a	25,00 b	48,25 a	1,00 a
VIÇOSA-Viçosa	84,87 d	59,00 c	19,45 d	0,25 a	23,50 b	48,25 a	4,25 a
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	81,62 d	56,75 d	20,12 d	0,25 a	18,00 c	50,75 a	3,00 a
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	84,00 d	58,25 c	18,90 d	0,00 a	22,00 b	50,50 a	3,00 a
PA038-Maringá x UNB2U-C2	93,12 c	59,00 c	17,52 e	0,00 a	13,75 d	50,25 a	1,50 a
PA038-Maringá x SE013-Maringá	101,62 c	68,00 a	14,75 f	0,25 a	10,50 d	47,75 a	0,75 a
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	82,87 d	56,75 d	22,30 c	0,50 a	20,25 b	50,00 a	0,75 a
BRASKALB x ANGELA	87,87 d	58,25 c	26,12 b	0,25 a	20,00 b	48,75 a	1,25 a
BRASKALB x UNB2U-C2	79,62 d	56,75 d	19,65 d	0,00 a	25,00 b	48,25 a	0,75 a
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	84,12 d	58,25 c	18,85 d	0,25 a	17,50 c	49,50 a	3,25 a
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	101,25 c	59,75 c	16,72 e	0,25 a	14,50 d	50,00 a	1,75 a
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	96,37 c	59,00 c	21,22 c	0,25 a	19,25 c	48,75 a	2,75 a
UNB2U-C1 x ANGELA	85,62 d	59,00 c	26,72 b	0,00 a	18,50 c	48,50 a	1,00 a
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	104,00 b	59,00 c	14,92 f	0,50 a	14,50 d	51,50 a	1,75 a
BRANCO-Viçosa x SE013-Maringá	95,00 c	59,75 c	14,37 f	0,75 a	18,00 c	49,00 a	2,25 a
BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa	90,62 d	59,75 c	16,92 e	0,25 a	27,75 a	47,75 a	1,75 a
BRASKALB x BEIJA-FLOR	87,25 d	59,75 c	16,02 f	0,00 a	28,75 a	46,75 b	2,25 a
UNB2U-C0	88,25 d	59,00 c	19,57 d	0,75 a	22,00 b	47,50 a	1,25 a
VIÇOSA	100,00 c	61,00 c	18,00 e	0,25 a	22,00 b	48,50 a	1,25 a
PR023-Maringá	113,62 a	68,00 a	15,57 f	1,25 a	12,00 d	47,00 b	1,25 a
PRODUTOR-Maringá	99,00 c	64,50 b	11,47 g	0,50 a	11,50 d	47,00 b	1,75 a
IAC-112	77,12 d	56,00 d	24,30 b	0,00 a	13,25 d	45,50 b	1,50 a

<sup>1/</sup>ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>2/</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade.

Maringá, PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa, UNB2U-C1 x ANGELA, além do genitores PA038-Maringá e ANGELA.

Em relação ao número de espigas com praga (NESPP), houve a formação de apenas um grupo, demonstrando que quanto ao ataque de pragas, os genitores e os híbridos não diferiram das testemunhas, corroborando o resultado da análise de variância (Quadro 5), em que não houve significância em 5% de probabilidade para as fontes de variação testadas.

Pelo Quadro 6 observa-se que para a altura de planta e altura da espiga, houve a formação de quatro grupos. O tratamento que apresentou maior altura de planta e de espiga foi a testemunha PR023-Maringá, com altura média das plantas igual a 178,62 cm e altura média da espiga igual a 113,62 cm. Considerando-se que a média para altura de plantas dos genótipos (genitores e híbridos  $F_{1's}$ ), foi de magnitude igual a 157,20 cm (Quadro 5), isso indica que, provavelmente, não ocorrerão problemas na colheita, o que é preocupação sobretudo quando se cultivam materiais altos, em razão dos fortes ventos que ocorrem em Campos dos Goytacazes.

Quanto ao número de plantas quebradas (NPQ), houve a formação de quatro grupos, enquanto para número de plantas acamadas (NPA), apenas um grupo foi constituído. Isso indica maior desuniformidade nas populações para o quebramento de plantas. Relacionando-se os materiais agrupados pelas maiores e menores alturas de plantas aos análogos grupos de materiais com quebramento de colmo, observa-se que em quatro genótipos classificados com estatura baixa (SE013-Maringá, BRASKALB, PA038-Maringá e BRANCO-Viçosa), houve maior intensidade de quebramento para 50%. Outrossim, para os dois genótipos pertencentes ao grupo de maior estatura (VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá e PR023-Maringá), ambos compuseram o grupo com menor índice de quebramento de colmo. Conclui-se, pois, que a altura de plantas está adequada para a região, visto que mesmo as plantas classificadas como mais altas não foram as que detiveram os índices mais elevados de populações com quebramento de colmo.

No que se refere ao número de dias para o florescimento (FLOR), os híbridos BRASKALB x UNB2U-C2, UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa e VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2, o genitor UNB2U-C1 e a testemunha IAC-112 foram os mais precoces, enquanto a testemunha PR023-Maringá e o híbrido PA038-Maringá x

SE013-Maringá revelaram-se mais tardios, com média de 68,00 dias para florescimento de pelo menos 50% das plantas das fileiras (Quadro 6).

Para P100G apenas dois grupos foram formados, sendo que o híbrido PA038-Maringá x UNB2U-C2 deteve o maior valor (8,93 g), seguido pelo par VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2 (8,77g). Há que se destacar que Ziegler e Ashman (1994) relatam que, de maneira geral, grãos menores estão relacionados à maior capacidade de expansão.

Verifica-se, pelo Quadro 6, que o tratamento com a maior produção de grãos foi o híbrido PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa, com magnitude de 1857,50 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo seguido pelo híbrido PA038-Maringá x UNB2U-C2, pelo genitor UNB2U-C1 e pelos híbridos VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá, VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2, BRASKALB x ANGELA e UNB2U-C1 x ANGELA.

Para a capacidade de expansão tem-se a formação de sete grupos. O genitor ANGELA apresentou a maior magnitude para a característica, com valor igual a 31,95 mL.g<sup>-1</sup>, diferindo-se estatisticamente dos outros seis grupos. O segundo grupo, formado pelos híbridos UNB2U-C1 x ANGELA e BRASKALB x ANGELA, pela testemunha IAC-112 e pelo genitor UNB2U-C1, apresentaram valores próximos de 30,00 mL.g<sup>-1</sup>, considerado o limite do valor de CE para o lançamento de materiais. De forma geral, constata-se a aptidão de ANGELA para proporcionar aumentos no valor de CE, quando em combinações híbridas.

A população UNB2U, representada por dois genitores, quais sejam UNB2U-C1 e UNB2U-C2; e a testemunha UNB2U-C0, apresentaram comportamento diferente do esperado para PG e CE. Daros *et al.* (2002) verificaram a possibilidade de progressos genéticos de 4,69% para produção de grãos e 10,39% para capacidade de expansão, com a implementação do ciclo C1, de seleção recorrente sobre a referida população, utilizando irmãos completos. Novamente, Daros *et al.* (2004) constataram a possibilidade de ganhos com um novo ciclo, C2, desta vez utilizando famílias endogâmicas S<sub>1</sub> (de 26,95% para produção de grãos e 17,8% para capacidade de expansão). Observa-se pelo Quadro 6, que o ciclo C2 realmente apresentou para as referidas características, valores médios superiores ao ciclo C0, entretanto, estes valores foram inferiores ao ciclo C1.

Uma análise mais ligeira quanto ao estande final responderia a questão no que tange a produção de grãos, porém, quanto a CE, nada poderia ser

concluído. Realmente, o ciclo C2 apresentou menor estande, porém a relação NESP/NPLANT, expressa uma prolificidade de 1,51 espigas por planta para o ciclo C2, enquanto os ciclos C1 e C0 apresentaram valores de 1,50 e 1,46, respectivamente (Quadro 6). Contudo, para mensurar o progresso entre ciclos sucessivos, há necessidade da implementação de um maior número de ensaios para que as conclusões sejam mais consistentes.

#### 4.1.3. Parâmetros Genéticos

As estimativas da variância fenotípica ( $s^2_F$ ), dos componentes quadráticos de variabilidade ambiental ( $\phi_A$ ) e genotípica ( $\phi_G$ ), do coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) e do índice de variação (IV), para as 14 características avaliadas em combinações híbridas e respectivos genitores, referentes ao ambiente de Campos dos Goytacazes, RJ., encontram-se no Quadro 7.

O conhecimento destas estimativas permite ao melhorista gerar informações de grande utilidade a respeito das diferentes características avaliadas nas populações com as quais se trabalha, orientando quanto à estratégia mais apropriada de seleção e na predição de êxito em programas de melhoramento (Cruz e Carneiro, 2003; Cruz *et al.*, 2004).

Pelo Quadro 7 observa-se elevada variabilidade genotípica ( $\phi_G$ ), para as características NESP, PESP, PG, ALTP, ALTE, FLOR, CE e NPQ, acompanhadas de elevados valores para coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), superiores a 80% e índice de variação (IV) com magnitudes superiores a 1,0; sendo que a capacidade de expansão apresentou maior valor para  $H^2$  e IV, respectivamente, 96,52% e 2,6355. Estes resultados denotam que, para o ambiente de Campos dos Goytacazes existem grandes possibilidades de identificação de genótipos superiores para estas características, pela utilização de métodos simples de seleção.

Às características citadas anteriormente, podem ser acrescentadas NESPD, P100G e NPLANT, por terem apresentado valores de  $H^2$  considerados altos, maiores que 66%, e magnitudes próximas de 1,0, para IV (Quadro 7), sugerindo também a possibilidade de ganhos genéticos por meio da aplicação de métodos mais simples de seleção.

Quadro 7 – Estimativas da variância fenotípica ( $s^2_F$ ), da variabilidade ambiental ( $\phi_A$ ), do componente quadrático de variabilidade genotípica ( $\phi_G$ ), do coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) e do índice de variação (IV), para 14 características avaliadas em combinações híbridas e respectivos genitores, resultantes dos cruzamentos dialélicos entre 10 populações de milho pipoca. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Característica <sup>1/</sup>	$s^2_F$	$\phi_A$	$\phi_G$	$H^2$	IV
NESP	119,0327	13,0221	106,0105	89,0600	1,4266
NESPD	63,0277	18,4026	44,6250	70,8022	0,7786
NESPP	0,8072	0,8290	-	-	-
PESP	212186,4947	14000,7345	198185,7602	93,4017	1,8812
PG	149120,4427	11470,1149	137650,3277	92,3082	1,7321
P100G	0,6197	0,1392	0,4805	77,5365	0,9289
ALTP	70,7799	13,5990	57,1809	80,7869	1,0253
ALTE	64,0963	9,0441	55,0522	85,8898	1,2336
FLOR	8,0339	0,7044	7,3294	91,2312	1,6128
CE	21,2369	0,7378	20,4991	96,5259	2,6355
NPA	0,1391	0,0988	0,0403	28,9696	0,3193
NPQ	33,9895	5,3291	28,6604	84,3213	1,1595
NPLANT	4,9391	1,6574	3,2817	66,4428	0,7036
EMP	0,9183	0,4978	0,4204	45,7830	0,4595

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em  $\text{kg.ha}^{-1}$ ; PG = produção de grãos em  $\text{kg.ha}^{-1}$ ; P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em  $\text{mL.g}^{-1}$ ; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

Verifica-se pelo Quadro 7, que para as características NPA e EMP, progressos genéticos através das gerações, não são muito promissores, em virtude dos valores de IV menores que 0,5. Ainda pelo mesmo Quadro, observa-se que para o número de espigas com praga, o valor atribuído ao componente quadrático de variabilidade ambiental ( $\phi_A$ ) foi superior ao valor da variância fenotípica ( $s^2_F$ ), justificando a impossibilidade da estimação dos valores de  $\phi_G$ ,  $H^2$ , e IV, além de indicar se tratar de característica altamente influenciada pelo ambiente.

## **4.2. Ambiente de Itaocara**

### **4.2.1. Análise de Variância Univariada**

Encontram-se no Quadro 8 as estimativas dos valores e as significâncias dos quadrados médios e coeficientes percentuais de variação experimental, com base na média dos tratamentos para 14 características avaliadas no ambiente de Itaocara, RJ.

Apenas NESPD, NESPP, NPA e EMP não revelaram diferenças significativas em 5 e 1% de probabilidade pelo teste F para Tratamentos. De forma análoga ao que ocorreu com o ambiente de Campos dos Goytacazes (Quadro 5), pode-se aventar sobre a elevada variabilidade das populações avaliadas. Semelhantemente àquele ambiente, a ausência de significância para NESPP, NPA e EMP, indica a ausência de variações indesejáveis para número de espigas atacadas por praga, número de plantas acamadas e espigas com mal empalhamento. Para Itaocara tal pressuposição estende-se também para número de espigas doentes (Quadro 8).

A suposição de ocorrência de suficiente variabilidade para tratamentos também pode ser aventada para genótipos, vez que apenas as mesmas quatro características – NESPD, NESPP, NPA e EMP – não exibiram significância pelo teste F em 5 e 1% de probabilidade conforme pode ser constatado no Quadro 8.

O resultado do desdobramento da fonte de variação Genótipos em Pais e  $F_{1s}$  revelou uma situação discrepante entre os híbridos e os genitores, qual seja: enquanto para os híbridos, nove características não exibiram significância em 5 e 1% de probabilidade pelo teste F; para os genitores, esse quantitativo foi de

Quadro 8 - Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais da variação experimental, com base na média dos tratamentos para as 14 características avaliadas em combinações híbridas, respectivos genitores e testemunhas. Itaocara, RJ. 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
Blocos	3	836,2111	62,8111	1,6083	1676404,0972	1094376,3194
Tratamentos	29	398,4022 **	13,5505 <sup>ns</sup>	1,2818 <sup>ns</sup>	1980370,9841 **	1274442,9669 **
Genótipos	24	441,0416 **	9,3933 <sup>ns</sup>	1,3141 <sup>ns</sup>	2306342,5416 **	1468965,4583 **
Pais	9	417,6361 **	15,7666 <sup>ns</sup>	2,1138 <sup>ns</sup>	1882290,5555 **	1123167,2916 **
F <sub>1</sub> 's	14	95,4214 <sup>ns</sup>	5,9095 <sup>ns</sup>	0,8738 <sup>ns</sup>	463710,8928 <sup>ns</sup>	335608,8095 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	5490,3750 **	0,8066 <sup>ns</sup>	0,2816 <sup>ns</sup>	31919653,5000 **	20448142,0416 **
Testemunhas	4	231,5000 *	41,7999 *	0,3250 <sup>ns</sup>	420239,3750 <sup>ns</sup>	368930,0000 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te	1	42,6666 <sup>ns</sup>	0,3267 <sup>ns</sup>	4,3350 <sup>ns</sup>	397580,0416 <sup>ns</sup>	227955,0416 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	89,2743	12,0754	1,2750	349488,4363	221856,2045
Média Geral		54,08	7,81	0,77	2505,70	1946,95
Médias dos Genótipos		54,34	7,84	0,86	2531,45	1966,45
Médias das Testemunhas		52,75	7,70	0,35	2377,00	1849,50
CVe (%)		17,47	44,45	145,69	23,59	24,19

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 8, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
Blocos	3	0,9518	459,7740	578,8649	2,4666	8,2046
Tratamentos	29	3,5805 **	421,8102 **	617,0268 **	28,6712 **	139,2622 **
Genótipos	24	3,0371 **	422,6480 **	624,6384 **	26,9733 **	117,1243 **
Pais	9	3,0941 **	365,7979 **	521,2562 **	39,1555 **	147,6140 **
F <sub>1</sub> 's	14	2,1590 **	263,9490 **	486,5558 **	12,0000 **	105,4920 **
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	14,8176 **	3156,0853 **	3488,2348 **	126,9600 **	5,5680 <sup>ns</sup>
Testemunhas	4	7,3592 **	191,6750 *	595,9250 **	42,8000 **	306,6967 **
Genótipos x Te	1	1,5070 <sup>ns</sup>	1322,2441 **	518,7540 *	12,9066 *	0,8362 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	0,6772	67,1904	79,9381	3,2252	3,6667
Média Geral		11,61	217,50	139,42	56,06	20,98
Médias dos Genótipos		11,66	216,01	138,49	55,91	20,94
Médias das Testemunhas		11,36	224,92	144,07	56,79	21,17
CVe (%)		7,08	3,76	6,41	3,20	9,12

<sup>1/</sup> P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 8, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		NPA	NPQ	NPLANT	EMP
Blocos	3	163,3638	46,0750	312,2777	5,2666
Tratamentos	29	15,9772 <sup>ns</sup>	30,3738 <sup>**</sup>	102,5758 <sup>**</sup>	4,2712 <sup>ns</sup>
Genótipos	24	10,9183 <sup>ns</sup>	27,9316 <sup>*</sup>	116,2308 <sup>**</sup>	3,8333 <sup>ns</sup>
Pais	9	3,2111 <sup>ns</sup>	32,8222 <sup>*</sup>	184,8027 <sup>**</sup>	2,9888 <sup>ns</sup>
F <sub>1</sub> 's	14	15,8523 <sup>ns</sup>	19,6952 <sup>ns</sup>	27,4880 <sup>ns</sup>	4,6023 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	11,2066 <sup>ns</sup>	99,2266 <sup>*</sup>	741,4816 <sup>**</sup>	0,6666 <sup>ns</sup>
Testemunhas	4	20,1750 <sup>ns</sup>	52,0499 <sup>*</sup>	42,4500 <sup>ns</sup>	6,9249 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te	1	120,6016 <sup>**</sup>	2,2817 <sup>ns</sup>	15,3600 <sup>ns</sup>	4,1666 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	12,0937	15,1554	32,0019	3,1517
Média Geral		3,55	7,89	42,95	2,46
Médias dos Genótipos		3,11	7,83	43,11	2,55
Médias das Testemunhas		5,8	8,20	42,15	2,05
CVe (%)		97,73	49,33	13,17	71,97

<sup>1/</sup> NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

somente quatro características (Quadro 8). Tais resultados demonstram que os híbridos tenderam a ser mais similares no ambiente de Itaocara (Quadro 8) do que em Campos dos Goytacazes (Quadro 5), local em que o conjunto de  $F_{1's}$  apenas não revelou significância para quatro características. De qualquer forma, em Itaocara, houve diferença significativa em 1% de probabilidade para CE, o que evidencia a possível presença de combinações híbridas superiores.

Pela análise do contraste Genótipos “versus” Testemunhas, nota-se que apenas as características ALTP, ALTE, FLOR e NPA foram significativas pelo teste F, donde deduz-se que os genitores e híbridos do dialelo não foram muito dissimilares das testemunhas avaliadas.

Os maiores valores de coeficiente de variação foram expressos para as características PESP, PG, NESPD, NPQ, EMP, NPA, NESPP, com magnitudes percentuais respectivas de 23,59%, 24,19%, 44,45%, 49,33%, 71,97%, 97,73% e 145,69%, indicando, portanto, maior sensibilidade destas características em relação à influência ambiental. Pacheco *et al.* (1998) enfatizam que normalmente os coeficientes de variação para quebraamento e acamamento de plantas de milho são normalmente muito elevados. Ainda, segundo os mesmos autores, em se tratando de peso de espigas, os CVe sempre tenderão a ter maior magnitude, em função das menores médias de produtividade alcançadas pelas progênies de milho pipoca.

#### **4.2.2. Agrupamento de médias**

Os valores das estimativas das médias de 14 características avaliadas em 10 genitores, 15 híbridos  $F_{1's}$  e cinco testemunhas, juntamente com seus agrupamentos pelo teste de Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade, para o ambiente de Itaocara, RJ., estão presentes no Quadro 9.

Para número de espigas observou-se a formação de três grupos, com destaque para o híbrido UNB2U-C1 x ANGELA, que apresentou o maior valor para a característica, com magnitude igual a 72,50 espigas. Este híbrido também apresentou a quarta maior média para a característica estande (NPLANT), com magnitude igual a 48,25 plantas, denotando sê-lo um híbrido prolífico.

Quadro 9 – Estimativas das médias de 14 características<sup>1/</sup> e do agrupamento de Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980)<sup>2/</sup> em Itaocara, RJ. 2005.

