

Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil

New composites of popcorn to Brazil

Carlos Alberto Scapim^{1*}; Antônio Teixeira do Amaral Júnior²;
Rafael Augusto Vieira³; Lia Mara Moterle⁴; Leandra Regina Texeira⁴;
Joselaine Viganó⁵; Gilberto Barbosa Sandoval Júnior⁶

Resumo

Apesar dos avanços, o número de variedades e híbridos comerciais de linhagens de milho-pipoca é reduzido. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar novos compostos desenvolvidos no Brasil e indicar os de maior potencial genético para iniciar um trabalho de melhoramento intrapopulacional. A pesquisa foi desenvolvida no ano agrícola 2005/2006. Os tratamentos constaram de 21 genótipos (híbridos de linhagens, compostos e sintéticos) cultivados em dois municípios, Umuarama e Cidade Gaúcha, ambos no Noroeste do Estado do Paraná. As características avaliadas por meio de análises de variância individuais e conjunta foram rendimento de grãos (RG) e capacidade de expansão (CE). Os compostos UEM 5, UEM 6 e UEM 7 expressaram alta qualidade da pipoca (CE), com valores semelhantes às testemunhas em ambos os locais. O rendimento dos genótipos foi mais instável do que a capacidade de expansão entre os locais avaliados. Os compostos UEM 5, UEM 6 e UEM 7 revelaram potencial satisfatório tanto para CE quanto para RG quando avaliados em Umuarama, PR.

Palavras-chave: *Zea mays*, rendimento de grãos, capacidade de expansão

Abstract

Although advances are obtained, the number of varieties and hybrids from inbred lines of popcorn are reduced. The objective of this work was to evaluate new composites developed in Brazil and to indicate those which present better potential to initiate an intrapopulation breeding program. Trials were carried out during 2005/2006 cropping season. Treatments included 21 genotypes (hybrid from inbred lines, composites and synthetic) cultivated in two locations (Umuarama and Cidade Gaúcha), both located in Northwest of Paraná State. Grain yield (GY) and popping expansion (PE) were evaluated by individual and joint analyses of variance. Composites UEM 5, UEM 6 and UEM 7 obtained the highest quality of the PE, with similar values to the check treatments in both locations. GY of genotypes ranged more than popping expansion over locations. Composites UEM 5, UEM 6 and UEM 7 revealed satisfactory potential both PE and GY when evaluated in Umuarama, Paraná State, Brazil.

Key words: *Zea mays*, composites, grain yield, popping expansion

¹ Eng. Agr., Prof. Dr, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR. E-mail: cascapim@uem.br.

² Eng. Agr., Prof. Dr, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, SP. E-mail: amaraljr@uenf.br

³ Eng. Agr., Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: rfavieira@msn.com

⁴ Eng. Agr., Doutor em Agronomia. E-mail: lmoterle@hotmail.com, leandra_texeira@yahoo.com.br

⁵ Bióloga, M. Sc. em Genética e Melhoramento, Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: josyvigano@yahoo.com.br

⁶ Eng. Agr. E-mail: gbs_jr@hotmail.com

* Autor para correspondência

Introdução

Na safra agrícola de 2008/09, 302 cultivares de milho estiveram disponibilizadas para comercialização, sendo doze de milhos especiais (sete cultivares de milho-pipoca, duas de milho doce, uma de milho ceroso e duas para utilização de canjica). Quarenta e seis cultivares foram lançadas, substituindo 22 que deixaram de ser comercializadas; demonstrando assim a dinâmica dos programas de melhoramento, a confiança do setor na evolução da cultura e a importância do uso de semente no aumento da produtividade (CRUZ; PEREIRA-FILHO, 2008). As sete cultivares de milho-pipoca são: Zélia (híbrido triplo), Jade (híbrido triplo), IAC 112 (híbrido simples modificado), IAC 125 (híbrido triplo), BRS Angela (variedade), RS-20 (variedade) e UFVM2-Barão-Viçosa (variedade). Verificasse, portanto, que apesar dos avanços o número de variedades e híbridos de linhagens comerciais de milho-pipoca, é reduzido em relação à crescente demanda pelo produto (VENDRUSCOLO et al., 2001; MATTA; VIANA, 2001; ANDRADE et al., 2002; DAROS et al., 2004; FREITAS JÚNIOR et al., 2006; SCAPIM et al., 2006; RANGEL et al., 2007; RANGEL et al., 2008; SANTOS et al., 2008; VIEIRA et al., 2009).

Na Região Noroeste do Paraná existem empacotadoras que comprariam o produto se os agricultores comessem a semear em larga escala (PINTO et al., 2007). No entanto, é muito difícil conseguir sementes disponíveis no mercado para o ano agrícola.