Tratamentos	Características Avaliadas						
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP
UNB2U-C1	47,00 b	8,25 a	1,50 a	2220,00 b	1703,75 c	12,46 a	209,50 b
BEIJA-FLOR	51,00, a	10,25 a	0,50 a	1888,75 b	1431,25 c	10,93 b	216,00 b
SE013-Maringá	38,75 b	9,00, a	0,00 a	1222,50 c	903,75 d	10,54 b	212,75 b
BRASKALB·	35,25 c	6,50 a	0,50 a	1190,00 c	957,50 d	10,50 b	188,50 c
VIÇOSA-UENF	45,50 b	7,75 a	0,75 a	2081,25 b	1611,25 c	10,91 b	208,62 b
UNB2U-C2	52,50 a	5,50 a	1,50 a	2461,25 a	1973,75 b	12,21 a	217,50 a
PA038-Maringá	24,00 c	4,75 a	0,50 a	585,00 c	476,25 d	10,55 b	202,87 b
BRANCO-Viçosa	46,00 b	11,00 a	0,50 a	1545,00 b	1123,75 d	9,90 b	207,12 b
ANGELA	54,25 a	7,50 a	1,00 a	2497,50 a	1841,25 b	11,94 a	205,00 b
VIÇOSA-Viçosa	58,50 a	9,00 a	2,50 a	2703,75 a	2103,75 b	12,00 a	223,50 a
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	64,75 a	7,75 a	0,25 a	3423,75 a	2726,25 a	11,86 a	222,12 a
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	62,75 a	9,00 a	2,00 a	2843,75 a	2195,00 b	11,70 a	217,50 a
PA038-Maringá x UNB2U-C2	54,75 a	6,00 a	0,50 a	2558,75 a	2078,75 b	12,69 a	208,00 b
PA038-Maringá x SE013-Maringá	58,25 a	6,50 a	0,75 a	2826,25 a	2188,75 b	11,69 a	228,62 a
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	58,75 a	8,50 a	1,25 a	2885,00 a	2231,25 b	11,81 a	215,25 b
BRASKALB x ANGELA	56,75 a	8,00 a	1,25 a	2531,25 a	1991,25 b	10,87 b	212,87 b
BRASKALB x UNB2U-C2	56,25 a	7,50 a	1,25 a	2887,50 a	2313,75 b	14,07 a	210,50 b
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	62,50 a	8,00 a	0,50 a	3133,75 a	2448,75 a	12,25 a	226,70 a
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	64,75 a	6,25 a	0,50 a	3475,00 a	2772,50 a	12,17 a	231,87 a
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	58,75 a	7,75 a	0,75 a	3306,25 a	2595,00 a	11,62 a	226,62 a
UNB2U-C1 x ANGELA	72,50 a	8,00 a	0,25 a	3618,75 a	2833,75 a	11,49 a	232,75 a
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	56,00 a	6,50 a	1,00 a	3103,75 a	2461,25 a	12,23 a	225,12 a
BRANCO-Viçosa x SE013-Maringá	60,75 a	9,50 a	0,75 a	2915,00 a	2206,25 b	11,16 b	221,50 a
BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa	54,50 a	10,25 a	0,75 a	2590,00 a	1958,75 b	12,08 a	209,25 b
BRASKALB x BEIJA-FLOR	64,00 a	7,00 a	0,50 a	2792,50 a	2033,75 b	12,02 a	220,37 a
UNB2U-C0	50,75 a	7,00 a	0,75 a	2005,00 b	1495,00 c	10,96 b	222,62 a
VIÇOSA	54,25 a	10,50 a	0,25 a	2051,25 b	1575,00 c	11,15 b	217,62 a
PR023-Maringá	44,25 b	3,00 a	0,00 a	2515,00 a	1905,00 b	12,60 a	236,37 a
PRODUTOR - Maringá	49,75 a	11,00 a	0,50 a	2661,25 a	2150,00 b	12,71 a	224,37 a
IAC-112	64,75 a	7,00 a	0,25 a	2652,50 a	2122,50 b	9,41 b	223,62 a

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; e ALTP = altura de planta em cm.

<sup>2/</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade.

Quadro 9, Cont.

Tratamentos	Características Avaliadas						
	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
UNB2U-C1	123,25 d	54,00 d	24,60 c	2,50 a	11,50 a	36,00 b	2,25 a
BEIJA-FLOR	131,37 c	56,00c	23,00 c	2,25 a	9,50 a	44,50 a	3,00 a
SE013-Maringá	151,62 b	62,00 a	13,85 f	2,50 a	7,00 a	41,50 a	3,00 a
BRASKALB	114,37 d	56,00 c	19,75 d	4,00 a	15,50 a	35,50 b	4,00 a
VIÇOSA-UENF	130,50 c	55,00 c	19,15 d	2,00 a	6,75 a	37,75 b	2,00 a
UNB2U-C2	126,62 d	54,00 d	25,37 c	2,75 a	8,25 a	42,50 a	2,00 a
PA038-Maringá	146,00 b	63,00 a	11,40 f	4,50 a	8,50 a	24,25 c	0,75 a
BRANCO-Viçosa	124,37 d	57,00 c	20,45 d	1,50 a	10,50 a	42,25 a	3,00 a
ANGELA	124,50 d	59,00 b	33,15 a	2,50 a	7,00 a	45,75 a	2,25 a
VIÇOSA-Viçosa	140,00 c	57,00 c	21,62 d	2,50 a	6,00 a	47,75 a	2,25 a
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	140,87 c	55,00 c	21,80 d	6,00 a	8,50 a	43,75 a	0,75 a
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	135,55 c	55,00 c	21,35 d	2,25 a	6,50 a	47,75 a	3,25 a
PA038-Maringá x UNB2U-C2	134,75 c	56,00 c	16,80 e	2,25 a	9,00 a	41,00 a	2,00 a
PA038-Maringá x SE013-Maringá	169,25 a	60,00 b	11,67 f	8,00 a	4,75 a	44,00a	1,25 a
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	132,37 c	53,00 d	24,07 c	2,25 a	6,75 a	48,75 a	5,00 a
BRASKALB x ANGELA	135,75 c	56,00 c	27,37 b	6,75 a	11,00 a	45,25 a	2,50 a
BRASKALB x UNB2U-C2	128,50 d	53,00 d	21,07 d	3,25 a	8,00 a	45,75 a	2,50 a
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	139,97 c	54,00 d	23,95 c	3,75 a	7,50 a	44,25 a	3,00 a
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	151,37 b	55,00 c	16,25 e	1,50 a	7,00 a	44,50 a	1,50 a
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	152,00 b	54,00 d	28,22 b	1,25 a	5,50 a	45,50 a	3,00 a
UNB2U-C1 x ANGELA	154,75 b	54,00 d	28,10 b	3,25 a	5,00 a	48,25 a	2,50 a
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	150,62 b	56,00 c	13,52 f	3,25 a	4,25 a	41,25 a	1,75 a
BRANCO-Viçosa x SE013-Maringá	150,75 b	56,00 c	16,12 e	2,50 a	3,00 a	48,75 a	3,50 a
BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa	134,00 c	54,00 d	19,92 d	1,75 a	9,00 a	42,75 a	3,25 a
BRASKALB x BEIJA-FLOR	139,25 c	54,00 d	21,05 d	2,75 a	9,50 a	48,50 a	3,50 a
UNB2U-C0	138,62 c	56,00 c	25,42 c	5,50 a	8,25 a	40,50 a	4,00 a
VIÇOSA	138,00 c	56,00 c	20,00 d	3,00 a	13,75 a	41,75 a	2,25 a
PR023-Maringá	160,50 a	62,00 a	13,50 f	9,00 a	5,25 a	38,00 b	0,50 a
PRODUTOR – Maringá	152,75 b	57,00 c	13,02 f	4,75 a	4,75 a	46,50 a	2,25 a
IAC-112	130,50 c	53,00 d	33,90 a	6,75 a	9,00 a	44,00 a	1,25 a

<sup>1/</sup>ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>2/</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) em nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao número de espigas doentes (NESPD), houve a formação de apenas um grupo (Quadro 9), o que permite inferir que os genótipos utilizados possuem nível de sanidade semelhante.

À exemplo do que aconteceu no ambiente de Campos dos Goytacazes, as características NESPP, NPA e EMP, também constituíram apenas um grupo, o que é corroborado pelo fato de essas características não expressarem significância para Tratamentos pelo teste F em ambos os ambientes.

Quanto à característica P100G, apenas dois grupos foram formados pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980), o que de certa forma denota que as populações não possuem elevada distinção quanto ao tamanho dos grãos.

Para altura de plantas houve a formação de três grupos, enquanto para altura da espigas, quatro grupos foram formados (Quadro 9). Observa-se pelo referido Quadro, que a característica ALTP, alocou maior número de tratamentos no primeiro grupo, contrapondo o ocorrido para o ambiente de Campos dos Goytacazes, em que apenas dois tratamentos constituíram o primeiro grupo (Quadro 6). Para o ambiente de Itaocara, a maior média de altura de plantas foi registrada pela testemunha PR023-Maringá, com magnitude de 236,37 cm, sendo considerada de porte alto. Quanto à altura média de inserção da primeira espiga, o híbrido PA038-Maringá x SE013-Maringá expressou maior valor, igual a 169,25 cm. O porte alto para a testemunha PR023-Maringá, já havia sido detectado por Freitas Júnior (2005), quando da seleção de genitores para composição do dialelo circulante. O híbrido UNB2U-C1 x ANGELA, também apresentou, para o ambiente de Itaocara, porte considerado alto (232,75 cm), induzindo a uma maior preocupação quanto ao manejo cultural dessas plantas, sobretudo em relação à densidade de plantio, em razão da ocorrência de fortes ventos no Norte e Noroeste Fluminense.

Para a característica FLOR, os híbridos BRASKALB x UNB2U-C2 e UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa destacaram-se como  $F_{1's}$  mais precoces do dialelo.

Quanto ao número de plantas quebradas (NPQ), embora tenha sido identificada significância pelo teste F em nível de 1% de probabilidade para Tratamentos (Quadro 8), o teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980) não promoveu o agrupamento diferenciado dos tratamentos, constituindo-se apenas um grupo, embora o genitor BRASKALB tenha sido mais suscetível ao quebramento do colmo (Quadro 10).

Os tratamentos que detiveram as maiores estimativas para produção de grãos foram, em ordem decrescente: UNB2U-C1 x ANGELA, PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa, VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2, ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá e UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR. Os valores expressos por esses híbridos para PG, respectivamente, 2833,75 kg.ha<sup>-1</sup>, 2772,50 kg.ha<sup>-1</sup>, 2726,25 kg.ha<sup>-1</sup>, 2595 kg.ha<sup>-1</sup>, 2461,25 kg.ha<sup>-1</sup> e 2448,75 kg.ha<sup>-1</sup>, superam as produtividades das duas melhores testemunhas neste ambiente – PRODUTOR-Maringá, com 2150,00 kg.ha<sup>-1</sup> e IAC-112, com 2122,50 kg.ha<sup>-1</sup>.

A média dos genótipos para a produção de grãos em Campos dos Goytacazes foi de 1203,00 kg.ha<sup>-1</sup> (Quadro 5), enquanto para Itaocara, essa magnitude foi de 1966,45 kg.ha<sup>-1</sup> (Quadro 8), o que implica em uma diferença de 763,45 kg.ha<sup>-1</sup>, correspondente a aproximadamente 25 sacas de 30 kg. Freitas Júnior (2005), que também verificou diferença de produtividade entre os ambientes, considera que tal diferença está vinculada ao fato de Itaocara ser uma ilha, onde constantemente ocorrem alagamentos, permitindo maior acúmulo de matéria orgânica e, conseqüentemente, maior fertilidade natural do solo, o que resulta em maior produtividade. Outro aspecto que pode ser levado em consideração é a maior incidência de espigas doentes no ambiente de Campos dos Goytacazes, com média para os genótipos de 26,78 espigas (Quadro 5), ao passo que em Itaocara a média para espigas doentes foi de 7,84 espigas (Quadro 8).

Para a capacidade de expansão, houve a formação de seis grupos de médias, em que a testemunha IAC-112 e o genitor ANGELA detiveram as maiores magnitudes para a característica, com valores respectivos de 33,90 mL.g<sup>-1</sup> e 33,15 mL.g<sup>-1</sup>, sendo alocados no primeiro grupo. Galvão *et al.* (2000), Nunes *et al.* (2003), Brugnera *et al.* (2003) e Miranda *et al.* (2003), também verificaram a superioridade de IAC-112, sobretudo quanto à CE e à qualidade da pipoca produzida.

Os híbridos que se destacaram quanto à capacidade de expansão, ANGELA x VIÇOSA-Viçosa e UNB2U-C1 x ANGELA, também o foram para produção de grãos, porém em ordem inversa. Deste modo, estes materiais podem ser considerados superiores, simultaneamente, para produção de grãos e capacidade de expansão. Há que se ressaltar ainda, que o híbrido UNB2U-C1 x

ANGELA apresentou este comportamento para ambos os ambientes, denotando ser esta combinação realmente promissora.

Assim como ocorreu no ambiente de Campos dos Goytacazes, em que a população UNB2U apresentou comportamento diferente do previsto por Daros *et al.* (2002) e Daros *et al.* (2004), para produção de grãos e capacidade de expansão, em Itaocara (Quadro 9), também foi constatada uma diferença para a CE. Observa-se pelo referido Quadro, que o ciclo C0 apresentou valor igual a 25,42 mL.g<sup>-1</sup>, sendo maior que o ciclo C1 (24,60 mL.g<sup>-1</sup>), e também que o ciclo C2 (25,37 mL.g<sup>-1</sup>). Uma possível causa destes resultados poderia ser atribuída ao efeito de ambiente, que de acordo com o Quadro 11, foram suficientemente distintos para promover diferenças entre os tratamentos quanto a esta característica.

#### 4.2.3. Parâmetros Genéticos

As estimativas da variância fenotípica ( $s^2_F$ ), da variabilidade ambiental ( $\phi_A$ ), da variabilidade genotípica ( $\phi_G$ ), do coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) e do índice de variação (IV), para as 14 características avaliadas em combinações híbridas e respectivos genitores, referentes ao ambiente de Itaocara, RJ., encontram-se no Quadro 10.

Verifica-se elevada variabilidade genotípica ( $\phi_G$ ) para as características PESP, PG, ALTP, ALTE, FLOR e CE. Estas estimativas, aliadas aos elevados valores para coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ), superiores a 84% e índice de variação (IV) com magnitudes superiores a 1,0, indicam a possibilidade de identificação de genótipos superiores, pela utilização de métodos simples de seleção para o ambiente de Itaocara.

Para Itaocara, à exemplo do que ocorreu em Campos dos Goytacazes, a CE também apresentou maior valor para  $H^2$  e IV, com magnitudes respectivas de 96,86% e 2,7813.

As características NESP, P100G e NPLANT, por expressarem valores de  $H^2$  considerados altos (maiores que 72%) e valores próximos de 1,0 para IV (Quadro 10), também podem ser consideradas dentre as que possuem possibilidade de ganhos genéticos.

Quadro 10 – Estimativas da variância fenotípica ( $s^2_F$ ), da variabilidade ambiental ( $\phi_A$ ), do componente quadrático de variabilidade genotípica ( $\phi_G$ ), do coeficiente de determinação genotípica ( $H^2$ ) e do índice de variação (IV), para 14 características avaliadas em combinações híbridas e respectivos genitores, resultantes dos cruzamentos dialélicos entre 10 populações de milho pipoca. Itaocara, RJ. 2005.

Característica <sup>1/</sup>	$s^2_F$	$\phi_A$	$\phi_G$	$H^2$	IV
NESP	110,2604	22,3185	87,9418	79,7583	0,9925
NESPD	2,3483	3,0188	-	-	-
NESPP	0,3285	0,3187	0,0097	2,9803	0,0876
PESP	576585,6354	87372,1090	489213,5263	84,8466	1,1831
PG	367241,3645	55464,0511	311777,3134	84,8971	1,1855
P100G	0,7592	0,1693	0,5899	77,7005	0,9333
ALTP	105,6620	16,7976	88,8643	84,1025	1,1500
ALTE	156,1596	19,9845	136,1750	87,2025	1,3052
FLOR	6,7433	0,8063	5,9370	88,0427	1,3567
CE	29,2810	0,9166	28,3643	96,8694	2,7813
NPA	2,7295	3,0234	-	-	-
NPQ	6,9829	3,7888	3,1940	45,7409	0,4591
NPLANT	29,0577	8,0004	21,0572	72,4669	0,8112
EMP	0,9583	0,7879	0,1704	17,7811	0,2325

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em  $\text{kg.ha}^{-1}$ ; PG = produção de grãos em  $\text{kg.ha}^{-1}$ ; P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em  $\text{mL.g}^{-1}$ ; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

As características NESPP, NPQ e EMP, com valores de IV menores que 0,5 não são muito promissoras para permitirem progressos genéticos em Itaocara.

### 4.3. Análise Conjunta

#### 4.3.1. Análise de Variância Conjunta

Encontram-se no Quadro 11 as estimativas dos valores e as significâncias dos quadrados médios e coeficientes percentuais de variação experimental, com base na média dos tratamentos para 14 características avaliadas em combinações híbridas, incluindo genitores e testemunhas, em dois ambientes por dois anos.

Com relação à fonte de variação Ano verifica-se que os quadrados médios foram significativos em 1% de probabilidade para todas as características, exceto número de plantas quebradas (NPQ) e estande (NPLANT), indicando a existência de diferenças entre as médias dos anos para estas características.

Para Local, a significância em nível de 1% de probabilidade para onze características demonstra que os ambientes foram suficientemente distintos para promoverem diferenças entre as características avaliadas. Assim como para a fonte de variação Ano, o número de plantas quebradas (NPQ) não foi significativo para local, confirmando a ausência de variações indesejáveis quanto ao número de plantas quebradas, o que corrobora os resultados obtidos por Freitas Júnior (2005).

Considerando-se apenas a capacidade de expansão, Vendruscolo *et al.* (2001), avaliando quinze genótipos (variedades e híbridos inter-varietais) em quinze ambientes na região Centro-Sul do Brasil, constataram influência do ambiente sobre a CE. Tal característica tem sido reportada ser fortemente influenciada pelo ambiente, contribuindo para a suposição de herança quantitativa, conforme inicialmente sugerido por Brunson (1937) e Lima *et al.* (1971). Contudo, Alexander e Creech (1977) concordam que a capacidade de expansão é uma característica poligênica, porém, sujeita a baixa influência ambiental.

A influência do ambiente na capacidade de expansão do milho pipoca é justificada pelo fato de que nem todos os genes que contribuem para dureza do

Quadro 11 – Valores e significâncias dos quadrados médios (QM) e coeficientes percentuais de variação experimental com base na média dos tratamentos para as 14 características avaliadas em combinações híbridas, respectivos genitores e testemunhas, em dois ambientes por dois anos.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
B/LA	12	547,6263	86,6250	10,7763	855595,3200	501434,4800
Ano	1	14300,8333 **	1449,0750 **	4083,3333 **	60848232,9200 **	58975130,2100 **
Local	1	9955,4083 **	18525,6750 **	2176,0083 **	37816465,5000 **	29363413,3300 **
Local x Ano	1	1576,8750 **	5109,0750 **	770,1333 **	11960925,9200 **	7648225,2100 **
Tratamentos	29	722,1238 *	141,5376 <sup>ns</sup>	8,1712 <sup>ns</sup>	2643105,3000 **	1596583,6600 **
Genótipos (Pais + F <sub>1</sub> 's)	24	842,1431 **	126,4270 <sup>ns</sup>	9,2552 <sup>ns</sup>	3116422,6400 **	1879863,7700 **
Pais	9	864,0527 <sup>ns</sup>	180,0562 <sup>ns</sup>	10,0388 <sup>ns</sup>	2883420,1100 *	1556404,6000 *
F <sub>1</sub> 's	14	110,4571 <sup>ns</sup>	81,2131 <sup>ns</sup>	7,0791 <sup>ns</sup>	748332,9700 **	553272,0700 **
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	10888,5600 **	276,7604 **	32,6666 <sup>ns</sup>	38366700,7500 **	23363280,0100 **
Testemunhas	4	180,9375 <sup>ns</sup>	263,8250 <sup>ns</sup>	3,7000 <sup>ns</sup>	436501,5190 <sup>ns</sup>	269014,3750 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te	1	6,4066 <sup>ns</sup>	15,0416 <sup>ns</sup>	0,0416 <sup>ns</sup>	109904,2000 <sup>ns</sup>	108138,3700 **
Tratamentos x Ano	29	278,7686 **	82,6612 **	8,2686 <sup>ns</sup>	394724,7300 **	277472,4500 **
Genótipos x Ano	24	264,7110 **	77,1504 **	9,0214 <sup>ns</sup>	441091,2000 **	317819,1500 **
Pais x Ano	9	549,6083 **	95,2506 **	7,2500 <sup>ns</sup>	512693,2000 **	326986,2700 **
F <sub>1</sub> 's x Ano	14	57,3273 <sup>ns</sup>	70,6178 *	6,5970 <sup>ns</sup>	175740,7600 <sup>ns</sup>	132624,7500 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1</sub> 's x Ano	1	604,0066 *	5,7037 <sup>ns</sup>	58,9066 **	3511579,5000 **	2828036,7600 **
Testemunhas x Ano	4	396,3000 **	130,6875 **	2,7375 <sup>ns</sup>	161724,7690 <sup>ns</sup>	91972,1870 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x Ano	1	146,0266 <sup>ns</sup>	22,8150 <sup>ns</sup>	12,3266 <sup>ns</sup>	213929,2800 <sup>ns</sup>	51152,6700 <sup>ns</sup>

Quadro 11, Cont.