Contrastando com o milho comum, o número de cultivares do milho-pipoca disponível no mercado brasileiro é pequeno, fazendo com que o melhoramento intrapopulacional seja opção de desenvolvimento de novas variedades para uso *per se*, além de permitir a estimação de parâmetros genéticos e componentes de variâncias, praticamente inexistentes na literatura sobre essa cultura; também, pode facilitar os futuros trabalhos de extração de linhagens endogâmicas decorrentes

do incremento que a seleção recorrente provoca nas frequências dos alelos favoráveis (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988; PEREIRA; AMARAL JÚNIOR, 2001; VILARINHO et al., 2003; VIANA et al., 2007).

Antes de iniciar o melhoramento intrapopulacional é fundamental saber quais os genótipos que serão trabalhados geneticamente. A formação de compostos de alta variabilidade e potencial pode indicar o sucesso do melhoramento com os métodos de melhoramento intrapopulacionais consagrados.

Trabalhando com a população UNB-2U, de milho-pipoca, Pereira e Amaral Júnior (2001), por meio do Delineamento I, constataram que, em ordem, os maiores ganhos seriam possíveis com a aplicação das metodologias intrapopulacionais de seleção entre famílias S_1 , bem como entre famílias de irmãos completos, entre famílias de meios-irmãos e de seleção entre famílias por seleção massal estratificada.

A capacidade de expansão, produtividade e tolerância às doenças têm sido consideradas as características de maior importância no melhoramento do milho-pipoca. Avaliar corretamente os genótipos para essas características é de fundamental importância. A ampla variabilidade genética verificada em muitas populações (MIRANDA et al., 2007) conduz à hipótese de que há possibilidade de seleção de material com alta capacidade de expansão, produtividade elevada e resistência às doenças (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2003).

Por conseguinte, o objetivo deste trabalho foi avaliar e identificar novos compostos desenvolvidos no Brasil, bem como indicar os de maior potencialidade genética para iniciar trabalhos de melhoramento intrapopulacional.

Material e Métodos

A avaliação dos genótipos (híbridos de linhagens, compostos e sintéticos) foi realizada em experimentos instalados nos municípios de

Umuarama (Fazenda Experimental de Umuarama, na UEM, PR) e Cidade Gaúcha (Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, *Campus* do Arenito), ambos os municípios situados na região Noroeste do Estado do Paraná. Essa região apresenta clima mesotérmico úmido, com chuvas de verão e de outono, e verão quente (GODOY; CORREA; SANTOS, 1976). O Latossolo Vermelho Distrófico representa a unidade de solo predominante nas áreas experimentais (EMBRAPA, 1999).

O município de Umuarama situa-se a 403 metros de altitude, entre a latitude 23° 47' Sul e Longitude 53° 14' Oeste. O município de Cidade Gaúcha situa-

se a 550 metros de altitude, entre a latitude 23° 22' Sul e longitude 52° 56' Oeste (IAPAR, 1987).

Ambos os experimentos foram instalados em blocos completos com os tratamentos ao acaso com três repetições, durante o ano agrícola 2005/2006. Os genótipos avaliados estão descritos na (Tabela 1). É muito importante ressaltar que os compostos da UEM são medianamente tolerantes à mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) e ferrugem polissora (*Puccinia polysora*).

Tabela 1. Caracterização dos genótipos avaliados em dois locais do Noroeste do Paraná no ano agrícola 2005/2006.

Genótipos	Tipo	Origem	Genealogia	Cor dos grãos
IAC 112	Híbrido simples modificado	IAC	Guarani e IAC 64	Amarelos
Zélia original	Híbrido triplo	Pioneer	Desconhecida	Amarelos
BRS Ângela	Variedade	EMBRAPA	CMS-43	Branco
IAC 125	Híbrido simples	IAC	Desconhecida	Amarelos
IAC 1283	Híbrido simples	IAC	Desconhecida	Amarelos
SC 002	Variedade	UEL	Geração avançada de híbridos americanos	Branco
Viçosa	Variedade	UFV	Desconhecida	Amarelos
Beija Flor	Variedade	UFV	Desconhecida	Amarelos
PR 038	Variedade	UEL	Geração avançada de híbridos americanos	Branco
PR 079	Variedade	UEL	Geração avançada de híbridos americanos	Branco
RR 046	Variedade	UEL	Geração avançada de híbridos americanos	Branco
SC 016	Variedade	UEL	Geração avançada de híbridos americanos	Branco
PR 017	Variedade	UEL	Geração avançada de híbridos americanos	Branco
UNB 2	Variedade	UNB	Originou-se do Composto Indígena da ESALQ-USP	Amarelos
UEM 1	Composto	UEM	Formado a partir de cruzamentos entre populações locais e híbridos norte-americanos	Amarelos
UEM 2	Sintético	UEM	Formado a partir de linhagens S ₅ de alta capacidade geral de combinação do híbrido triplo Zélia	Amarelos
UEM 3	Composto	UEM	Cruzamento entre IAC 112, Zélia e Ângela e posterior recombinação	Amarelos
UEM 4	Composto	UEM	Composto originado de oito populações de grãos brancos	Branco
UEM 5	Composto	UEM	Originado de gerações avançadas de híbridos americanos e o IAC 112	Amarelos
UEM 6	Composto	UEM	Originado de gerações avançadas de híbridos americanos e a variedade Angela	Branco
UEM 7	Composto	UEM	Originado de gerações avançadas de híbridos americanos, o IAC 112 e Zélia	Amarelos