F.V.	G.L.	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
Tratamentos x Local	29	118,8178 <sup>ns</sup>	56,2353 <sup>ns</sup>	4,9522 <sup>ns</sup>	252076,6700 <sup>ns</sup>	218012,2600 <sup>ns</sup>
Genótipos x Local	24	132,5389 <sup>ns</sup>	60,6725 <sup>ns</sup>	5,3214 <sup>ns</sup>	277561,0400 <sup>ns</sup>	240434,3400 <sup>ns</sup>
Pais x Local	9	196,3861 <sup>ns</sup>	52,9784 <sup>ns</sup>	3,2944 <sup>ns</sup>	82819,0000 <sup>ns</sup>	106229,6000 <sup>ns</sup>
F <sub>1's</sub> x Local	14	99,6238 <sup>ns</sup>	58,4750 <sup>ns</sup>	7,0041 <sup>ns</sup>	154954,3300 <sup>ns</sup>	128625,1900 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1's</sub> x Local	1	18,7266 <sup>ns</sup>	160,6837 <sup>**</sup>	0,0066 <sup>ns</sup>	3746733,3000 <sup>**</sup>	3013605,0100 <sup>**</sup>
Testemunhas x Local	4	58,3750 <sup>ns</sup>	43,6375 <sup>ns</sup>	3,6250 <sup>ns</sup>	114347,1440 <sup>ns</sup>	106409,0620 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x Local	1	31,2816 <sup>**</sup>	0,1350 <sup>ns</sup>	1,4016 <sup>**</sup>	191369,9000 <sup>**</sup>	126295,0400 <sup>**</sup>
Tratamentos x Local x Ano	29	133,2327 <sup>*</sup>	84,4543 <sup>**</sup>	5,7841 <sup>ns</sup>	330119,4600 <sup>**</sup>	201376,0700 <sup>**</sup>
Genótipos x Local x Ano	24	156,5193 <sup>**</sup>	78,1666 <sup>**</sup>	5,2743 <sup>ns</sup>	377601,6400 <sup>**</sup>	221705,0400 <sup>**</sup>
Pais x Local x Ano	9	110,4416 <sup>ns</sup>	113,6673 <sup>**</sup>	2,0944 <sup>ns</sup>	257520,1700 <sup>ns</sup>	162290,0200 <sup>*</sup>
F <sub>1's</sub> x Local x Ano	14	157,5488 <sup>*</sup>	60,1178 <sup>ns</sup>	7,6267 <sup>ns</sup>	361825,2300 <sup>*</sup>	230850,8500 <sup>*</sup>
Pais x F <sub>1's</sub> x L x Ano	1	556,8066 <sup>*</sup>	11,3437 <sup>ns</sup>	0,9600 <sup>ns</sup>	1679204,7000 <sup>*</sup>	628398,8400 <sup>*</sup>
Testemunhas x Local x Ano	4	25,7375 <sup>ns</sup>	143,2000 <sup>**</sup>	10,2625 <sup>ns</sup>	127537,5190 <sup>ns</sup>	129251,2500 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x L x Ano	1	4,3350 <sup>ns</sup>	0,3750 <sup>ns</sup>	0,1066 <sup>ns</sup>	874,8300 <sup>ns</sup>	1980,1700 <sup>ns</sup>
Erro	348	78,8620	33,6594	7,5105	168030,2000	102340,7000
Média Geral		54,99	15,55	4,55	1711,12	1222,87
Média dos Genótipos		54,94	15,47	4,55	1717,89	1229,58
Média das Testemunhas		55,25	15,95	4,57	1677,28	1189,31
CVe (%)		16,14	37,29	60,17	23,95	26,16

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e <sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 11, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
B/LA	12	1,7323	625,1983	511,2956	9,2847	6,0210
Ano	1	475,3911 **	37451,5667 **	3963,4760 **	508,4083 **	123,4240 **
Local	1	830,0017 **	163205,0642 **	95889,0135 **	185,0083 <sup>ns</sup>	206,1940 **
Local x Ano	1	266,2481 **	60159,6910 **	53951,8816 **	3121,2000 **	116,2300 **
Tratamentos	29	15,7247 **	968,3421 **	1537,7805 **	88,6232 **	316,1132 **
Genótipos (Pais + F <sub>1</sub> 's)	24	14,7998 *	924,0286 **	1288,8790 **	79,3229 **	302,2309 **
Pais	9	20,9129 <sup>ns</sup>	575,7943 *	983,4833 **	107,4729 **	406,5829 **
F <sub>1</sub> 's	14	7,8793 <sup>ns</sup>	692,5640 **	1297,1300 **	59,3023 **	255,2566 **
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	56,6691 **	7298,6400 **	3921,9266 **	106,2604 **	20,7018 **
Testemunhas	4	21,7252 *	1094,6651 <sup>ns</sup>	3232,3429 **	155,2375 *	478,4059 **
Genótipos x Te	1	13,9186 **	1526,5745 **	733,1676 **	45,3750 **	0,1176 <sup>ns</sup>
Tratamentos x Ano	29	4,6207 **	151,2222 <sup>ns</sup>	102,3786 <sup>ns</sup>	11,6195 **	16,2508 **
Genótipos x Ano	24	5,1256 **	127,3362 <sup>ns</sup>	92,0290 <sup>ns</sup>	9,9037 *	14,3995 **
Pais x Ano	9	7,4360 **	100,5035 <sup>ns</sup>	99,6786 <sup>ns</sup>	14,5340 *	11,7054 *
F <sub>1</sub> 's x Ano	14	3,7369 *	146,7696 <sup>ns</sup>	77,8074 <sup>ns</sup>	5,4809 <sup>ns</sup>	16,0639 **
Pais x F <sub>1</sub> 's x Ano	1	3,7723 <sup>ns</sup>	96,7615 <sup>ns</sup>	222,2850 <sup>ns</sup>	30,1504 <sup>ns</sup>	15,3440 <sup>ns</sup>
Testemunhas x Ano	4	2,3959 <sup>ns</sup>	204,6239 <sup>ns</sup>	53,6729 <sup>ns</sup>	17,1125 **	28,9126 **
Genótipos x Te x Ano	1	1,4040 <sup>ns</sup>	510,8805 <sup>ns</sup>	545,5927 <sup>ns</sup>	30,8266 <sup>ns</sup>	10,0362 <sup>ns</sup>

Quadro 11, Cont.

F.V.	G.L.	P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
Tratamentos x Local	29	1,9684 <sup>ns</sup>	125,5896 <sup>ns</sup>	185,8980 <sup>ns</sup>	7,4609 <sup>ns</sup>	14,2311 <sup>ns</sup>
Genótipos x Local	24	1,7121 <sup>ns</sup>	139,0718 <sup>ns</sup>	195,3543 <sup>ns</sup>	6,7287 <sup>ns</sup>	15,6245 <sup>ns</sup>
Pais x Local	9	1,0485 <sup>ns</sup>	107,9118 <sup>ns</sup>	180,5541 <sup>ns</sup>	7,7284 <sup>ns</sup>	12,8382 <sup>ns</sup>
F <sub>1's</sub> x Local	14	2,1678 <sup>ns</sup>	167,2636 <sup>ns</sup>	213,9553 <sup>ns</sup>	6,5642 <sup>ns</sup>	18,2880 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1's</sub> x Local	1	1,3043 <sup>**</sup>	24,8270 <sup>ns</sup>	68,1414 <sup>ns</sup>	0,0337 <sup>ns</sup>	3,4126 <sup>ns</sup>
Testemunhas x Local	4	3,9880 <sup>ns</sup>	75,2439 <sup>ns</sup>	136,5304 <sup>ns</sup>	10,6375 <sup>ns</sup>	7,1466 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x Local	1	0,0412 <sup>ns</sup>	3,3975 <sup>ns</sup>	156,4172 <sup>**</sup>	12,3266 <sup>**</sup>	9,1266 <sup>**</sup>
Tratamentos x Local x Ano	29	1,7960 <sup>ns</sup>	131,9038 <sup>ns</sup>	117,5681 <sup>ns</sup>	8,2474 <sup>ns</sup>	14,3138 <sup>**</sup>
Genótipos x Local x Ano	24	1,9142 <sup>ns</sup>	137,0038 <sup>ns</sup>	134,0038 <sup>*</sup>	9,0495 <sup>ns</sup>	8,6033 <sup>*</sup>
Pais x Local x Ano	9	1,2234 <sup>ns</sup>	112,2963 <sup>ns</sup>	73,6450 <sup>ns</sup>	6,9895 <sup>ns</sup>	9,8374 <sup>ns</sup>
F <sub>1's</sub> x Local x Ano	14	2,4277 <sup>ns</sup>	127,8753 <sup>ns</sup>	107,7033 <sup>ns</sup>	7,6000 <sup>ns</sup>	8,0663 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1's</sub> x L x Ano	1	0,9428 <sup>ns</sup>	487,1707 <sup>ns</sup>	1045,4400 <sup>**</sup>	47,8837 <sup>*</sup>	5,0142 <sup>ns</sup>
Testemunhas x Local x Ano	4	1,5143 <sup>ns</sup>	113,0826 <sup>ns</sup>	33,8141 <sup>ns</sup>	4,8625 <sup>ns</sup>	50,8114 <sup>**</sup>
Genótipos x Te x L x Ano	1	0,0862 <sup>ns</sup>	84,7880 <sup>ns</sup>	58,1259 <sup>ns</sup>	2,5350 <sup>ns</sup>	5,3770 <sup>ns</sup>
Erro	348	1,9814	107,0912	92,1437	5,6870	5,4761
Média Geral		10,55	179,03	111,81	59,02	19,32
Média dos Genótipos		10,63	178,23	111,26	58,88	19,33
Média das Testemunhas		10,17	183,02	114,58	59,71	19,29
CVe (%)		13,33	5,78	8,58	4,04	12,10

<sup>1/</sup> P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e <sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 11, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		NPA	NPQ	NPLANT	EMP
B/LA	12	101,8236	238,5986	130,0513	8,2743
Ano	1	745,0083 **	33,0750 <sup>ns</sup>	10,2083 <sup>ns</sup>	23,8520 **
Local	1	1171,8750 **	2641,4083 <sup>ns</sup>	4725,0750 **	3,8520 <sup>ns</sup>
Local x Ano	1	0,5333 <sup>ns</sup>	5440,5333 **	218,7000 *	46,2520 **
Tratamentos	29	26,8290 *	196,7100 **	70,9178 <sup>ns</sup>	4,6701 <sup>ns</sup>
Genótipos (Pais + F <sub>1</sub> 's)	24	26,3972 *	184,0089 **	64,4650 <sup>ns</sup>	5,0837 <sup>ns</sup>
Pais	9	9,6562 <sup>ns</sup>	319,4972 *	54,0868 <sup>ns</sup>	6,4506 <sup>ns</sup>
F <sub>1</sub> 's	14	37,6946 <sup>ns</sup>	100,2470 <sup>ns</sup>	26,4446 <sup>ns</sup>	4,0416 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1</sub> 's	1	18,9037 **	137,2816 **	690,1537 **	7,3704 **
Testemunhas	4	20,6062 <sup>ns</sup>	317,1437 *	106,6437 <sup>ns</sup>	1,3437 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te	1	62,0816 **	19,8016 <sup>ns</sup>	82,8816 **	8,0504 **
Tratamentos x Ano	29	10,2281 <sup>ns</sup>	50,2775 <sup>ns</sup>	66,9410 **	3,6150 <sup>ns</sup>
Genótipos x Ano	24	11,0743 <sup>ns</sup>	50,6922 *	75,2100 **	3,3854 <sup>ns</sup>
Pais x Ano	9	8,0618 <sup>ns</sup>	55,8194 <sup>ns</sup>	128,7701 **	2,2006 <sup>ns</sup>
F <sub>1</sub> 's x Ano	14	13,4613 <sup>ns</sup>	47,2875 <sup>ns</sup>	29,4541 <sup>ns</sup>	4,3821 *
Pais x F <sub>1</sub> 's x Ano	1	4,7704 <sup>ns</sup>	52,2150 <sup>ns</sup>	233,7504 *	0,0937 <sup>ns</sup>
Testemunhas x Ano	4	3,7062 <sup>ns</sup>	37,5437 <sup>ns</sup>	33,5812 <sup>ns</sup>	5,8312 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x Ano	1	16,0066 <sup>ns</sup>	91,2600 <sup>ns</sup>	1,9266 <sup>ns</sup>	0,2604 <sup>ns</sup>

Quadro 11, Cont.

F.V.	G.L.	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
Tratamentos x Local	29	20,5689 <sup>ns</sup>	80,2402 <sup>ns</sup>	47,4025 <sup>ns</sup>	2,0632 <sup>ns</sup>
Genótipos x Local	24	17,0618 <sup>ns</sup>	72,9818 <sup>ns</sup>	49,3441 <sup>ns</sup>	2,1016 <sup>ns</sup>
Pais x Local	9	11,2840 <sup>ns</sup>	88,1000 <sup>ns</sup>	70,6312 <sup>ns</sup>	2,2784 <sup>ns</sup>
F <sub>1's</sub> x Local	14	21,8184 <sup>ns</sup>	67,0875 <sup>ns</sup>	37,7041 <sup>ns</sup>	2,1130 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1's</sub> x Local	1	2,4704 <sup>ns</sup>	19,4400 <sup>ns</sup>	20,7204 <sup>ns</sup>	0,3504 <sup>**</sup>
Testemunhas x Local	4	45,7937 <sup>ns</sup>	37,1687 <sup>ns</sup>	40,3437 <sup>ns</sup>	2,1562 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x Local	1	3,8400 <sup>ns</sup>	426,7266 <sup>**</sup>	29,0400 <sup>**</sup>	0,7704 <sup>**</sup>
Tratamentos x Local x Ano	29	21,2445 <sup>ns</sup>	61,1497 <sup>*</sup>	39,4413 <sup>ns</sup>	2,4460 <sup>ns</sup>
Genótipos x Local x Ano	24	15,7656 <sup>ns</sup>	61,6443 <sup>**</sup>	44,4475 <sup>ns</sup>	2,6141 <sup>ns</sup>
Pais x Local x Ano	9	10,3618 <sup>ns</sup>	123,0444 <sup>**</sup>	53,8534 <sup>ns</sup>	2,3951 <sup>ns</sup>
F <sub>1's</sub> x Local x Ano	14	19,7398 <sup>ns</sup>	24,5017 <sup>ns</sup>	36,5970 <sup>ns</sup>	2,9392 <sup>ns</sup>
Pais x F <sub>1's</sub> x Local x Ano	1	8,7604 <sup>ns</sup>	29,0400 <sup>ns</sup>	69,7004 <sup>ns</sup>	0,0337 <sup>ns</sup>
Testemunhas x Local x Ano	4	23,1687 <sup>ns</sup>	70,1687 <sup>ns</sup>	12,3312 <sup>ns</sup>	2,0437 <sup>ns</sup>
Genótipos x Te x Local x Ano	1	145,0416 <sup>**</sup>	13,2016 <sup>ns</sup>	27,7350 <sup>ns</sup>	0,0204 <sup>ns</sup>
Erro	348	18,4558	34,9664	35,2898	2,5932
Média Geral		3,20	13,86	45,26	2,28
Média dos Genótipos		3,04	13,95	45,45	2,34
Média das Testemunhas		4,01	13,41	44,33	2,00
CVe (%)		133,90	42,64	13,12	70,33

<sup>1/</sup> NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

endosperma, contribuem para a capacidade de expansão dos grãos (Robbins e Ashman, 1984; Linares, 1987).

No que se refere às fontes de variação Tratamentos e Genótipos, nota-se que apenas não houve diferença significativa pelo teste F para número de espigas doentes (NESP), número de espigas com praga (NESPP), estande (NPLANT) e número de espigas mal empalhadas (EMP), o que pressupõe a ausência de variações indesejáveis quanto a essas características, e indica a existência de considerável variabilidade genética entre os materiais avaliados nos quatro ambientes.

Quanto ao comportamento das testemunhas, não foram verificadas diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade para NESP, NESPD, NESPP, PESP, PG, ALTP, NPA, NPLANT e EMP, ratificando tratar-se de materiais genéticos menos dissimilares do que o conjunto de genitores e  $F_{1's}$  do dialelo.

Pela análise do contraste Genótipos “versus” Testemunhas, observa-se que as características PG, P100G, ALTP, ALTE, FLOR, NPA, NPLANT e EMP foram significativas pelo teste F, donde pressupõe-se que os genitores e híbridos do dialelo foram muito dissimilares das testemunhas avaliadas. A não significância para CE, indica não haver diferença entre os pais e  $F_{1's}$  do dialelo em relação às testemunhas, com médias respectivas de  $19,33 \text{ mL.g}^{-1}$  e  $19,29 \text{ mL.g}^{-1}$  (Quadro 11).

Com exceção do número de plantas quebradas (NPQ), que apresentou ausência de significância para a fonte de variação Tratamentos “versus” Ano e significância em 5% para Genótipos “versus” Ano, as demais características tenderam a apresentar o mesmo comportamento para ambas as fontes de variação no que tange a ausência ou presença de significância. As características NESP, NESPD, PESP, PG, P100G, FLOR, CE e NPLANT apresentaram significância para Tratamentos “versus” Ano e Genótipos “versus” Ano, indicando que os materiais avaliados comportaram-se distintamente nos dois anos agrícolas.

Os genitores do dialelo apresentaram comportamento diferenciado nos dois anos para nove características, como se pode notar pela interação Pais “versus” Ano; para a interação  $F_{1's}$  “versus” Ano, apenas quatro características

apresentaram significância, demonstrando que os híbridos apresentaram-se menos dissimilares do que os genitores nos dois anos de avaliação.

A avaliação dos componentes do dialelo nos anos agrícolas 2003/2004 e 2004/2005 (Quadro 11) revelou a ocorrência de significância em 1% de probabilidade para a fonte de variação Tratamentos “versus” Ano para oito características, porém, o mesmo não foi observado para Tratamentos “versus” Local e Genótipos “versus” Local. A ausência de significância para todas as características corrobora os resultados de Freitas Júnior (2005) quando da avaliação no ano agrícola 2003/2004, onde apenas as características NESP e PG revelaram significância em 1% de probabilidade para ambas as fontes de variação e, apenas NPQ, em 5%, para Tratamentos “versus” Local.

No que se refere à interação Pais “versus” Local e  $F_{1's}$  “versus” Local, a ausência de significância ratifica o observado para Genótipo “versus” Local, contudo, os genitores foram diferentes dos híbridos nos ambientes avaliados apenas para NESPD, PESP, PG, P100G e EMP.

Pela análise do contraste Genótipos “versus” Testemunha “versus” Local, observa-se que os pais e  $F_{1's}$  do dialelo foram diferentes das testemunhas nos ambientes avaliados para NESP, PESP, PG, ALTE, FLOR, CE, NPQ, NPLANT e EMP. Como a análise do contraste Genótipos “versus” Testemunha denotou dissimilaridade para PG, P100G, ALTP, ALTE, FLOR, NPA, NPLANT e EMP, conclui-se que a análise em diversos ambientes corrobora a diferença entre os genótipos e as testemunhas no que tange ao PG, ALTE, FLOR, NPLANT e EMP.

Com relação à análise da interação Tratamentos “versus” Local “versus” Ano houve diferenças entre os tratamentos avaliados nos diferentes ambientes e nos diferentes anos, apenas para NESP, NESPD, PESP, PG, CE e NPQ; para Genótipos “versus” Local “versus” Ano, inclui-se também ALTE. Pela ausência de significância quanto às características avaliadas para Tratamentos “versus” Local e Genótipos “versus” Local, denota-se que a dissimilaridade observada para as referidas interações triplas foi influenciada pelo cultivo em anos diferentes.

Quanto à interação Pais “versus” Local “versus” Ano e  $F_{1's}$  “versus” Local “versus” Ano, a significância para apenas três características em ambas as fontes de variação indicam que os genitores e os híbridos não foram muito dissimilares quando avaliados em diferentes anos e ambientes; assim como também não

foram muito dissimilares uns dos outros pelo contraste Pais “versus”  $F_{1s}$  “versus” Local “versus” Ano, onde apenas cinco características foram significativas.

Observa-se que a produção de grãos (PG) foi mais preponderante em gerar diferenças entre as interações citadas anteriormente. Comparando-se as estimativas das médias geral e dos genótipos (Pais +  $F_{1s}$ ) para PG dos anos agrícolas 2003/2004 e 2004/2005 (Quadro 11), com as obtidas por Freitas Júnior (2005), na análise do dialelo circulante no ano agrícola 2003/2004, percebe-se que estas estimativas foram, para Freitas Júnior (2005), de  $868,31 \text{ kg.ha}^{-1}$  e  $874,45 \text{ kg.ha}^{-1}$ , respectivamente; neste trabalho houve incremento nas estimativas para  $1222,87 \text{ kg.ha}^{-1}$  e  $1229,58 \text{ kg.ha}^{-1}$ , respectivamente (Quadro 11). Para genótipos, houve aumento de 12 sacas de 30 kg, o que pode ser explicado pela utilização de uma dosagem mais elevada de adubo nos plantios do ano agrícola 2004/2005.

Os genótipos avaliados foram diferentes das testemunhas nos ambientes e anos, apenas para NPA, com base na análise do contraste Genótipos “versus” Testemunha “versus” Local “versus” Ano. A menor média para genótipos (3,04 plantas acamadas) indica a superioridade em relação às testemunhas (4,01 plantas acamadas), conforme Quadro 11.

#### **4.4. Análise Dialélica Circulante para o Ambiente de Campos dos Goytacazes**

##### **4.4.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação**

As estimativas dos quadrados médios das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC), juntamente com a média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória, para as 14 características avaliadas em dialelo circulante em Campos dos Goytacazes, RJ., encontram-se no Quadro 12.

Os quadrados médios referentes à CGC foram significativos em nível de 1% de probabilidade para quase todas as características avaliadas, com exceção de NPLANT, que apresentou significância em 5% de probabilidade e NESPP e NPA que foram não significativas. A significância para os quadrados médios da CGC indica a existência de variabilidade decorrente dos efeitos genéticos aditivos (Quadro 12).

Quadro 12 – Estimativas dos quadrados médios de genótipos de milho pipoca (genitores e F<sub>1s</sub>), das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC) e do resíduo, bem como a média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória para 14 características avaliadas, em dialelo circulante. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
Genótipos	24	476,1308 **	252,1108 **	3,2291 <sup>ns</sup>	848745,9791 **	596481,7708 **
CGC	9	575,9472 **	407,7491 **	4,0956 <sup>ns</sup>	937915,7343 **	628353,0421 **
CEC	15	416,2415 **	158,7283 *	2,7094 <sup>ns</sup>	795244,1652 **	577359,0084 **
Resíduo	87	52,0885	73,6107	3,3160	56002,9382	45880,4597
Médias dos quadrados dos efeitos						
CGC		32,7411	20,8836	0,0487	55119,5497	36404,5363
CEC		91,0382	21,2794	- 0,1516	184810,3067	132869,6371

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 12, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
Genótipos	24	2,4789 **	283,1197 **	256,3853 **	32,1358 **	84,9479 **
CGC	9	4,3788 **	340,3592 **	551,4729 **	67,3327 **	204,6025 **
CEC	15	1,3389 **	248,7750 **	79,3295 *	11,0166 **	13,1555 **
Resíduo	87	0,5568	54,3960	36,1765	2,8179	2,9512
Médias dos quadrados dos efeitos						
CGC		0,2388	17,8726	32,2060	4,0321	12,6032
CEC		0,1955	48,5947	10,7882	2,0496	2,5510

<sup>1/</sup> P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 12, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		NPA	NPQ	NPLANT	EMP
Genótipos	24	0,5566 <sup>ns</sup>	135,9583 <sup>**</sup>	19,7566 <sup>**</sup>	3,6733 <sup>*</sup>
CGC	9	0,6458 <sup>ns</sup>	325,6141 <sup>**</sup>	14,8289 <sup>*</sup>	5,6144 <sup>**</sup>
CEC	15	0,5031 <sup>ns</sup>	22,1635 <sup>ns</sup>	22,7144 <sup>**</sup>	2,5088 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	0,3954	21,3164	6,6297	1,9915
Médias dos quadrados dos efeitos					
CGC		0,0156	19,0186	0,5124	0,2264
CEC		0,0269	0,2117	4,0211	0,1293

<sup>1/</sup> NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Os quadrados médios referentes à CEC foram significativos em nível de 1% de probabilidade para NESP, PESP, PG, P100G, ALTP, FLOR, CE e NPLANT. As características NESPD e ALTE apresentaram significância em nível de 5% de probabilidade, indicando a existência de variabilidade associada a efeitos genéticos não-aditivos (Quadro 12).

É importante destacar que para as características NPQ e EMP houve significância apenas para a capacidade geral de combinação, indicando haver o predomínio dos efeitos genéticos aditivos no controle da expressão.

De acordo com Cruz *et al.* (2004), a ocorrência de significância das variações atribuídas aos efeitos não-aditivos, viabiliza o uso de cruzamentos dentre os materiais avaliados na obtenção de híbridos comerciais, fundamentado na manifestação do efeito heterótico destas combinações. Já a ocorrência de significância das variações atribuídas aos efeitos aditivos, viabiliza a indicação de genitores a serem utilizados em programas de melhoramento intrapopulacional.

As estimativas dos componentes quadráticos, devidos aos efeitos de CGC, indicando superioridade dos efeitos genéticos aditivos, em relação aos não-aditivos, foram observadas para as características NESPP, P100G, ALTE, FLOR, CE, NPQ e EMP, com respectivas magnitudes de 0,0487; 0,2388; 32,2060; 4,0321; 12,6032; 19,0186; e 0,2264 (Quadro 12). Esta situação indica que a melhor opção para a obtenção de ganhos para estas características é a utilização dos genitores em programas de melhoramento intrapopulacional (Cruz *et al.*, 2004).

Quanto à CE, a predominância de efeitos genéticos aditivos em milho pipoca foi também identificada por Pacheco *et al.* (1998), Pereira e Amaral Júnior (2001) e Simon *et al.* (2004).

Para as outras sete características, quais sejam, NESP, NESPD, PESP, PG, ALTP, NPA e NPLANT, as estimativas dos componentes quadráticos devidos aos efeitos de CEC, indicaram a superioridade dos efeitos genéticos não-aditivos em relação aos aditivos (Quadro 12). O melhoramento, visando à superioridade de genótipos quanto a estas características, requer, pois, o uso de hibridações, fundamentado na manifestação do efeito heterótico destas combinações. Em relação à produção de grãos, Andrade (1996), Pereira e Amaral Júnior (2001) e Simon *et al.* (2004), também demonstraram a maior importância dos efeitos não-aditivos para esta característica, em milho pipoca.

#### 4.4.2. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação ( $g_i$ )

Encontram-se no Quadro 13 as estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ), de 10 genitores de milho pipoca, avaliados quanto a 14 características em esquema de dialelo circulante, para o ambiente de Campos dos Goytacazes, RJ.

De acordo com Vencovsky (1970), a capacidade geral de combinação refere-se ao comportamento médio de uma população genitora em uma série de cruzamentos e a estimativa de seu efeito é expressa por  $g_i$ , sendo que a maior magnitude associada a este efeito será apresentada pelo genitor que possuir maiores freqüências de alelos favoráveis referentes à característica em estudo.

De acordo com Cruz *et al.* (2004), as estimativas de  $g_i$  proporcionam informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos e têm sido de grande utilidade na indicação de genitores a serem utilizados em programas de melhoramento intrapopulacional.

Ainda segundo Cruz *et al.* (2004), um alto valor para  $g_i$ , seja positivo ou negativo, indica que a média dos híbridos em que o genitor  $i$  participa, difere muito da média geral do dialelo, indicando que o genitor  $i$  é respectivamente, melhor ou pior que os demais incluídos no dialelo, ao passo que um baixo valor positivo ou negativo para  $g_i$ , indica que a média dos híbridos em que o genitor  $i$  participa, não difere muito da média geral do dialelo.

Observa-se pelo Quadro 13, que quanto ao número de espigas (NESP), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, UNB2U-C2, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa apresentaram valores positivos para  $g_i$ , tendo o genitor VIÇOSA-Viçosa apresentado o maior valor, com magnitude de 8,4055, sendo seguido pelos genitores UNB2U-C2 e UNB2U-C1, com valores respectivos de 4,9878 e 3,0413, o que evidencia os progressos obtidos com a população UNB2U. Estes resultados denotam a possibilidade de incrementos no número médio de espigas em programas de melhoramento, cujos três genitores sejam integrantes. Ainda pelo mesmo Quadro, têm-se que cinco genitores apresentaram valores negativos para  $g_i$ , destacando-se PA038-Maringá, com magnitude de -9,2875 e o genitor BRASKALB, indicando que não favorecerão o aumento do número de espigas quando utilizados em programa de melhoramento.

Quadro 13 – Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g<sub>i</sub>) de 10 genitores de milho pipoca, avaliados quanto a 14 características em esquema de dialelo circulante. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Genitores	Características Avaliadas <sup>1/</sup>						
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP
UNB2U-C1	3,0413	-0,1149	0,3269	298,4193	269,0021	0,4795	-0,1859
BRASKALB	-5,9532	-1,6154	-0,1476	-224,7226	-210,0813	-0,3801	-5,0018
VIÇOSA-UENF	1,8757	-0,7322	0,1777	166,4718	98,3509	0,0150	0,0405
PA038-Maringá	-9,2875	-8,1596	-0,0719	-192,3778	-69,2905	0,4651	1,2132
BRANCO-Viçosa	-2,7237	5,3334	-0,2096	-261,7616	-221,1169	-0,5838	-1,3724
ANGELA	-1,5276	-2,3304	0,6502	83,1715	21,9978	0,1528	-0,9004
BEIJA-FLOR	-0,2376	1,9018	0,0204	-150,5955	-142,6459	-0,1280	0,6996
UNB2U-C2	4,9878	1,3367	-0,6368	176,4826	163,7172	0,5593	-4,7859
SE013-Maringá	1,4193	-1,2630	-0,3780	-42,6903	-23,2776	-0,3608	4,9276
VIÇOSA-Viçosa	8,4055	5,6438	0,2687	147,6025	113,3442	-0,2191	5,3656

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; e ALTP = altura de planta em cm.

Quadro 13, Cont.

Genitores	Características Avaliadas <sup>1/</sup>						
	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
UNB2U-C1	-3,3409	-1,5623	2,5795	0,0370	-3,0115	0,5570	0,1021
BRASKALB	-3,1988	-0,2968	-1,6632	-0,0079	4,5694	-0,7233	-0,2466
VIÇOSA-UENF	-1,1228	-1,0506	-1,2394	0,0745	0,6602	1,1208	0,2861
PA038-Maringá	8,5165	2,6794	-2,6824	0,3823	-4,1168	-1,3741	-0,7955
BRANCO-Viçosa	-2,4438	-0,6316	-1,7470	-0,0076	4,9794	-0,2021	-0,2049
ANGELA	-0,1567	-0,1830	6,1486	0,0629	0,7751	0,2747	-0,3612
BEIJA-FLOR	-1,2624	-0,0985	-0,5281	-0,2148	1,8259	-0,1220	0,2511
UNB2U-C2	-4,5635	-1,2402	1,3271	-0,1927	-1,0875	0,5109	-0,0134
SE013-Maringá	6,4357	2,8432	-1,8680	-0,0141	-5,6104	-0,6349	-0,0908
VIÇOSA-Viçosa	1,1370	-0,4592	-0,3270	-0,1196	1,0160	0,5930	1,0730

<sup>1/</sup>ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

No que diz respeito às características número de espigas doentes (NESP) e número de espigas com pragas (NESPP), os valores negativos para  $g_i$ , indicam os melhores resultados, pois caracterizam que os genitores associados a estes valores, contribuirão para a redução no número de espigas doentes e atacadas por pragas.

Pelo Quadro 13, observa-se que embora o genitor VIÇOSA-Viçosa, contribua para incrementos no número de espigas, favorece a susceptibilidade a doenças e pragas, em função de exibir estimativas de  $g_i$  de 5,6438 e 0,2687, respectivamente para NESP e NESPP. Entretanto, o genitor PA038-Maringá, considerado o menos indicado quando o objetivo do programa de melhoramento é o incremento do número de espigas, é o que tende a expressar maior redução no número de espigas doentes, por apresentar a maior estimativa negativa de  $g_i$ , para NESP, com valor igual a -8,1596.

Para as características peso de espigas (PESP) e produção de grãos (PG), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, ANGELA, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa, apresentaram efeitos positivos para a capacidade geral de combinação, denotando que estes genitores tendem a promover incrementos no peso e na produção de grãos em programas de melhoramento com tal interesse.

Analisando-se em conjunto as características altura de planta (ALTP) e altura de espiga (ALTE), observa-se que os genitores PA038-Maringá, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa, apresentaram estimativas de valores positivos para  $g_i$ , denotando serem indicados caso o objetivo do programa de melhoramento seja aumentar o porte das plantas e a altura das espigas.

Quanto ao número de dias para o florescimento (FLOR), com exceção dos genitores PA038-Maringá e SE013-Maringá, que devido aos seus valores positivos para  $g_i$ , tendem a contribuir com um acréscimo, embora pequeno, para o ciclo da cultura, os demais genitores tendem a diminuir o número de dias para o florescimento, devido aos seus valores de  $g_i$  negativos, embora de baixa magnitude (Quadro 13).

A observação do Quadro 13 permite identificar que ANGELA, UNB2U-C1 e UNB2U-C2, nesta ordem, detiveram as maiores magnitudes de CE, com estimativas respectivas de 6,1486; 2,5795; e 1,3271. Esses genitores também foram indicados para ganhos em relação a PESP, PG e P100G, denotando que tais genótipos são de interesse em programas de melhoramento visando a

incrementos em produtividade de grãos, em qualidade da pipoca produzida, via maior capacidade de expansão; assim como na produção de espigas com maior densidade dos grãos.

Quanto à característica número de plantas acamadas (NPA), os genitores com valores negativos para  $g_i$ , foram BRASKALB, BRANCO-Viçosa, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa, sendo o maior valor apresentado pelo genitor BEIJA-FLOR, o que denota serem genótipos de interesse na redução de NPA. Porém, a ausência de significância para os efeitos da CGC em nível de 5% de probabilidade (Quadro 12), indica não haver diferenças significativas entre os genitores quanto aos efeitos da CGC para a referida característica.

Para a característica número de plantas quebradas (NPQ), destacaram-se os genitores UNB2U-C2, SE013-Maringá, UNB2U-C1 e PA038-Maringá, por revelarem valores negativos para  $g_i$ , tendo o genitor SE013-Maringá expresso a maior magnitude, com valor igual a -5,6104. Estes genitores são de interesse para serem utilizados em estratégias de melhoramento visando à redução de acamamento.

Quanto ao estande final (NPLANT), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, ANGELA, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa, pelos valores positivos expressos para  $g_i$ , tendem a favorecer o desenvolvimento de adequado número de plantas para a composição do estande em programas com esse objetivo.

No que se refere ao número de espigas mal empalhadas (EMP), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, BEIJA-FLOR e VIÇOSA-Viçosa, apresentaram valores de  $g_i$  positivos, embora baixos, indicando não serem apropriados se o objetivo do programa de melhoramento for reduzir o número de espigas mal empalhadas.

Com base nas características mais importantes para a cultura, PG e CE, os genitores UNB2U-C1, ANGELA e UNB2U-C2, por apresentarem valores de  $g_i$  positivos, poderão ser incluídos em programas de melhoramento intrapopulacionais, com o intento de obtenção de gerações com superioridade para produção de grãos e capacidade de expansão.

Freitas Júnior (2005), na avaliação dos mesmos genótipos deste trabalho, também em Campos dos Goytacazes, porém no ano agrícola 2003/2004, referendou a recomendação de UNB2U-C1, ANGELA e UNB2U-C2, além de

VIÇOSA-Viçosa para obtenção de descendentes superiores em programas de melhoramento intrapopulacionais.

#### 4.4.3. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação ( $s_{ij}$ )

Encontram-se no Quadro 14, as estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ), referentes aos 15 híbridos dialélicos avaliados quanto a 14 características, para o ambiente de Campos dos Goytacazes, RJ.

De acordo com Vencovsky (1970), a capacidade específica de combinação (CEC) refere-se ao comportamento particular de duas populações genitoras, quando cruzadas entre si. Cruz *et al.* (2004) ressaltam que a CEC está associada aos efeitos gênicos não-aditivos.

O efeito da CEC ( $s_{ij}$ ) é interpretado como o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na capacidade geral de combinação de seus genitores. Deste modo, baixos valores para  $s_{ij}$ , sejam positivos ou negativos, indicam que os híbridos  $F_{1s}$  comportaram-se como o que era esperado com base na capacidade geral de combinação dos genitores, ao passo que altos valores absolutos de  $s_{ij}$  demonstram que o comportamento de um híbrido particular é relativamente melhor ou pior do que o esperado com base na CGC dos genitores (Cruz *et al.*, 2004).

Para NESP apenas as combinações 1x6, 2x8 e 5x10 não apresentaram estimativas de valores positivos para  $s_{ij}$ . Porém, não se pode inferir que os demais híbridos foram superiores, já que para Cruz *et al.* (2004), os valores de  $s_{ij}$  “per se” não caracterizam as melhores combinações, necessitando, para tanto, da averiguação dos valores de  $g_i$ , que devem ser de efeito favorável, para pelo menos um dos genitores. Neste contexto, para NESP, destacaram-se as combinações 3x9, 4x10, 4x8 e 4x9, respectivamente, VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá, PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa, PA038 Maringá x UNB2U-C2 e PA038 Maringá x SE013-Maringá, por revelarem valores positivos e elevados para  $s_{ij}$  (Quadro14), além de que pelo menos um dos genitores expressou magnitude positiva de  $g_i$  (Quadro 13). Conclui-se que estes genótipos são promissores em programas de melhoramento nos quais o objetivo é o aumento do número de espigas.

Quadro 14 – Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ) para 14 características avaliadas em quinze híbridos de dialelo circulante em milho pipoca. Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Efeitos ( $s_{ij}$ ) <sup>1/</sup>	Características Avaliadas <sup>2/</sup>													
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
1x5	1,2424	-3,7485	1,0827	110,5423	96,6148	0,5433	-3,2666	-0,1652	-0,6260	2,5986	0,1405	-1,6679	1,6151	-0,8672
1x6	-1,4536	-2,5845	-1,0273	-10,6409	17,2500	-0,5334	0,5114	0,2977	1,1754	-0,8722	0,0001	0,7864	-0,3618	-0,4609
1x7	2,2563	3,4331	-0,1474	-78,1238	-39,3561	-0,0299	0,6613	-0,0965	0,3410	-2,0704	0,0977	-1,2645	1,0350	1,1767
2x6	7,5408	2,6659	-0,3026	536,2511	553,8335	0,9139	2,2023	2,4056	-0,8401	2,7706	-0,1350	-5,2946	1,1686	0,1379
2x7	8,7509	3,1836	-0,1727	17,5182	-99,0227	-0,6727	5,4773	2,8864	0,5755	-0,6526	0,0001	2,4045	-0,4345	0,5255
2x8	-1,7246	-2,7513	-0,0154	-107,0599	-16,6359	0,1949	0,2129	-1,4376	-1,2829	1,1171	0,0001	1,5680	0,4324	-0,7099
3x7	0,4219	0,5504	0,0018	233,8236	181,2950	-0,0378	-1,9401	-2,4397	-0,1708	1,7986	0,0001	-0,4362	1,4712	0,7426
3x8	1,1963	-2,3845	-0,8409	177,9954	143,6818	0,6422	-0,4545	-1,5136	-0,5291	1,1683	0,0382	-1,5227	1,0882	1,0072
3x9	10,7648	4,4653	1,6502	457,1685	396,9267	0,7874	15,7068	9,8620	-2,3626	-0,8366	0,1097	-0,4999	2,9841	-0,1653
4x8	12,8597	9,5429	-0,5911	565,5951	466,3233	0,3521	4,7477	0,3470	-2,0091	0,0113	0,0001	-0,9956	3,0832	0,5890
4x9	11,4282	-0,6073	-0,1000	268,5182	179,5681	-0,1452	5,1591	-2,1523	2,9072	0,4315	-0,4482	0,2773	1,7291	-0,0836
4x10	10,9419	-7,0142	0,0032	724,4752	610,4463	0,6056	1,8461	2,7715	-2,0402	0,8655	-0,3427	-2,3492	2,7510	-0,2475
5x9	6,3643	10,1496	-0,4623	294,1520	231,3945	0,0512	8,9948	2,1830	-2,0316	-0,8789	0,4418	-1,3190	1,8071	0,8257
5x10	-9,1218	-7,0073	0,1409	-108,6409	-76,4773	-0,1130	-2,0682	3,1068	1,2709	0,1301	0,0473	1,8045	-0,6709	-0,8382
6x10	5,6821	10,6567	-0,9690	-119,8241	-204,5921	-0,4322	10,0847	6,5697	0,0723	-3,4657	-0,0233	-2,4912	-0,1478	0,3181

<sup>1/</sup> (1) UNB2U-C1, (2) BRASKALB, (3) VIÇOSA-UENF, (4) PA038-Maringá, (5) BRANCO-Viçosa, (6) ANGELA, (7) BEIJA-FLOR, (8) UNB2U-C2, (9) SE013-Maringá, e (10) VIÇOSA-Viçosa.