Cada parcela foi representada por duas fileiras de 5,00 m de comprimento, com espaçamento de 0,90 m entre fileiras. A semeadura foi realizada em covas espaçadas a 0,20 m, semeando-se duas sementes por cova e deixando-se apenas uma plântula após o desbaste. O desbaste foi realizado entre 20 e 25 dias após a emergência das plântulas. A adubação de base foi realizada com a aplicação de 400,00 kg ha⁻¹ do adubo formulado 4-14-8 + Zn, sendo aplicada uma dosagem de 150,00 kg ha⁻¹ de uréia em adubação de cobertura 30 dias após a emergência. Os tratamentos culturais aplicados seguiram as práticas comumente adotadas na cultura, em ambos os experimentos.

Por ocasião da colheita, o rendimento de grãos foi avaliado mediante a pesagem da massa de grãos debulhados de cada parcela, seguida pela conversão do rendimento a kg ha⁻¹ e ajuste da massa para a umidade padrão de 13%, com correção de estande para um padrão de 50 plantas por parcela mediante a técnica de análise de covariância indicada por Vencovsky e Barriga (1992).

A capacidade de expansão foi mensurada em laboratório pelo cálculo da razão entre o volume da pipoca expandida e a massa de grãos crus. Foram tomados os dados obtidos de duas amostras de 30 g de grãos por parcela. Cada amostra foi estourada em uma pipoqueira elétrica com controle automático de temperatura, desenvolvida pelo Centro Nacional de Instrumentação Agrícola da EMBRAPA. A umidade do estouro foi de 13%. As amostras foram submetidas a uma temperatura constante de 280 °C por um período de dois minutos. O volume de pipoca expandida foi medido em proveta graduada de 2.000 mL.

Os dados de rendimento de grãos e de capacidade de expansão foram submetidos às análises de variância individuais e conjunta (CRUZ; CARNEIRO, 2003). As médias foram comparadas

pelo teste de agrupamento de médias proposto por Scott e Knott (1974), considerando um nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

Uma vez que o teste F máximo não revelou, a 5% de probabilidade, heterogeneidade entre os quadrados médios do resíduo das análises individuais para capacidade de expansão (CE) e rendimento de grãos (RG) foi possível a realização das análises de variância conjunta.

Pela análise de variância conjunta, observou-se que houve diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade, para os efeitos principais genótipos e locais, bem como para a interação genótipos *versus* locais (Tabela 2). A média de RG (2.443,00 kg ha⁻¹) dos 21 genótipos em Umuarama foi superior do que Cidade Gaúcha (1.813,00 kg ha⁻¹). A explicação mais plausível foi o déficit hídrico na fase de florescimento que prejudicou o rendimento médio dos genótipos em Cidade Gaúcha. Os resultados indicam que, de maneira geral, os genótipos comportam-se diferencialmente frente aos dois locais, justificando o estudo do comportamento dos genótipos em cada local.

Para CE, o coeficiente de variação foi de 16,6%, enquanto que para RG o valor obtido foi de 31,23% (Tabela 2). Os valores referentes ao CV encontrados nesse trabalho estão acima dos observados por Galvão, Sawazaki e Miranda (2000), os quais obtiveram para CE, 1,86% e RG, 12,86%. Sawazaki et al. (2000) testando o potencial de linhagens, também observaram baixos valores de CE. Por outro lado, o valor de CV para CE obtido nesse trabalho foi inferior ao observado por Carpentieri-Pípolo, Silva e Seifert (2002), os quais encontraram CV de 21,11% trabalhando também com milho-pipoca.

Tabela 2. Análise de variância conjunta para capacidade de expansão (mL g^{-1}) e rendimento (kg ha^{-1}), proveniente de experimentos com 21 genótipos de milho-pipoca em dois locais, na safra de 2005/2006.