<sup>2/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

Pelo Quadro 14, verifica-se que os híbridos 1x5, 1x6, 2x8, 3x8, 4x9, 4x10 e 5x10 apresentaram valores negativos para NESPD, portanto de interesse para a redução do número de espigas doentes. As combinações 1x6 e 4x9, respectivamente, UNB2U-C1 x ANGELA e PA038-Maringá x SE013-Maringá, apresentaram ambos os genitores com valores negativos de  $g_i$  (Quadro 13), ratificando que esses pares revelaram-se superiores com base no esperado pela capacidade geral de combinação (CGC). Por sua vez, as combinações 4x10 e 5x10 apresentaram os maiores valores negativos para  $s_{ij}$ ; contudo, os genitores 5 (BRANCO-Viçosa) e 10 (VIÇOSA-Viçosa) detiveram valores positivos de  $g_i$ , indicando que a combinação 5x10 foi melhor do que o esperado com base na CGC parental.

Os valores de  $s_{ij}$  para NESPP, por serem próximos de zero, não possibilitaram indicar combinações com destacadas diferenciações quanto a susceptibilidade ou tolerância ao ataque de pragas. Situação semelhante ocorreu com as características P100G, NPA e EMP, denotando que os híbridos não revelaram diferenciações absolutas para o tamanho dos grãos, para o acamamento das plantas e para o empalhamento das espigas.

Quanto à característica PESP, observa-se pelo Quadro 14 que, com exceção das combinações 1x6, 1x7, 2x8, 5x10 e 6x10, que apresentaram valores negativos de  $s_{ij}$ , as demais combinações revelaram-se promissoras, com destaque para o híbrido 3x8 que, apesar de não deter a maior magnitude de  $s_{ij}$ , foi o único par a advir de genitores com estimativas positivas de  $g_i$  (Quadro 13). As combinações 2x7, 4x9 e 5x9 não eram esperadas destacarem-se por serem provenientes de genitores com valores negativos de estimativas de  $g_i$  (Quadro 13), indicando sê-las melhor do que o esperado com base na CGC parental.

Em relação a PG, dez combinações expressaram estimativas positivas de  $s_{ij}$ . Destas, somente 1x6 e 3x8, respectivamente, UNB2U-C1 x ANGELA e VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2, foram oriundas de genitores com magnitudes positivas de  $g_i$ . Portanto, 1x6 e 3x8 são os híbridos superiores quando o intento é obter ganhos para produção de grãos. Por sua vez, os pares 4x9 e 5x9, que detiveram valores de estimativas positivas de  $s_{ij}$ , foram melhores do que o esperado com base na CGC parental por advirem de genitores com expressão negativa de  $g_i$  (Quadro 13).

Há que se destacar que as combinações 1x5, 2x6, 3x7, 3x9, 4x8 e 4x10 não devem ser desconsideradas, vez que apresentaram estimativa positiva de  $s_{ij}$  (Quadro 14) e contêm pelo menos um genitor com estimativa positiva de  $g_i$  (Quadro 13).

No que tange à característica altura de plantas (ALTP), em virtude dos fortes ventos que ocorrem em Campos dos Goytacazes, as combinações com valores para  $s_{ij}$  negativos e elevados são ideais. Deste modo, destacaram-se as combinações 1x5, 3x7, 3x8 e 5x10, sobretudo a primeira, em que ambos os genitores apresentaram valores negativos para  $g_i$  (Quadro 13).

Em relação ao estande, apenas quatro híbridos apresentaram valores de  $s_{ij}$  negativos, portanto, indesejáveis (Quadro 14). Para os demais, sobressaiu-se 3x8 (VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2), por ser o único par a se constituir de genitores com estimativas de  $g_i$  positivas (Quadro 13).

As combinações 1x5, 2x6, 2x8, 3x7 e 3x8 são as de maior interesse na expressão da redução do período de floração, por revelarem estimativas negativas de  $s_{ij}$  (Quadro 14) e serem oriundas de genitores com valores de  $g_i$  negativos (Quadro 13).

No que se refere à capacidade de expansão (CE), as combinações com estimativas positivas de  $s_{ij}$  foram: 1x5, 2x6, 2x8, 3x7, 3x8, 4x8, 4x9, 4x10 e 5x10. Dentre estas combinações, 3x7, 4x9, 4x10 e 5x10 provieram de genitores com estimativas negativas de  $g_i$ ; logo, o comportamento desses híbridos foi melhor do que o suposto com base na CGC parental. As demais combinações provieram de pelo menos um genitor com estimativa positiva de  $g_i$  (Quadro 13).

Há que se ressaltar que, dentre os híbridos, as médias mais elevadas para CE no ambiente de Campos dos Goytacazes (Quadro 6), foram expressas pelas combinações 1 (UNB2U-C1) x 6 (ANGELA) e 2 (BRASKALB) x 6 (ANGELA), nesta ordem, com valores respectivos de 26,72 mL.g<sup>-1</sup> e 26,12 mL.g<sup>-1</sup>. Percebe-se, para estas combinações, a presença de ANGELA como um dos genitores. Considerando-se ainda que ANGELA foi o genitor que expressou a maior magnitude positiva de  $g_i$  (Quadro 13), a ausência do par 1x6, dentre os híbridos superiores, com base em  $s_{ij}$  (Quadro 14) torna evidente a necessidade de uma análise mais acurada dos dados.

Para Ferrão *et al.* (1985), isso é justificado quando ocorrem elevadas discrepâncias nas estimativas de  $g_i$  e  $g_j$  e, por conseguinte, recomendam os

autores que a indicação dos melhores híbridos deve fundamentar-se nas estimativas das médias fenotípicas. Assim, pode-se preconizar que os híbridos superiores para CE, em Campos dos Goytacazes foram 1x6 e 2x6.

Com base no conjunto de características avaliadas, conclui-se que no ano agrícola 2004/2005, os híbridos 1x6 e 2x6 destacaram-se das demais combinações. Para Freitas Júnior (2005), esses híbridos também foram superiores no ano agrícola 2003/2004, embora 2x6 tenha se destacado particularmente para CE.

#### **4.5. Análise Dialélica Circulante para o Ambiente de Itaocara**

##### **4.5.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação**

No Quadro 15 há as estimativas dos quadrados médios das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC), bem como a média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória, para as 14 características avaliadas em dialélico circulante em Itaocara, RJ.

Constata-se que os quadrados médios referentes à CGC foram significativos em nível de 1% de probabilidade para quase todas as características avaliadas, excetuando-se EMP, que apresentou significância em nível de 5% de probabilidade e NESPD, NESPP e NPA, que foram não significativos em nível de 5% de probabilidade.

Quanto aos quadrados médios referentes da CEC, foram observadas significâncias em nível de 1% de probabilidade para NESP, PESP, PG, P100G, ALTP, ALTE, FLOR e NPLANT. As demais características (NESPD, NESPP, CE, NPA, NPQ e EMP) apresentaram-se não significativas em nível de 5% de probabilidade, indicando a predominância dos efeitos genéticos aditivos.

Pela análise das médias dos quadrados dos efeitos, presentes no Quadro 15, verifica-se que houve superioridade dos efeitos genéticos aditivos, em relação aos não-aditivos, para as características NESPD, FLOR, CE, NPQ e EMP, donde deduz-se que para Itaocara, RJ, a melhor alternativa é a utilização dos genitores em programas de melhoramento intrapopulacionais para obtenção de ganhos nessas características.

Quadro 15 – Estimativas dos quadrados médios de genótipos de milho pipoca (genitores e  $F_{1,s}$ ), das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC) e do resíduo, bem como a média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória para 14 características avaliadas em dialelo circulante. Itaocara, RJ. 2005.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
Genótipos	24	441,0416 **	9,3933 <sup>ns</sup>	1,3141 <sup>ns</sup>	2306342,5416 **	1468965,4583 **
CGC	9	350,9577 **	20,6722 <sup>ns</sup>	1,0580 <sup>ns</sup>	1881374,5898 **	1202721,5332 **
CEC	15	495,0914 **	2,6262 <sup>ns</sup>	1,4678 <sup>ns</sup>	2561323,3113 **	1628711,8018 **
Resíduo	87	89,2743	12,0754	1,2750	349488,4363	221856,2045
Médias dos quadrados dos efeitos						
CGC		16,3552	0,5372	- 0,0135	95742,8845	61304,0830
CEC		101,4542	- 2,3626	0,0482	552958,7187	351713,8993

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; e PG = produção de grãos em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 15, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
Genótipos	24	3,0371 **	422,6479 **	624,6384 **	26,9733 **	117,1242 **
CGC	9	3,4694 **	452,9005 **	991,6403 **	50,8956 **	305,5664 **
CEC	15	2,7774 **	404,4900 **	404,4443 **	12,6189 **	4,0588 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	0,6772	67,1904	79,9381	3,2252	3,6667
Médias dos quadrados dos efeitos						
CGC		0,1745	24,1068	56,9813	2,9793	18,8687
CEC		0,5250	84,3248	81,1265	2,3484	0,0980

<sup>1/</sup> P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 15, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		NPA	NPQ	NPLANT	EMP
Genótipos	24	10,9183 <sup>ns</sup>	27,9316 <sup>*</sup>	116,2308 <sup>**</sup>	3,8333 <sup>ns</sup>
CGC	9	9,3503 <sup>ns</sup>	44,3552 <sup>**</sup>	159,8294 <sup>**</sup>	6,8847 <sup>*</sup>
CEC	15	11,8589 <sup>ns</sup>	18,0777 <sup>ns</sup>	90,0708 <sup>**</sup>	2,0024 <sup>ns</sup>
Resíduo	87	12,0937	15,1554	32,0019	3,1517
Médias dos quadrados dos efeitos					
CGC		- 0,1714	1,8249	7,9892	0,2333
CEC		- 0,0587	0,7305	14,5172	- 0,2873

<sup>1/</sup> NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

As características NESP, NESPP, PESP, PG, P100G, ALTP, ALTE, NPA e NPLANT apresentaram estimativas dos componentes quadráticos devidos aos efeitos de CEC, superiores aos efeitos de CGC, indicando superioridade dos efeitos genéticos não-aditivos em relação aos aditivos (Quadro 15). Assim, infere-se que o melhoramento visando à superioridade de genótipos quanto a estas características, requer o uso de hibridações, fundamentado na manifestação do efeito heterótico das combinações.

#### **4.5.2. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação ( $g_i$ )**

O Quadro 16 contém as estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ), de 10 genitores de milho pipoca, avaliados quanto a 14 características em esquema de dialelo circulante, para o ambiente de Itaocara, RJ.

Para Vencovsky (1970), elevadas estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC), em valores absolutos, normalmente estão associadas a genótipos cujas frequências dos alelos favoráveis são consistentemente maiores ou menores do que a frequência média dos alelos favoráveis em todos os genótipos testados.

Segundo Cruz *et al.* (2004), as estimativas de  $g_i$  têm sido de grande utilidade na indicação de genitores a serem empregados em programas de melhoramento intrapopulacional, pois proporcionam informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos.

Ainda de acordo com Cruz *et al.* (2004), um baixo valor positivo ou negativo para  $g_i$ , indica que a média dos híbridos em que o genitor  $i$  participa, não difere muito da média geral do dialelo, ao passo que um alto valor para  $g_i$ , seja positivo ou negativo, denota que a média dos híbridos em que o genitor  $i$  participa, difere muito da média geral do dialelo, indicando que o genitor  $i$  é respectivamente, melhor ou pior que os demais incluídos no dialelo.

Quanto ao número de espigas (NESP), os genitores UNB2U-C1, ANGELA, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa, apresentaram valores positivos para  $g_i$ , tendo o genitor VIÇOSA-Viçosa, revelado o maior valor, com magnitude de 4,0895. De certa forma isso indica evolução das gerações sob seleção recorrente, vez que os genitores UNB2U-C2 e UNB2U-C1, compuseram

Quadro 16 – Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g<sub>i</sub>) de 10 genitores de milho pipoca, avaliados quanto a 14 características em esquema de dialelo circulante. Itaocara, RJ. 2005.

Genitores	Características Avaliadas <sup>1/</sup>						
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP
UNB2U-C1	1,5257	-0,0740	0,1414	205,1244	171,1087	0,4235	2,0192
BRASKALB	-4,8668	-0,5500	-0,0394	-363,9723	-277,3054	-0,1244	-9,2180
VIÇOSA-UENF	-0,3131	-0,1218	0,0853	104,8140	95,1495	-0,1721	-0,9808
PA038-Maringá	-7,3890	-1,5629	-0,2755	-449,4841	-326,5930	-0,2299	-2,4241
BRANCO-Viçosa	-1,4168	1,4942	-0,1338	-234,0142	-222,4351	-0,5829	-4,5460
ANGELA	3,4287	-0,0395	-0,0869	226,3528	153,8458	-0,1612	0,4975
BEIJA-FLOR	3,3077	0,8637	-0,0696	-7,9594	-40,1718	-0,0890	3,5235
UNB2U-C2	3,0812	-0,6735	0,1327	263,4132	248,9641	0,7475	1,1654
SE013-Maringá	-1,4472	0,2129	-0,2108	-112,6522	-102,0887	-0,1697	4,0873
VIÇOSA-Viçosa	4,0895	0,4511	0,4566	368,3778	299,5260	0,3582	5,8760

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; e ALTP = altura de planta em cm.

Quadro 16, Cont.

Genitores	Características Avaliadas <sup>1/</sup>						
	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
UNB2U-C1	-1,9293	-1,5331	1,9294	-0,0256	0,5088	-1,1646	0,1887
BRASKALB	-7,9985	-0,5427	-0,6955	0,7914	3,0217	-1,6068	0,5566
VIÇOSA-UENF	-1,5932	-0,5958	-1,2094	-0,0071	-0,6646	-1,7808	-0,4351
PA038-Maringá	6,3331	2,4767	-5,0152	0,8063	0,1673	-6,0416	-0,8768
BRANCO-Viçosa	-5,6839	-0,3438	-0,2477	-0,7999	0,3870	0,9947	0,6829
ANGELA	0,7997	0,7513	6,2514	0,1165	-0,9179	2,2146	-0,1387
BEIJA-FLOR	-0,4905	-0,2754	1,0850	-0,4369	0,0691	2,6431	0,3842
UNB2U-C2	-4,5494	-1,2768	1,8021	-0,0201	0,0465	1,3398	-0,3920
SE013-Maringá	11,7627	2,1232	-4,1760	0,4572	-1,8628	1,1825	0,0541
VIÇOSA-Viçosa	3,3494	-0,7834	0,2759	-0,8818	-0,7552	2,2188	-0,0239

<sup>1/</sup>ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

o rol de genitores com potencial para ganhos no número de espigas, via melhoramento intrapopulacional.

Analisando-se em conjunto as características NESPD e NESPP, constata-se, no Quadro 16, que os genitores que tendem a contribuir para a redução de doença e pragas em programas de melhoramento são BRASKALB, PA038-Maringá e ANGELA, com maior evidência para PA038-Maringá, por expressar os maiores valores negativos de  $g_i$  para ambas as características.

Para as características peso de espigas (PESP) e produção de grãos (PG), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, ANGELA, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa, revelaram efeitos positivos para a capacidade geral de combinação, indicando que se tratam de genótipos de interesse para promover ganhos no peso de espigas e na produção de grãos.

Quanto à característica peso de 100 grãos (P100G), relacionada ao tamanho do grão, os genitores UNB2U-C1, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa, apresentaram valores positivos para  $g_i$ . Destaca-se o genitor UNB2U-C2, por expressar a maior magnitude (0,7475).

Com relação às características altura de planta (ALTP) e altura de espiga (ALTE), os genitores ANGELA, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa, apresentaram concomitantemente, valores positivos para  $g_i$ , indicando serem promissores quando o objetivo do programa de melhoramento for aumentar o porte das plantas e a altura de inserção da primeira espiga. Caso o objetivo seja o oposto, os genitores BRASKALB, VIÇOSA-UENF e BRANCO-Viçosa, atenderão ao intento, em função de seus valores negativos expressos para  $g_i$  quanto a ALTP e ALTE, conforme Quadro 16.

No que se refere à característica FLOR, com exceção dos genitores PA038-Maringá e SE013-Maringá, que com seus valores positivos para  $g_i$ , tendem a aumentar o número de dias para o florescimento, os demais genitores tendem a reduzir este período, devido aos seus valores de  $g_i$  terem sido negativos.

Em relação à capacidade de expansão (CE), verifica-se pelo Quadro 16, que os genitores ANGELA, UNB2U-C1, UNB2U-C2, BEIJA-FLOR, e VIÇOSA-Viçosa apresentaram valores positivos para  $g_i$ , com magnitudes respectivas de: 6,2514; 1,9294; 1,8021; 1,0850; e 0,2759. Os genitores ANGELA, UNB2U-C1, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa, também expressaram estimativas positivas de  $g_i$  para produção de grãos (PG). Há que se enfatizar que, à exceção do genitor

VIÇOSA-Viçosa, os demais genótipos foram os recomendados para melhoramento intrapopulacional no ambiente de Campos dos Goytacazes (Quadro 13). Isso denota que um único programa de melhoramento pode ser implementado para os dois ambientes estudados.

Pelo Quadro 16, observa-se que para a característica número de plantas quebradas (NPQ), os genitores com valores negativos para  $g_i$  foram VIÇOSA-UENF, ANGELA, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa, sendo o maior valor apresentado pelo genitor SE013-Maringá (-1,8628), o que indica serem de interesse na redução do quebraamento do colmo das plantas.

Quanto ao estande final (NPLANT), os genitores BRANCO-Viçosa, ANGELA, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa, pelos valores positivos atribuídos ao  $g_i$ , tendem a favorecer o aumento no número de plantas na composição do estande final.

Os baixos valores positivos e negativos para  $g_i$ , quanto a EMP, indicam que a média dos híbridos em que os genitores participaram, não diferiu muito da média geral do dialelo (Quadro 16). Porém, a significância em nível de 5% de probabilidade quanto aos efeitos da CGC da referida característica, indica diferenças entre os genitores quanto a tais efeitos (Quadro 15). Deste modo, pode-se citar o genitor PA038-Maringá, como o mais favorável à redução do número de espigas mal empalhadas.

Para a característica número de plantas acamadas (NPA), a ausência de significância para os efeitos da CGC em nível de 5% de probabilidade, é um indício da inexistência de diferenças significativas entre os genitores quanto aos efeitos da CGC para a referida característica (Quadro 15), de forma análoga ao que ocorreu no ambiente de Campos dos Goytacazes.

#### **4.5.3. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Específica de Combinação ( $s_{ij}$ )**

As estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ), referentes aos 15 híbridos dialélicos avaliados quanto a 14 características, para o ambiente de Itaocara, RJ., estão expressas no Quadro 17.

A capacidade específica de combinação está associada aos efeitos gênicos não-aditivos e refere-se ao comportamento particular de duas populações genitoras, quando cruzadas entre si (Vencovsky, 1970; Cruz *et al.*, 2004).

Quadro 17 – Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ) para 14 características avaliadas em quinze híbridos de dialelo circulante em milho pipoca. Itaocara, RJ. 2005.

Efeitos ( $s_{ij}$ ) <sup>1/</sup>	Características Avaliadas <sup>2/</sup>													
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
1x5	4,2911	-0,7602	0,3824	382,4398	316,1264	0,3077	1,7588	1,4923	-1,0430	1,4473	-0,0344	-1,9758	5,8099	1,5782
1x6	13,1955	0,2736	-0,6645	655,8227	542,3454	-0,4415	14,2152	17,3835	-1,1381	-1,0269	0,0491	-2,4209	4,0900	-0,1000
1x7	3,3165	-0,6296	-0,4319	405,1350	351,3631	0,2463	5,1392	3,8989	-0,1113	-0,0105	1,1026	-0,9080	-0,3385	-0,1230
2x6	3,8380	0,7496	0,5164	137,4195	148,2596	-0,5136	5,5775	4,4528	-0,1286	0,8731	2,7319	1,0661	1,5322	-0,4679
2x7	11,2090	-1,1536	-0,2509	632,9818	384,7773	0,5642	10,0515	9,2431	-1,1018	-0,2855	-0,7145	-1,4209	4,3536	0,0091
2x8	3,6855	0,8837	0,2967	456,6092	375,6413	1,7851	2,5346	2,5520	-1,1004	-0,9777	-0,6314	-2,8982	2,9069	-0,2146
3x7	5,4054	0,4181	1,1242	215,4454	173,5723	0,2969	-1,0606	-0,8622	-0,0486	0,5284	-0,4159	-0,7345	3,7776	0,7509
3x8	7,6318	0,7055	-0,8282	524,0727	415,6864	-0,3797	5,9225	8,5217	0,9527	0,2613	2,9172	1,2882	1,0809	-0,9727
3x9	3,4103	-1,4311	0,2654	580,1382	501,7393	0,9027	6,0006	1,9595	-1,4474	-2,0355	-0,3101	-1,0525	-1,2617	-0,4190
4x8	4,7078	0,3965	-0,2173	213,3709	189,9289	0,5032	-6,7593	-5,5297	-1,1198	-0,9329	-1,6463	0,9561	2,5917	0,7189
4x9	12,7364	0,0100	0,3764	856,9364	650,9818	0,4255	10,9438	12,6581	-0,5200	-0,0796	3,6263	-1,3845	5,7490	-0,4773
4x10	13,6995	-0,4782	-0,5411	1024,6562	833,1170	0,3799	12,4050	3,1964	-2,6132	0,0433	-1,5345	-0,2421	5,2127	-0,1492
5x9	9,2641	-0,0472	0,2347	730,2165	564,3239	0,2460	5,9408	6,1753	-1,6994	-0,3972	-0,2673	-3,3542	3,4627	0,2129
5x10	-2,5227	0,4645	-0,4327	-75,8136	-84,7909	0,6379	-8,0980	-2,1614	-0,7927	-1,0492	0,3218	1,5381	-3,5736	0,0409
6x10	-3,1184	-0,5016	-0,4797	180,0692	175,1781	-0,2463	4,2334	9,3547	-1,8878	0,7516	-1,0947	-0,6569	-2,0435	0,6126

<sup>1/</sup> (1) UNB2U-C1, (2) BRASKALB, (3) VIÇOSA-UENF, (4) PA038-Maringá, (5) BRANCO-Viçosa, (6) ANGELA, (7) BEIJA-FLOR, (8) UNB2U-C2, (9) SE013-Maringá, e (10) VIÇOSA-Viçosa.

<sup>2/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

O efeito da CEC ( $s_{ij}$ ) é interpretado como o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na capacidade geral de combinação de seus genitores. Assim, altos valores para  $s_{ij}$ , sejam positivos ou negativos, denotam que o comportamento de um híbrido particular é relativamente melhor ou pior do que o esperado com base na CGC dos genitores, ao passo que baixos valores absolutos de  $s_{ij}$  demonstram que os híbridos  $F_{1's}$  comportaram-se como o esperado com base na CGC dos genitores (Cruz *et al.*, 2004).

Para a característica número de espigas (NESP), onde são desejados valores positivos para os efeitos de  $s_{ij}$ , observa-se no Quadro 17 que, com exceção das combinações 5x10 e 6x10, todas as demais apresentaram valores positivos para o número de espigas. Porém, Cruz *et al.* (2004) ressaltam que a escolha da melhor combinação, deve ser acompanhada da observação dos valores de  $g_i$ , referentes aos genitores envolvidos no cruzamento, que devem ser de efeito favorável, para pelo menos um dos genitores. Deste modo, destacaram-se as combinações 1x6 e 1x7, respectivamente, UNB2U-C1 x ANGELA e UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR, devido aos valores positivos e elevados expressos para  $s_{ij}$  (Quadro 17), além de revelarem valores positivos, ou seja, favoráveis de  $g_i$  (Quadro 16).

Ainda com relação ao número de espigas, é interessante observar que a combinação 6x10 não era esperada deter valor negativo de  $s_{ij}$ , por originar-se do cruzamento entre genitores com estimativas positivas de  $g_i$ . Tal situação denota que o par 6x10 é pior do que o que seria esperado com base na capacidade geral de combinação dos genitores.

Na análise das características NESPD, NESPP, P100G e EMP, não se percebeu a ocorrência de valor altamente discrepante de  $s_{ij}$ , entre os híbridos, que permitisse a indicação de uma combinação sobremaneira superiora ou inferiora. Corrobora tal percepção o fato de NESPD, NESPP e EMP terem proporcionado a formação de somente um grupo pelo teste Scott – Knott (Steel e Torrie, 1980), enquanto P100G possibilitou a constituição de apenas dois grupos de médias para o ambiente de Itaocara, conforme Quadro 9.

Quanto às características PESP e PG, observa-se pelo Quadro 17, que com exceção da combinação 5x10, por apresentar valor negativo, portanto desinteressante, as demais combinações apresentaram valores positivos, destacando-se os híbridos 1x6 (UNB2U-C1 x ANGELA), 3x8 (VIÇOSA-UENF x

UNB2U-C2) e 6x10 (ANGELA x VIÇOSA-Viçosa), com magnitudes de  $s_{ij}$  iguais a 655,8227 e 542,3454; 524,0727 e 415,6864; e 180,0692 e 175,1781, além de revelarem valores positivos de estimativas de  $g_i$ , conforme Quadro 16. É oportuno destacar que os híbridos 1x6, 3x8 e 6x10 foram os que tiveram a primeira, terceira e quarta maiores médias fenotípicas para produção de grãos, conforme Quadro 9, o que confirma sê-los realmente superiores.

Verifica-se pelo Quadro 17, que para a característica altura de planta (ALTP), as combinações 3x7, 4x8 e 5x10, respectivamente, VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR, PA038-Maringá x UNB2U-C2 e BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa, são as indicadas se a intenção for a redução do tamanho das plantas, por serem os únicos pares com estimativas negativas de  $s_{ij}$  e advirem de pelo menos um genitor com valor negativo de  $g_i$ .

Nota-se, no Quadro 17 que, para capacidade de expansão (CE) houve expressão de valores positivos de  $s_{ij}$  para os híbridos 1x5, 2x6, 3x7, 3x8, 4x10 e 6x10. Destes, o superior é 6x10 (ANGELA x VIÇOSA-Viçosa), por deter genitores com estimativas positivas de  $g_i$  (Quadro 16). Porém, os híbridos com maiores estimativas de médias fenotípicas para CE, foram, hierarquicamente, dentre os  $F_{1s}$ : 6x10, 1x6 e 2x6. Rememorando Ferrão *et al.* (1985), os desvios entre  $g_i$  e  $g_j$  foram suficientemente discrepantes para expressar valor negativo de  $s_{ij}$  para 1x6, o que implica na indicação dos híbridos com base na média, destacando-se, por conseguinte, as combinações: 1x6, 2x6 e 6x10.

Para o ambiente de Itaocara, pode-se inferir que os melhores híbridos foram 1x6, 2x6 e 6x10, o segundo sobretudo pelo comportamento quanto à capacidade de expansão (CE) e os demais para CE e produção de grãos (PG).

## **4.6. Análise Conjunta de Dialelo Circulante**

### **4.6.1. Análise de Variância para Capacidade de Combinação**

As estimativas dos quadrados médios das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC), juntamente com a média dos quadrados dos efeitos da CGC, da CEC e suas interações com o ambiente, para as 14 características avaliadas em quatro ambientes, encontram-se no Quadro 18.

Quadro 18 – Estimativas dos quadrados médios de genótipos de milho pipoca (genitores e  $F_{1's}$ ), das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC) e do resíduo, e média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória para 14 características avaliadas em quatro ambientes por meio de dialelo circulante.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG
Genótipos	24	842,1431 **	126,4270 **	9,2552 <sup>ns</sup>	3116422,6004 **	1879863,7656 **
CGC	9	760,1179 **	180,5115 **	6,6682 <sup>ns</sup>	3078299,8573 **	1773191,8931 **
CEC	15	891,3582 **	93,9763 *	10,8073 <sup>ns</sup>	3139296,2462 **	1943866,8891 **
Ambientes	3	7426,8866 **	7015,7500 **	1881,6866 **	32342094,0066 **	27613517,7291 **
Gen x Amb	72	184,5897 **	71,9965 **	6,5390 <sup>ns</sup>	365417,9754 **	259986,1753 **
CGC x Amb	27	227,9161 **	104,7891 **	3,5430 <sup>ns</sup>	312130,7278 <sup>ns</sup>	232428,4915 **
CEC x Amb	45	158,5939 **	52,3209 <sup>ns</sup>	8,3367 <sup>ns</sup>	397390,3239 **	276520,7856 **
Resíduo	348	78,8620	33,6594	7,5105	168030,2000	102340,7000
Médias dos quadrados dos efeitos						
CGC		10,6446	2,2945	-0,0131	45472,9633	26107,0498
CEC		50,7810	3,7698	0,2060	185704,1279	115095,3868
CGC <sub>gA</sub>		9,3158	4,4456	-0,2479	9006,2829	8130,4869
CEC <sub>sA</sub>		19,9329	4,6653	0,2065	57340,0309	43545,0214

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; e PG = produção de grãos em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 18, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>				
		P100G	ALTP	ALTE	FLOR	CE
Genótipos	24	14,7998 **	924,0285 **	1288,8790 **	79,3229 **	302,2309 **
CGC	9	25,7533 **	1109,7318 **	2582,5896 **	180,2404 **	777,9206 **
CEC	15	8,2278 **	812,6066 **	512,6527 **	18,7724 **	16,8170 **
Ambientes	3	443,3339 **	70649,3538 **	42922,5420 **	1083,0225 **	116,9652 **
Gen x Amb	72	2,9173 <sup>ns</sup>	134,4705 <sup>ns</sup>	140,4623 <sup>ns</sup>	8,5606 <sup>ns</sup>	12,8757 **
CGC x Amb	27	3,6629 <sup>ns</sup>	104,0195 <sup>ns</sup>	136,4512 <sup>ns</sup>	8,7096 <sup>ns</sup>	20,0224 **
CEC x Amb	45	2,4699 <sup>ns</sup>	152,7411 <sup>ns</sup>	142,8690 <sup>ns</sup>	8,4713 <sup>ns</sup>	8,5877 <sup>ns</sup>
Resíduo	348	1,9814	107,0912	92,1437	5,6870	5,4761
Médias dos quadrados dos efeitos						
CGC		0,3714	15,6662	38,9132	2,7273	12,0694
CEC		0,3904	44,0947	26,2818	0,8178	0,7088
CGC <sub>gA</sub>		0,1050	-0,1919	2,7692	0,1889	0,9091
CEC <sub>sA</sub>		0,1221	11,4124	12,6813	0,6960	0,7779

<sup>1/</sup> P100G = peso de 100 grãos em gramas; ALTP = altura de planta em cm; ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

\*\* = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

\* = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Quadro 18, Cont.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios <sup>1/</sup>			
		NPA	NPQ	NPLANT	EMP
Genótipos	24	26,3972 <sup>ns</sup>	184,0089 <sup>**</sup>	64,4650 <sup>ns</sup>	5,0837 <sup>ns</sup>
CGC	9	19,2980 <sup>ns</sup>	432,4397 <sup>**</sup>	70,3470 <sup>ns</sup>	7,5350 <sup>*</sup>
CEC	15	30,6568 <sup>ns</sup>	34,9504 <sup>ns</sup>	60,9357 <sup>ns</sup>	3,6129 <sup>ns</sup>
Ambientes	3	583,3891 <sup>**</sup>	2467,2225 <sup>**</sup>	1266,8825 <sup>**</sup>	20,1691 <sup>**</sup>
Gen x Amb	72	14,6339 <sup>ns</sup>	61,7728 <sup>ns</sup>	56,3338 <sup>ns</sup>	2,7004 <sup>ns</sup>
CGC x Amb	27	12,5437 <sup>ns</sup>	92,4731 <sup>**</sup>	53,4383 <sup>ns</sup>	3,9747 <sup>ns</sup>
CEC x Amb	45	15,8880 <sup>ns</sup>	43,3526 <sup>ns</sup>	58,0712 <sup>ns</sup>	1,9358 <sup>ns</sup>
Resíduo	348	18,4558	34,9664	35,2898	2,5932
Médias dos quadrados dos efeitos					
CGC		0,0131	6,2105	0,5477	0,0772
CEC		0,7625	-0,0010	1,6028	0,0637
CGC <sub>gA</sub>		-0,3695	3,5941	1,1342	0,0863
CEC <sub>sA</sub>		-0,6419	2,0965	5,6953	-0,1643

<sup>1/</sup> NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

<sup>\*\*</sup> = Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>\*</sup> = Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e

<sup>ns</sup> = Não Significativo.

Constata-se que houve significância em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, entre os genótipos, para as principais características de interesse ao melhoramento do milho pipoca, como NESP, NESPD, PESP, PG, P100G, ALTP, ALTE, FLOR, CE e NPQ, concordando com os resultados obtidos por Freitas Júnior (2005) quando da análise em dois ambientes, ressaltando a existência de suficiente variabilidade genética entre os componentes do dialelo.

Pode ser observado no Quadro 18, que os valores dos quadrados médios referentes à CGC e CEC, das características NESP, PESP, PG, P100G, ALTP, ALTE, FLOR e CE, foram significativas em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; para NESPD houve significância em 1% para CGC e 5% para CEC, ao passo que para NPQ e EMP, houve significância apenas para CGC. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Freitas Júnior (2005) em avaliação para dois ambientes no ano agrícola de 2003/2004. Exceção se faz para a característica FLOR, onde o referido autor constatou significância apenas para a capacidade geral de combinação e, NESPD em que CGC foi não significativa e CEC significativa em 1%. A significância para as capacidades combinatórias revela a existência de variabilidade resultante de efeitos genéticos aditivos e não-aditivos, donde conclui-se que a avaliação em quatro ambientes favoreceu a identificação de variabilidade entre os genótipos quanto às características avaliadas, resultante dos efeitos da capacidade de combinação.

Assim, é possível antever a possibilidade de obtenção de novas variedades ou híbridos, a partir de combinações obtidas com os genitores utilizados, confirmando os resultados obtidos por Freitas Júnior (2005).

Freitas Júnior (2005) verificou o efeito significativo do ambiente para 11 características. Já em quatro ambientes, a ocorrência de significância para efeito ambiental em nível de 1% de probabilidade foi constatada para todas as características avaliadas, demonstrando que os ambientes foram suficientemente distintos para promoverem diferenças neste nível de significância.

O mesmo autor encontrou para capacidade de expansão (CE), quanto à fonte de variação Ambientes, ausência de significância em nível de 5% de probabilidade. Porém, ao ampliar a gama de ambientes para quatro (Quadro 18), a referida característica apresentou significância em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, permitindo inferir que, ampliar o número de ambientes favoreceu a

identificação de variabilidade entre os genótipos estudados para esta característica.

A respeito da interação Genótipos “versus” Ambiente, observa-se no Quadro 18 que, à exceção das características NESP, NESPD, PESP, PG e CE, que apresentaram significância em nível de 1% de probabilidade, as demais características apresentaram-se não significativas em nível de 5%. Constata-se também, que a análise simultânea das interações entre CGC “versus” Ambiente e CEC “versus” Ambiente, revela NESP e PG expressando significância em 1% de probabilidade. De forma particularizada, NESPD, CE e NPQ foram significativas em 1% para CGC “versus” Ambiente e PESP em 1% para CEC “versus” Ambiente. Quanto a NESP, NESPD, PESP, PG, CE e NPQ, conclui-se que os efeitos genéticos associados a tais características tenderam a expressar valores diferentes, quando submetidos a ambientes diversos. Já em relação às demais características, pode-se concluir que os efeitos genéticos tenderam a expressar valores semelhantes, mesmo quando investigados em ambientes diversos.

Ainda quanto à interação Genótipos “versus” Ambiente, Freitas Júnior (2005) constatou significância em nível de 1% de probabilidade para as características NESP e PG. Porém, quanto ao PESP, o nível de significância detectado foi de 5% de probabilidade, o mesmo sendo observado para ALTE. No presente trabalho, ao se avaliar os genótipos em quatro ambientes, houve uma melhor discriminação em relação ao comportamento dos genótipos quanto às duas últimas características, que foram, respectivamente, significativa em 1% e não significativa em nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao peso de espigas (PESP), verifica-se pelo Quadro 18, com base na média dos quadrados dos efeitos, uma maior influência da CEC na expressão da característica, com valores de 185704,1279 para CEC e 45472,9633 para CGC. Maior percepção é possível, quando se comparam as magnitudes das médias dos quadrados dos efeitos de  $CGC_{ga}$  e  $CEC_{sa}$ , e se constata superioridade deste último na expressão da variabilidade dos  $F_{1's}$ , quando avaliados em quatro ambientes.

A produção de grãos (PG) também apresentou resultado semelhante. Com base na média dos quadrados dos efeitos (Quadro 18), verificou-se uma maior influência da CEC na expressão da característica.

É possível inferir que o aumento na dosagem de adubo, por ocasião do plantio, possa ter favorecido a distinção entre os ambientes, promovendo o maior peso de espigas e produção de grãos, em comparação aos dois ambientes avaliados por Freitas Júnior (2005), no ano agrícola de 2003/2004, o que pode ter proporcionado a ocorrência de significância para as características NESP, NESPD, PESP, PG, CE e NPQ.

Pela análise das médias dos quadrados dos efeitos (Quadro 18), percebe-se também que houve superioridade dos efeitos genéticos aditivos, em relação aos não-aditivos, para as características ALTE, FLOR, CE, NPQ e EMP. Esta situação indica como melhor opção, a utilização dos genitores em programas de melhoramento intrapopulacional, por meio da formação de composto genético.

Para as outras nove características (NESP, NESPD, NESPP, PESP, PG, P100G, ALTP, NPA e NPLANT), as estimativas dos componentes quadráticos indicaram superioridade dos efeitos genéticos não-aditivos em relação aos aditivos. O melhoramento visando à superioridade de genótipos quanto a estas características, requer o uso de hibridações, fundamentado na manifestação do efeito heterótico destas combinações.

#### **4.6.2. Estimativas dos Efeitos Médios da Capacidade Geral de Combinação ( $g_i$ )**

Encontram-se no Quadro 19 as estimativas dos efeitos médios da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ), de 10 genitores de milho pipoca, avaliados quanto a 14 características em esquema de dialelo circulante, para quatro ambientes.

Pela análise dos quadrados médios da capacidade geral e específica de combinação em interação com o ambiente, expostos no Quadro 18, constatou-se que, à exceção das características NESP e PG que apresentaram significância em nível de 1% de probabilidade, as demais características apresentaram-se não significativas em nível de 5%, indicando, portanto, que os efeitos genéticos associados a tais características, tenderam a expressar valores semelhantes, mesmo quando avaliados em ambientes diversos. Tal fato favorece a seleção com base na média dos efeitos da CGC referentes aos quatro ambientes obtidos nos anos agrícolas 2003/2004 e 2004/2005.

Quadro 19 – Estimativas dos efeitos médios da capacidade geral de combinação (g) de 10 genitores de milho pipoca, avaliados quanto a 14 características em esquema de dialelo circulante em quatro ambientes.

Genitores	Características Avaliadas <sup>1/</sup>						
	NESP	NESPD	NESPP	PESP	PG	P100G	ALTP
UNB2U-C1	1,9919	0,2708	0,4753	225,2670	163,6504	0,5804	1,9959
BRASKALB	-4,5387	-0,6060	-0,1746	-254,4881	-190,7015	-0,3951	-6,7870
VIÇOSA-UENF	0,6939	0,0156	0,1867	107,9087	83,0493	0,0337	0,5897
PA038-Maringá	-2,9910	-2,4525	-0,4004	-197,1490	-115,0195	-0,2138	0,0361
BRANCO-Viçosa	-2,9003	1,3144	-0,1109	-196,4519	-161,7518	-0,6355	-2,9665
ANGELA	0,0387	-1,3094	0,0405	94,3931	50,8325	-0,4563	0,6243
BEIJA-FLOR	0,7182	0,7242	-0,0696	-91,1982	-85,0711	0,2714	0,8093
UNB2U-C2	2,4390	-0,1099	0,1269	204,0844	174,9620	1,0002	-2,0232
SE013-Maringá	-0,5896	-0,1610	-0,2393	-53,4475	-47,9236	-0,2845	4,0997
VIÇOSA-Viçosa	5,1378	2,3139	0,1654	161,0814	127,9733	0,0995	3,6215

<sup>1/</sup> NESP = número de espigas; NESPD = número de espigas doentes; NESPP = número de espigas com praga; PESP = peso de espigas com grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; P100G = peso de 100 grãos em gramas; e ALTP = altura de planta em cm.

Quadro 19, Cont.

Genitores	Características Avaliadas <sup>1/</sup>						
	ALTE	FLOR	CE	NPA	NPQ	NPLANT	EMP
UNB2U-C1	-2,1329	-1,5318	2,0119	-0,2150	-0,8376	-0,5432	-0,0466
BRASKALB	-5,7532	-0,1183	-0,8284	-0,0614	3,5187	-1,2316	-0,0354
VIÇOSA-UENF	-0,7339	-0,7689	-1,7425	0,5113	0,4991	0,2227	0,1910
PA038-Maringá	6,6663	2,0818	-3,2156	0,2941	-1,4634	-1,5457	-0,4128
BRANCO-Viçosa	-4,2163	-0,8295	-1,0481	-0,2168	3,2767	-0,0451	0,1796
ANGELA	1,3099	0,3943	5,6681	0,0786	-1,5532	0,9454	-0,3090
BEIJA-FLOR	-0,7256	0,0330	-0,1322	-0,0317	0,2903	0,8895	0,0933
UNB2U-C2	-4,4800	-1,3492	1,6904	0,0204	-1,2184	0,5238	-0,2739
SE013-Maringá	8,7244	2,1363	-2,3826	0,5069	-2,9785	-0,1098	0,1685
VIÇOSA-Viçosa	1,3414	-0,0477	-0,0208	-0,8865	0,4664	0,8939	0,4453

<sup>1/</sup>ALTE = altura de inserção da primeira espiga em cm; FLOR = número de dias para o florescimento; CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>; NPA = número de plantas acamadas; NPQ = número de plantas quebradas; NPLANT = estande final; e EMP = empalhamento.

Um elevado valor para o efeito médio de  $g_i$ , seja positivo ou negativo, denota que a média dos híbridos em que o genitor  $i$  participa, difere muito da média geral do dialelo, indicando que o genitor  $i$  é, respectivamente, melhor ou pior que os demais incluídos no dialelo, ao passo que um baixo valor positivo ou negativo para o efeito médio de  $g_i$ , indica que a média dos híbridos em que o genitor  $i$  participa, não difere muito da média geral do dialelo (Cruz *et al.*, 2004).

Verifica-se pelo Quadro 19, que quanto ao número de espigas (NESP), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, ANGELA, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa apresentaram valores positivos para o efeito médio de  $g_i$ , tendo os genitores VIÇOSA-Viçosa, UNB2U-C2 e UNB2U-C1 expressos os maiores valores. Freitas Júnior (2005) em análise de dialelo circulante com os mesmos genitores e híbridos, cultivados em dois ambientes, no ano agrícola 2003/2004, também verificou a superioridade do genitor VIÇOSA-Viçosa em relação à prolificidade. Há que se destacar, contudo, que houve mudança de sinal nas estimativas dos efeitos médios de  $g_i$  entre a análise efetuada por Freitas Júnior (2005) e a que ora é apresentada no Quadro 19. Neste aspecto, constatou-se que ANGELA e BEIJA-FLOR, que haviam expressos valores negativos médios de  $g_i$ , passaram a expressar valores positivos (Quadro 19), ao passo que PA038-Maringá, que havia exibido estimativa positiva de  $g_i$ , na análise de quatro ambientes, revelou efeito de  $g_i$  médio negativo.

No que se refere a NESPP, o genitor PA038-Maringá, se destacou por apresentar o maior valor negativo para o efeito médio de  $g_i$ , entretanto, a baixa magnitude atribuída a este valor, é um indício que a média dos híbridos em que o referido genitor participou, não diferiu muito da média geral do dialelo (Quadro 19). Este resultado concorda com o obtido por Freitas Júnior (2005); porém, em dois ambientes, os genitores ANGELA e BRASKALB, também haviam se destacado para a característica.

Verificam-se pelas estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação para cada ambiente, que quanto ao peso de espigas (PESP) e produção de grãos (PG), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, ANGELA, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa apresentaram efeitos positivos para a capacidade geral de combinação, denotando que estes genitores tendem a promover incrementos em PESP e PG em programas de melhoramento, corroborando os

resultados obtidos por Freitas Júnior (2005) na análise de dois ambientes no ano agrícola 2003/2004.

Pelo Quadro 19, observa-se que quanto à característica peso de 100 grãos (P100G), os genitores UNB2U-C1, VIÇOSA-UENF, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa apresentaram valores positivos para o efeito médio de  $g_i$ . Destacou-se o genitor UNB2U-C2, por apresentar a maior magnitude (1,0002). Com exceção do genitor BEIJA-FLOR, os demais também se destacaram nos dois ambientes avaliados por Freitas Júnior (2005) no ano agrícola 2003/2004.

Quanto às características altura de planta (ALTP) e altura de espiga (ALTE), caso o objetivo do programa de melhoramento seja o de aumentar concomitantemente, a altura de planta e de espigas, os genitores PA038-Maringá, ANGELA, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa, são indicados, por apresentarem valores positivos quanto aos efeitos médios de  $g_i$ . Caso o objetivo seja o oposto, os genitores BRASKALB, BRANCO-Viçosa e UNB2U-C2, atenderão ao intento, em função de seus valores negativos para o efeito médio de  $g_i$ . Quanto à característica ALTP, estes resultados são idênticos aos encontrados por Freitas Júnior (2005), ao passo que quanto a ALTE, eles são semelhantes, vez que, houve inversão de sinal de estimativa de  $g_i$  médio para o genitor BEIJA-FLOR.

Pelo Quadro 19, tem-se que quanto à característica FLOR, com exceção dos genitores PA038-Maringá, ANGELA, BEIJA-FLOR e SE013-Maringá, que com seus valores positivos para o efeito médio de  $g_i$ , tendem a aumentar o número de dias para o florescimento, os demais genitores tendem a reduzir este período, devido aos seus valores negativos para o efeito médio de  $g_i$ . Contudo, as baixas magnitudes atribuídas a estes valores, positivas ou negativas, indicam que as médias dos híbridos em que os genitores participaram, não diferiram muito da média geral do dialelo, o que pode ser considerado também em relação a NPA, NPLANT e EMP. Quanto ao empalhamento, os genitores UNB2U-C1, BRASKALB, PA038-Maringá, ANGELA e UNB2U-C2, podem ser citados como os mais favoráveis à redução do número de espigas mal empalhadas, em virtude dos valores negativos associados aos efeitos médios de  $g_i$ . Já quanto ao estande final (NPLANT), os genitores VIÇOSA-UENF, ANGELA, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2, e VIÇOSA-Viçosa, pelos valores positivos atribuídos ao efeito médio de  $g_i$ , indicam favorecer o aumento no número de plantas.

Observa-se pelo Quadro 19, que para a característica número de plantas quebradas (NPQ), os genitores com valores negativos para os efeitos médios de  $g_i$ , foram UNB2U-C1, PA038-Maringá, ANGELA, UNB2U-C2 e SE013-Maringá, sendo o melhor valor atribuído ao genitor SE013-Maringá (-2,9785). Freitas Júnior (2005) adicionou a estes, o genitor BEIJA-FLOR, na análise de dois ambientes no ano agrícola 2003/2004.

Em relação à capacidade de expansão (CE), percebe-se pelo Quadro 19, que os genitores ANGELA, UNB2U-C1 e UNB2U-C2 apresentaram valores positivos para o efeito médio de  $g_i$ , com magnitudes respectivas de: 5,6681; 2,0119; e 1,6904. Estes resultados concordam com os obtidos por Freitas Júnior (2005), sobretudo, em relação à superioridade do genitor ANGELA.

A superioridade dos genitores ANGELA, UNB2U-C1 e UNB2U-C2, quanto à capacidade de expansão e produtividade (considerando PG e PESP), em quatro ambientes, reveste-se de suma importância, pois confirma os resultados de Freitas Júnior (2005), e denota a possibilidade de progressos no que tange a produção de grãos e a qualidade da pipoca produzida, em programa de melhoramento intrapopulacional.

## **4.7. Predição de Compostos**

### **4.7.1. Predição de Compostos para Campos dos Goytacazes**

#### **4.7.1.1. Predição de Composto Biparental**

Os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto biparental, obtidos a partir de 10 genitores avaliados no ambiente de Campos dos Goytacazes, encontram-se no Quadro 20.

Por reunir características diversas em uma só população, oriundas de materiais genéticos distintos, os compostos revestem-se de grande interesse ao melhoramento, pois a ampla variabilidade genética associada a estes, pode significar progressos ao longo das gerações de seleção (Paterniani e Campos, 1999).

Pelo Quadro 20 observa-se que o composto formado pelos genitores UNB2U-C1 e ANGELA destacou-se quanto às duas características avaliadas,

Quadro 20 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto biparental provenientes de 10 genitores de milho pipoca avaliados em Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Composto Biparental	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
UNB2U-C1 x ANGELA	1447,49	27,39
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	1372,50	18,98
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	1354,06	16,43
PA038-Maringá x UNB2U-C2	1299,37	17,06
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	1295,00	20,04
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	1285,31	15,23
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	1258,43	20,81
BRASKALB x ANGELA	1191,25	24,53
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	1153,75	17,85
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1149,06	23,46
BRASKALB x UNB2U-C2	1019,37	18,40

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

corroborando o encontrado por Freitas Júnior (2005), quando da predição de compostos para o ambiente de Campos dos Goytacazes no ano agrícola 2003/2004. A afinidade entre estes genitores pôde ser constatada pela análise das médias fenotípicas, vez que estes genitores em combinação híbrida, apresentaram resultados satisfatórios quanto a PG e CE, para o referido ambiente (Quadro 6).

Os valores preditos de 1447,49 kg.ha<sup>-1</sup> e 27,39 mL.g<sup>-1</sup>, referentes a este composto, indicam boas perspectivas quanto a progressos em sucessivos ciclos de seleção.

#### **4.7.1.2. Predição de Composto com Três Genitores**

Encontram-se no Quadro 21, os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto de três pais tipo (A x B x C), obtidos a partir de 10 genitores avaliados no ambiente de Campos dos Goytacazes.

Observa-se que a formação de composto de três pais do tipo (A x B x C), promoveu uma redução no valor médio predito para as características, quando comparados com os valores médios do composto biparental. Um outro aspecto desfavorável é o fato de os melhores valores para PG e CE serem apresentados por compostos diferentes. De qualquer forma, caso o objetivo seja a formação deste tipo de composto, a combinação PA038-Maringá x UNB2U-C2 x VIÇOSA-Viçosa seria a mais indicada para incrementos em produtividade, em virtude de sua maior média (1130,83 kg.ha<sup>-1</sup>); ao passo que para capacidade de expansão, os indicados pelo mesmo critério seriam os compostos UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA e UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa.

Quadro 21 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto de três pais tipo (A x B x C), a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Composto Tipo (A x B x C)	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
PA038-Maringá x UNB2U-C2 x VIÇOSA-Viçosa	1130,83	13,46
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2 x SE013-Maringá	1065,83	13,50
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA	1054,58	19,53
VIÇOSA-UENF x PA038-Maringá x UNB2U-C2	1050,41	13,76
UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1035,83	19,05
UNB2U-C1 x ANGELA x BEIJA-FLOR	1029,58	18,39
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA	1013,33	18,73

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

#### 4.7.1.3. Predição de Composto com Quatro Genitores

Os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto de quatro pais tipo (A x B x C x D), obtidos a partir de 10 genitores avaliados em Campos dos Goytacazes, encontram-se no Quadro 22.

Observa-se que o composto VIÇOSA-UENF x PA038-Maringá x UNB2U-C2 x SE013-Maringá apresentou maior média para PG entre os compostos formados por quatro genitores (1008,51 kg.ha<sup>-1</sup>). Constata-se que este valor foi bem próximo do predito para o composto VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2 x SE013-Maringá, de magnitude 1065,83 kg.ha<sup>-1</sup> (Quadro 21). Esses resultados indicam que a inclusão do genitor PA038-Maringá não promoveu o aumento na média para PG, sugerindo que a inclusão deste genitor não favoreceu o aumento na variabilidade do composto.

Em relação à capacidade de expansão (CE), verifica-se que os compostos formados por quatro genitores concorreram para uma redução ainda maior dos valores preditos para CE.

Quadro 22 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto de quatro pais tipo (A x B x C x D), a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em Campos dos Goytacazes, RJ. 2005.

Composto Tipo (A x B x C x D)	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
VIÇOSA-UENF x PA038-Maringá x UNB2U-C2 x SE013-Maringá	1008,51	12,43
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	918,12	16,52
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA x BEIJA-FLOR	904,37	16,48
VIÇOSA-UENF x PA038-Maringá x UNB2U-C2 x VIÇOSA-Viçosa	902,10	11,04

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

Os elevados valores, considerados satisfatórios quanto a PG e CE, preditos para o composto UNB2U-C1 x ANGELA, denotam ser esta a combinação mais indicada para o ambiente de Campos dos Goytacazes, o que concorda com os resultados obtidos por Freitas Júnior (2005).

#### 4.7.2. Predição de Compostos para Itaocara

##### 4.7.2.1. Predição de Composto Biparental

Os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto biparental, obtidos a partir de 10 genitores avaliados no ambiente de Itaocara, encontram-se no Quadro 23.

Observa-se que o composto UNB2U-C1 x ANGELA apresentou o maior valor médio predito para produção de grãos, com magnitude igual a 2303,12 Kg.ha<sup>-1</sup>. Há que se ressaltar também, os valores preditos para os compostos ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2, PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa e UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR, considerados muito satisfatórios, com magnitudes acima de 2000,00 kg.ha<sup>-1</sup>, visto que, Freitas Júnior (2005) em predição de composto para o ambiente de Itaocara, identificou a combinação VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá como sendo a de maior valor predito, com magnitude de 1280,62 kg.ha<sup>-1</sup>.

Quadro 23 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto biparental a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em Itaocara, RJ. 2005.

Composto Biparental	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
UNB2U-C1 x ANGELA	2303,12	28,48
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	2283,75	27,80
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	2259,37	22,03
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	2031,25	16,38
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	2008,12	23,87
BRASKALB x UNB2U-C2	1889,68	21,81
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	1859,37	15,01
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	1858,12	21,21
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	1822,50	23,30
BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa	1786,25	20,48
BRASKALB x ANGELA	1695,31	26,91
BRASKALB x BEIJA-FLOR	1614,06	21,21

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

Quanto à capacidade de expansão (CE), os maiores valores preditos foram: 28,48 mL.g<sup>-1</sup>, 27,80 mL.g<sup>-1</sup> e 26,91 mL.g<sup>-1</sup>, respectivamente, UNB2U-C1 x ANGELA, ANGELA x VIÇOSA-Viçosa e BRASKALB x ANGELA.

A observação das características PG e CE indicam como opções, os compostos UNB2U-C1 x ANGELA, ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2 e UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR, para progressos em ambas as características; BRASKALB x ANGELA se mostrou promissor para CE.

#### **4.7.2.2. Predição de Composto com Três Genitores**

Os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto de três pais tipo (A x B x C), obtidos a partir de 10 genitores avaliados em Itaocara, encontram-se no Quadro 24.

Observa-se que o composto UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa apresentou o maior valor predito para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE), com magnitudes respectivas de 1834,02 kg.ha<sup>-1</sup> e 21,33 mL.g<sup>-1</sup>. Embora a formação de composto com três genitores tenha promovido uma redução no valor médio predito para as características, quando comparados com os compostos biparentais, verifica-se que em relação PG, estes foram superiores aos preditos para os compostos biparentais no ambiente de Campos dos Goytacazes.

Os compostos UNB2U-C1 x ANGELA x BEIJA-FLOR, UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA, UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA e BRASKALB x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, também podem ser citados, pois apresentaram valores preditos para PG acima de 1500,00 kg.ha<sup>-1</sup> e CE acima de 20,00 mL.g<sup>-1</sup>, o que indica a possibilidade de incrementos, por meio de ciclos de seleção.

Quadro 24 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto de três pais tipo (A x B x C), a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em Itaocara, RJ. 2005.

Composto Tipo (A x B x C)	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1834,02	21,33
UNB2U-C1 x ANGELA x BEIJA-FLOR	1726,80	20,53
PA038-Maringá x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1684,02	17,23
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2 x SE013-Maringá	1651,52	14,33
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR x UNB2U-C2	1650,97	17,09
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA	1644,30	20,28
BRASKALB x VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	1624,72	16,66
BRANCO-Viçosa x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1575,13	19,05
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA	1572,50	20,93
BRASKALB x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1563,88	20,63

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

#### 4.7.2.3. Predição de Composto com Quatro Genitores

Encontram-se no Quadro 25, os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto de quatro pais tipo (A x B x C x D), obtidos a partir de 10 genitores avaliados no ambiente de Itaocara.

O composto UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa apresentou o maior valor predito para PG, com magnitude de 1625,62 kg.ha<sup>-1</sup>, e valor para CE igual a 18,77 mL.g<sup>-1</sup>, próximo ao de maior magnitude (18,84 mL.g<sup>-1</sup>), expresso pelo composto UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA x BEIJA-FLOR.

A inclusão do genitor BRANCO-Viçosa ao composto UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, formando o composto de quatro genitores, promoveu uma redução nos valores médios preditos quanto a PG e CE de, respectivamente, 1834,02 kg.ha<sup>-1</sup> e 21,33 mL.g<sup>-1</sup> (Quadro 24), para 1625,62 kg.ha<sup>-1</sup> e 18,77 mL.g<sup>-1</sup> (Quadro 25).

Quadro 25 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto de quatro pais tipo (A x B x C x D), a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em Itaocara, RJ. 2005.

Composto Tipo (A x B x C x D)	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1625,62	18,77
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA x BEIJA-FLOR	1534,29	18,84
BRASKALB x VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR x UNB2U-C2	1531,95	16,11
UNB2U-C1 x ANGELA x BEIJA-FLOR x VIÇOSA-Viçosa	1427,18	16,43
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1340,39	16,65

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

### 4.7.3. Predição de Composto Para os Quatro Ambientes

#### 4.7.3.1. Predição de Composto Biparental

Os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto biparental, obtidos a partir de 10 genitores avaliados em quatro ambientes, encontram-se no Quadro 26.

Pelo Quadro 26 observa-se que o composto formado pelos genitores UNB2U-C1 e ANGELA destacou-se quanto às duas principais características consideradas. A análise das médias fenotípicas corrobora a afinidade destes genitores, vez que os mesmos, em combinação híbrida, apresentaram resultados satisfatórios quanto a PG e CE, para o ambiente de Campos dos Goytacazes e Itaocara (Quadros 6 e 9).

Os valores preditos de 1446,09 kg.ha<sup>-1</sup> e 26,54 mL.g<sup>-1</sup>, referentes a este composto, denotam boas perspectivas quanto a progressos em sucessivos ciclos de seleção.

As combinações 6 (ANGELA) x 10 (VIÇOSA-Viçosa) e 2 (BRASKALB) x 6 (ANGELA), devido aos seus valores de CE próximos a 25,00 mL.g<sup>-1</sup> e PG acima de 1000,00 kg.ha<sup>-1</sup>, também denotam a possibilidade de progressos com a seleção.

Quadro 26 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto biparental provenientes de 10 genitores de milho pipoca avaliados em quatro ambientes.

Composto Biparental	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
UNB2U-C1 x ANGELA	1446,09	26,54
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2	1421,48	19,49
ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1290,15	24,79
PA038-Maringá x VIÇOSA-Viçosa	1274,29	16,04
UNB2U-C1 x BEIJA-FLOR	1262,57	21,10
VIÇOSA-UENF x SE013-Maringá	1248,35	15,16
PA038-Maringá x UNB2U-C2	1245,54	17,72
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa	1169,14	21,12
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR	1152,03	17,55
BRASKALB x UNB2U-C2	1133,04	20,05
BRASKALB x ANGELA	1099,29	24,79
BRANCO-Viçosa x VIÇOSA-Viçosa	1080,85	18,45
BRANCO-Viçosa x SE013-Maringá	1018,04	15,28
BRASKALB x BEIJA-FLOR	908,12	18,24

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

#### 4.7.3.2. Predição de Composto com Três Genitores

O Quadro 27 contém os valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto de três pais tipo (A x B x C), obtidos a partir de 10 genitores avaliados em quatro ambientes. Constatou-se que a formação de composto de três pais do tipo (A x B x C), promoveu uma redução no valor médio predito para as características, quando comparados com os valores médios do composto biparental. Entretanto, o melhor valor para PG e CE, concomitantemente, foi expresso pelo composto UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa. O composto UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA também apresentou o maior valor para CE, com magnitude de  $19,39 \text{ mL.g}^{-1}$ .

Caso o objetivo seja a formação deste tipo de composto, a combinação UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa é a mais indicada para incrementos em produtividade, em virtude de sua maior média ( $1101,35 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), e em capacidade de expansão; por sua vez, considerando-se apenas CE, o composto UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA é o indicado.

Quadro 27 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto de três pais tipo (A x B x C), a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em quatro ambientes.

Composto Tipo (A x B x C)	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	1101,35	19,39
VIÇOSA-UENF x UNB2U-C2 x SE013-Maringá	1064,44	13,56
PA038-Maringá x UNB2U-C2 x VIÇOSA-Viçosa	1062,98	13,57
UNB2U-C1 x ANGELA x BEIJA-FLOR	1058,54	18,57
VIÇOSA-UENF x PA038-Maringá x UNB2U-C2	1042,18	14,02
VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR x UNB2U-C2	1021,63	14,62
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA	1017,01	18,58
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA	1016,52	19,39

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

#### 4.7.3.3. Predição de Composto com Quatro Genitores

No Quadro 28 há as estimativas dos valores médios preditos para produção de grãos e capacidade de expansão em composto formado por quatro pais tipo (A x B x C x D), obtidos a partir de 10 genitores avaliados em quatro ambientes.

Percebe-se que a ampliação no número de genitores, novamente não proporcionou aumento na média das características avaliadas, e que é ratificado pelo composto UNB2U-C1 x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, ter expressado valor para PG e CE, respectivamente, de 1101,35 kg.ha<sup>-1</sup> e 19,39 mL.g<sup>-1</sup>, além do que a introdução do genitor BRANCO-Viçosa, formando o composto UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa (Quadro 28), revelou estimativas de 977,63 kg.ha<sup>-1</sup> e 17,00 mL.g<sup>-1</sup>, respectivamente, para PG e CE.

Os resultados preditos para os diversos compostos quanto a PG e CE neste trabalho, corroboram os obtidos por Freitas Júnior (2005), indicando o composto biparental, formado pelos genitores UNB2U-C1 e ANGELA, como a combinação superiora para os quatro ambientes avaliados.

Quadro 28 – Valores médios preditos para produção de grãos (PG) e capacidade de expansão (CE) em composto de quatro pais tipo (A x B x C x D), a partir de 10 genitores de milho pipoca avaliados em quatro.

Composto Tipo (A x B x C x D)	Valor Predito <sup>1/</sup>	
	PG	CE
VIÇOSA-UENF x PA038-Maringá x UNB2U-C2 x SE013-Maringá	995,89	12,43
UNB2U-C1 x BRANCO-Viçosa x ANGELA x VIÇOSA-Viçosa	977,63	17,00
UNB2U-C1 x BRASKALB x ANGELA x BEIJA-FLOR	939,80	17,00
BRASKALB x VIÇOSA-UENF x BEIJA-FLOR x UNB2U-C2	911,50	14,10

<sup>1/</sup> PG = produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>; e CE = capacidade de expansão dos grãos em mL.g<sup>-1</sup>.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o intuito de aprofundar os conhecimentos visando à detecção de genótipos de interesse delineou-se o presente trabalho, na expectativa de colaborar com informações adicionais para o Programa de Melhoramento de Milho Pipoca da UENF.

Para tanto objetivou-se: a) avaliar a capacidade de combinação de dez populações de milho pipoca (UNB2U-C1, BRASKALB, VIÇOSA-UENF, PA038-Maringá, BRANCO-Viçosa, ANGELA, BEIJA-FLOR, UNB2U-C2, SE013-Maringá e VIÇOSA-Viçosa), por meio de dialelo circulante; b) obter composto genético com ampla variabilidade; e c) averiguar a viabilidade, dentre os cruzamentos avaliados, de obtenção de híbridos comerciais.

As referidas populações genitoras foram utilizadas em sistema de cruzamento dialélico circulante, gerando 15 diferentes combinações híbridas, que foram analisadas juntamente com seus genitores, conforme modelo proposto por Kempthorne e Curnow (1961).

Os cruzamentos dialélicos foram efetuados no Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes – RJ.

O presente trabalho contém os resultados das avaliações de Freitas Júnior (2005) e de dois outros cultivos realizados em ambientes contrastantes no Estado do Rio de Janeiro: Colégio Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes e Estação Experimental da PESAGRO-RIO de Itaocara, respectivamente regiões Norte e Noroeste Fluminense.

Cada ensaio foi constituído por 30 tratamentos que corresponderam aos dez genitores pré-selecionados, quinze híbridos dialélicos e cinco testemunhas, dispostos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, cultivadas em fileiras simples de 10,00 m de comprimento e espaçamento de 1,00 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas.

Foram avaliadas as seguintes características: número de dias para florescimento (FLOR); altura de planta (ALTP); altura de inserção da primeira espiga (ALTE); estande final (NPLANT); número de plantas quebradas (NPQ); número de plantas acamadas (NPA); número de espigas mal empalhadas (EMP); prolificidade (NESP); número de espigas doentes (NESPD); número de espigas atacadas por pragas (NESPP); peso de espigas (PESP); produção de grãos (PG); peso de 100 grãos (P100G); e capacidade de expansão (CE).

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a) Em Campos dos Goytacazes destacaram-se para o melhoramento intrapopulacional de produção de grãos e capacidade de expansão, UNB2U-C1, ANGELA e UNB2U-C2;
- b) Destacaram-se, para capacidade específica de combinação, em Campos dos Goytacazes, os híbridos UNB2U-C1 x ANGELA e BRASKALB x ANGELA;
- c) Os genitores ANGELA, UNB2U-C1, UNB2U-C2 e VIÇOSA-Viçosa foram os indicados para melhoramento intrapopulacional, em Itaocara;
- d) Os híbridos superiores para Itaocara foram UNB2U-C1 x ANGELA, BRASKALB x ANGELA e ANGELA x VIÇOSA-Viçosa, o segundo, sobretudo quanto ao potencial para ganhos na capacidade de expansão e os demais, tanto para capacidade de expansão quanto para produção de grãos;
- e) Ampliar a gama de ambientes favoreceu a identificação de variabilidade entre os materiais genéticos estudados;
- f) Houve superioridade dos efeitos genéticos aditivos para as características NESPP, P100G, ALTE, FLOR, CE NPQ, NPLANT e EMP; para NESP, NESPD, PESP, PG, ALTP e NPA, houve superioridade dos efeitos genéticos não aditivos;

- g) O híbrido UNB2U-C1 x ANGELA e o composto biparental formado por estes genitores apresentam-se como promissores para o Norte e Noroeste Fluminense; e
- h) Os compostos com três e quatro genitores apresentaram baixos valores preditos, não sendo, portanto, recomendados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, D.E.; Creech, R.G. (1977) Breeding special industrial and nutritional types. *In* Sprague, G.F.; Fuccillo, D.A. *Corn and corn improvement*. Madison, American Society of Agronomy, p.363-386.
- Aguiar, A.M.; Carlini-Garcia, L.A.; Silva, A.R. da.; Santos, M.F.; Garcia, A.A.F.; Souza Júnior, C.L. (2003) Capacidade de combinação de linhagens endogâmicas de milho e estabilidade de seus respectivos híbridos. *Scientia Agricola*, 60 (1):83-89.
- Amaral, A.M.; Muniz, J.A.; Souza, M. (1997) Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32 (12):1221-1225.
- Andrade, R.A. (1996) *Cruzamentos dialélicos entre seis variedades de milho pipoca*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 79p.
- Arnhold, E. (2004) *Ganhos genéticos devidos à seleção entre e dentro de famílias S<sub>4</sub> de milho pipoca, em programa e produção de linhagens*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Viçosa - MG, UFV, 80p.
- Beadle, G.W. (1939) Teosinte and the origin of maize. *J. Hered*, 30:235-247.
- Bennetzen, J.; Buckler, E.; Chandler, V.; Doebley, J.; Dorweiler, J. (2001) Genetic evidence and the origin of maize. *Latin. Am. Antiq.*, 12:84-86.
- Borém, A. (2001) *Melhoramento de plantas*. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 500p.

- Brasil (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Sanitária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, 365p.
- Brugnera, A.; Von Pinho, R.G.; Pacheco, C.A.P.; Alvarez, C.G. D. (2003) Resposta de cultivares de milho pipoca a doses de adubação de semeadura. *Revista Ceres*, Viçosa, 50 (290):417-429.
- Brunson, A.M. (1937). Popcorn breeding. *Yearbook Agricultural*. 1:395-404.
- Carpentieri-Pípolo, V.; Takahashi, H.W.; Endo, R.M.; Petek, M.R.; Seifert, A.L. (2002) Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20 (4):551-554.
- CIDE (2005) Regiões do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.cide.rj.gov.br/cidinho/pages/regioes.asp> Acesso em 25 Out. 2005.
- Coimbra, R.C.; Miranda, G.V.; Viana, J.M.S.; CRUZ, C.D. (2001) Correlações entre características na população de milho pipoca DFT1-Ribeirão. *Revista Ceres*, Viçosa, 48 (278):427-435.
- Comstock, R.E.; Robinson, H.F. (1948) The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*, 4:254-266.
- Cruz, C.D. (2001) *Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Editora UFV, 648p.
- Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Editora UFV, v.2, 585 p.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, v.1, 480 p.
- Cruz, J.C.; Pereira Filho, I.A.; Gama, E.E.G.; Pereira, F.T.F.; Corrêa, L.A. (2000) O milho que o Brasil planta. *Cultivar*, 19, Agosto.
- Cruz, J.C.; Pereira Filho, I.A. (2005) *Cultivares de milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2005/2006*. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php> Acesso em 25 maio 2006.

- Dantas, A.C.V.L. (1988) *Cruzamento dialélico parcial circulante para avaliação de linhagens de milho (Zea mays L.) e predição de híbridos*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo – USP, 152p.
- Daros, M. (2003) *Melhoramento de milho pipoca: Seleção recorrente em famílias de irmãos completos e progênies S<sub>1</sub>*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 91p.
- Daros, M.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, M.G. (2002) Genetic gain for grain yield and popping expansion in full-sib recurrent selection in popcorn. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 2 (3):339-344.
- Daros, M.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, M.G.; Santos, F.S.; Scapim, C.A.; Freitas Júnior, S.de.P.; Daher, R.F.; Ávila, M.R. (2004) Correlações entre características agronômicas em dois ciclos de seleção recorrente em milho pipoca. *Ciência Rural*, Santa Maria, 34 (5):1389-1394.
- Fancelli, A.L.; Dourado Neto, D. (2004) *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 360 p.
- Ferreira, F. M.; Ribeiro Júnior, J. I.; Pacheco, C. A. P.; Silva, C. H. O.; Cruz, C. D. (2004) Efficiency of circulant diallels as compared to complete diallels for the estimation of combining ability. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 4:145-151.
- Ferrão, R.G.; Silva, J.C.; Cruz, C.D. (1985) Avaliação da capacidade combinatória de oito linhagens de milho em um sistema dialélico desbalanceado. *Revista Ceres*, Viçosa, 32 (182):283-292.
- Fontes, P.S.F. (2001) *Adubação nitrogenada e avaliação de cultivares de banana (Musa spp) no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 64p.
- Fornasier Filho, D., Coutinho, E.L.M.; Vieira, W.M.; Lemos, L.B. (1994) Resposta do milho pipoca (*Zea mays* L.) à adubação com fósforo e com zinco. *Científica*, São Paulo, 22 (2):205-215.

- Freitas Júnior, S.de.P. (2005) *Capacidade de combinação em milho pipoca (Zea mays L.), por meio de diallelo circulante*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 117p.
- Galinat, W.C. (1977) The origin of corn. *In: Sprague, G.F. (Ed) Corn and corn improvement*. New York: Academic Press, p.1-48.
- Galvão, J.C.C.; Sawazaki, E.; Miranda, G.V. (2000) Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais. *Revista Ceres, Viçosa*, 47 (270):201-218.
- Gama, E.E.G. (1997) Melhoramento de milhos especiais. *In: Simpósio Sobre Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas*, Lavras - MG: Universidade Federal de Lavra - UFLA, p.251-254.
- Gardner, C.O.; Eberhart, S. A. (1966) Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, 22:439-52.
- Gilbert, N. (1958) Diallel cross in plant breeding. *Heredity*, 12:477-92.
- Goodman, M.M.; Smith, J.S.C. (1987) Botânica. *In: Paterniani, E.; Viegas, G.P. (eds.) Melhoramento e produção de milho*. Campinas: Fundação Cargill, 1:41-78.
- Gomes, F.P. (1990) *Curso de estatística experimental*. 13. ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 468p.
- Gonçalves, P.de.S. (1987) *Esquema circulante de cruzamentos para avaliação de linhagens de milho (Zea mays L.) ao nível interpopulacional*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba - SP, ESALQ/USP. 140p.
- Griffing, B. (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Australian Journal of Biological Science*, 9:462-93.
- Guadagnin, J.P. (1996) *Milho pipoca*. Porto Alegre: FEPAGRO, 9, 11p.
- Hallauer, A.R.; Miranda Filho, J.B. (1981) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 468p.
- Hayman, B.I. (1954) The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39:789-809.

- IBGE (1996) *Número de estabelecimentos, área e valor bruto da produção; Categorias familiares por tipo de renda e patronal. Censo Agropecuário (1995/96)*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 04 Jan. 2006.
- IBGE (2005) *Em novembro, IBGE estima safra de 2005 112,539 milhões de toneladas. Comunicação Social*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 15 Dez. 2005.
- Judice, M.G. (2000) *Avaliação do coeficiente de variação em experimentos zootécnicos*. Tese (Mestrado em Agronomia) - Lavras - MG, UFLA, 40p.
- Judice, M.G.; Muniz, J.A.; Carvalheiro, R. (1999) Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. *Ciência e Agrotecnologia*, 23 (1):170-173.
- Judice, M.G.; Muniz, J.A.; Aquino, L.G.; Bearzotti, E. (2002) Avaliação da precisão experimental em ensaios com bovinos de corte. *Ciência e Agrotecnologia*, 26 (5):1035-1040.
- Kempthorne, O.; Curnow, R.N. (1961) The partial diallel cross. *Biometrics*, 17:229-250.
- Lima, M.; Zinsly, J.R.; Vencovsky, R.; Melo, M.R. (1971) Resultados parciais de um programa de melhoramento de milho (*Zea mays* L.) visando ao aumento da produtividade, caracteres agronômicos e capacidade de expansão. In: *Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética*, ESALQ, 5:84-93.
- Linares, E. (1987) *Seleção recorrente recíproca em famílias de meio-irmãos em milho pipoca (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba - SP, ESALQ, 78p.
- Lira, M.A. (1983) *Seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos para produção e capacidade de expansão e correlações entre alguns caracteres em milho pipoca (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Lavras - MG, UFLA, 62p.
- Lubatti, M.R.da.S. (2000) *Vendedor ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo*. Disponível em <http://jangadabrasil.com.br/janeiro17/of170106.htm> Acesso em 20 Out. 2005.

- Machado, P.F. (1997) *Efeitos das condições de colheita e secagem sobre a capacidade de expansão de milho pipoca*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Viçosa - MG, UFV, 41p.
- Mangelsdorf, P.C., Galinat, W.C. (1964) Domestication of corn. *Science*, 143:538-545.
- Mangelsdorf, P.C. (1974) *Corn its origin, evolution and improvment*. Cambridge: Harvard University Press, 262p.
- Miranda, G. V.; Coimbra, R. R.; Godoy, C. L.; Souza, L. V.; Guimarães, L. J. M.; Melo, A. V. de. (2003) Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38 (6):681-688.
- Nascimento, W. M.; Boiteux, L. S. (1994) Influência do grau de umidade do grão na capacidade de expansão de milho pipoca. *Horticultura Brasileira*, 12 (2):179-180.
- Nunes, H.V.; Miranda, G.V.; Souza, L.V.de; Galvão, J.C.C.; Coimbra, R.R.; Melo, A.V. de. (2003) Comportamento de cultivares de milho pipoca em diferentes épocas de semeadura. *Revista Ceres*, Viçosa, 50 (290):445-460.
- Oliveira, V.de.P.S. (1996) *Avaliação do sistema de irrigação por sulco da Fazenda do Alto em Campos dos Goytacazes - RJ*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 94p.
- Ometto, J.C. (1981) *Bioclimatologia tropical*. São Paulo: Agronômica Ceres, p.390-398.
- Pacheco, C.A.P.; Gama, E.P.; Guimarães, P.E.O.; Santos, M.X.; Ferreira, A.S. (1998) Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33 (12):1995-2001.
- Pacheco, C.A P.; Gama, E.E.G.; Parentoni, S.N.; Santos, M.S.; Lopes, M.A.; Ferreira, A.S.; Fernandes, F.T.; Guimarães, P.E.O.; Correa, L.A.; Meirelles, W.F.; Feldman, R.O.; Magnavaca, R. (2000) *BRS ANGELA: Variedade de milho pipoca*. Comunicado Técnico, EMBRAPA/CNPMS, p.1-6.
- Paterniani, E.; Campos, M.S. (1999) Melhoramento de milho. *In: Borém, A. (ed.) Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: Editora UFV, p.429-485.

- Pereira, M.G.; Amaral Júnior, A.T. (2001) Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 1 (1):3-10.
- Pissaia, A.; Possamai, J. C.; Daros, E. (1996) Efeito de doses de nitrogênio, aplicado em cobertura sobre o rendimento de grãos em uma variedade de milho pipoca (*Zea mays* L.). *Revista do Setor de Ciências Agrárias*, Curitiba, 15 (2):223-227.
- Robbins, W.A.; Ashman, R.B. (1984) Parent-offspring popping expansion correlation in progeny of dent x popcorn crosses. *Crop Science*, 24:119-121.
- Robinson, H. F.; Comstock, R.D.; Harvey, P. H. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. (1949) *Agron. J.*, 41:353-9.
- Russell, W. A. & Eberhart, S. A. (1973) Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent selection and testcross selection programs. *Crop Science*, 13:257-61.
- Rust, W.F.; Leyden, B.W.; Hastorf, C.A. (1994) Evidence of maize use at early and middle preclassic La Venta Olmec sites. *In: Johanssen, S. Corn and culture in the prehistoric New World*. Boulder: Westview Press, p.181-201.
- Santos, F. S. (2005) *Seleção Recorrente entre famílias de meios-irmãos da população UNB-2U de milho pipoca (Zea mays L.)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 97p.
- Santos, F.S.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, M.G.; Scapim, C.A.; Freitas Júnior, S. de. P.; Rangel, R.M. (2006) Genetic gain prediction of the third recurrent selection cycle in a popcorn population. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. (No prelo).
- Sawazaki, E. (1995) *Melhoramento do milho pipoca*. Instituto Agrônomo, Campinas, 21p.
- Sawazaki, E.; Morais, J.F.; Lago, A. A. (1986) Influência do tamanho e da umidade do grão na expansão da pipoca South American Mushroom. *Bragantia*, 45 (2):363-370.

- Sawazaki, E.; Paterniani, M.E.A.G.Z.; Castro, J.L.de; Gallo, P.B.; Galvão, J.C.C.; Saes, L.A. (2000) Potencial de linhagens de populações locais de milho pipoca para síntese de híbridos. *Bragantia*, 59 (2): 143-151.
- Sawazaki, E. (2001) A cultura do milho pipoca no Brasil. *O Agrônomo*, Campinas, 53 (2):11-13.
- Sawazaki, E.; Fantin, G. M.; Dudienas, C.; Castro, G. de. (2003) Resistência de genótipos de milho pipoca a doenças. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 78 (1):149-164.
- Scapim, C.A.; Carvalho, C.G.P. de; Cruz, C.D. (1995) Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 30 (5):683-686.
- Scapim, C.A.; Pacheco, C. A. P.; Tonet, A.; Braccini, A. L.; Pinto, R. J. B. (2002) Análise dialéctica e heterose de populações de milho pipoca. *Bragantia*, Campinas, 61(3):219-230.
- Silva, W.J. da; Vidal, B.C.; Martins, M.E.Q.; Vargas, H.; Pereira, A.C.; Zerbetto, M.; Miranda, L.C.M.(1993) What makes popcorn pop. *Nature*, 362:417.
- Simon, G.A.; Scapim, C.A.; Pacheco, C.A.P.; Pinto, R.J.B.; Braccini, A.L.; Tonet, A. (2004) Depressão por endogamia em populações de milho pipoca. *Bragantia*, Campinas, 63 (1):55-62.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. (1980) *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill Book Company, 633p.
- Veiga, R.D.; Ferreira D. F.; Ramalho M. A. P. (2000) Eficiência dos dialelos circulantes na escolha de genitores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (7):1395-1406.
- Vendruscolo, E.C.G.; Scapim, C.A.; Pacheco, C.A.P.; Oliveira, V.R.; Braccini, A. de L.; Gonçalves-Vidigal, M.C. (2001) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho pipoca na região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36 (1):123-130.
- Vencovsky, R. (1970) *Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades*. Tese (Livre Docência) - Piracicaba - SP, ESALQ, 59p.

- Vilela, F. O. (2004) *Impacto da seleção recorrente na variabilidade genética da população UNB-2U de milho pipoca (Zea mays L.) por meio de marcadores RAPD*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 94p.
- Weatherwax, P. (1922) The popping of corn. *Ind. Acad. Sci. Proc.*, 1921:149-153.
- Yorinori, N. A.; Sada, S. Y.; Pissaia, A. (1996) Efeito da profundidade de semeadura e do envelhecimento precoce de sementes de milho pipoca (*Zea mays* L.) sobre a emergência e vigor de plantas. *Revista do Setor de Ciências Agrárias*, Curitiba, 15 (2):173-178.
- Ziegler, K.E.; Ashman, B. (1994) Popcorn. In: Hallauer, A. (ed). *Specialty corns*. Iowa: CRC Press, p.189-223.
- Zinsly, J.R.; Machado, J.A. (1987) Milho pipoca. In: Paterniani, E.; Viegas, G.P. (eds). *Melhoramento e produção do milho*. Campinas, Fundação Cargill, p.413-421.