Fonte de variação	GL	QM	
		Capacidade de expansão (mL g^{-1})	Rendimento de grãos (kg ha^{-1})
Genótipos (G)	20	209,00*	5.052.976,98*
Locais (L)	1	44,98 ^{ns}	16.655.313,14*
Blocos/Locais (B/L)	6	6,23	1.218.917,00
G x L	20	37,91*	1.159.976,76*
Resíduo	120	18,33	441.694,11
CV (%)		16,66	31,23
Média geral		25,70	2.128

* significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não-significativo a 5% de probabilidade.

Em relação ao CV para rendimento de grãos (31,23%), provavelmente, o valor encontrado se deve a alta variabilidade existente nos materiais avaliados, mas sobretudo por se tratar de característica quantitativa, por conseguinte, mais sensível aos efeitos ambientais (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995).

Os resultados médios dos 21 genótipos avaliados, quanto à CE e RG em Umuarama e Cidade Gaúcha (Tabela 3) revelaram que os efeitos entre os genótipos em um mesmo local e em locais diferentes foram significativos ($P < 0,05$) pelo teste de médias e teste F para as características avaliadas. Esses resultados indicam a existência de variabilidade entre os genótipos estudados, de fundamental importância para a aplicação da seleção.

Tabela 3. Valores médios da capacidade de expansão (mL g^{-1}) e rendimento de grãos (kg ha^{-1}), proveniente de experimentos com 21 genótipos de milho-pipoca em dois locais, na safra de 2005/2006.

Genótipos	Capacidade de expansão (mL g^{-1})		Rendimento de grãos (kg ha^{-1})	
	Umuarama	Cidade Gaúcha	Umuarama	Cidade Gaúcha
IAC 112	28,95 aA	34,08 aA	2.632,00 cA	2.338,00 bA
Zélia original	34,29 aA	30,37 aA	1.866,00 cA	2.376,00 bA
BRS Angela	26,41 aA	31,00 aA	1.356,00 dA	2.047,00 bA
IAC 125	33,87 aA	33,29 aA	4.868,00 aA	2.962,00 aB
IAC 1283	32,29 aA	34,46 aA	2.850,00 bA	3.539,00 aA
SC 002	25,12 bA	19,87 bA	1.700,00 cA	2.117,00 bA
Viçosa	25,54 bA	27,37 aA	2.350,00 cA	922,00 dB
Beija-flor	24,37 bA	19,96 bB	2.403,00 cA	1.345,00 cB
PR 038	16,21 cB	23,45 bA	1.916,00 cA	892,00 dB
PR 079	16,83 cB	23,54 bA	2.341,00 cA	1.680,00 cA
RR 046	12,25 cB	22,04 bA	883,00 dA	967,00 dA
SC 016	22,16 bA	22,91 bA	1.191,00 dA	631,00 dA
PR 017	21,20 bA	21,66 bA	2.170,00 cA	488,00 dB
UNB 2	24,54 bA	19,91 bA	4.012,00 aA	2.580,00 bB
UEM 1	19,37 cA	23,54 bA	2.339,00 cA	1.728,00 cA
UEM 2	30,87 aA	25,12 bA	1.942,00 cA	1.577,00 cA
UEM 3	22,79 bA	22,95 bA	3.022,00 bA	1.953,00 bB
UEM 4	23,50 bA	20,99 bA	1.998,00 cA	858,00 dB
UEM 5	29,87 aA	31,71 aA	3.502,00 bA	2.667,00 bB
UEM 6	30,33 aA	32,50 aA	2.926,00 bA	1.898,00 bB
UEM 7	28,16 aA	29,95 aA	3.030,00 bA	2.667,00 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott ($P > 0,05$). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste F ($P > 0,05$).

Em relação a variável CE, os compostos UEM 2 (30,87 mL g⁻¹), UEM 5 (29,87 mL g⁻¹), UEM 6 (30,33 mL g⁻¹) e UEM 7 (28,16 mL g⁻¹) contiveram os maiores índices em Umuarama, não diferindo significativamente das testemunhas IAC 112 (28,95 mL g⁻¹), Zélia Original (34,29 mL g⁻¹), BRS Angela (26,41 mL g⁻¹), IAC 125 (33,87 mL g⁻¹) e IAC 1283 (32,29 mL g⁻¹). Esses novos compostos apresentam em sua constituição todos os genótipos comerciais supracitados e a incorporação de outros materiais de alta capacidade de expansão na sua formação é um forte indício da perspectiva de sucesso em relação aos ganhos de seleção para essa característica com os avanços das gerações no melhoramento intrapopulacional. Em Cidade Gaúcha os compostos UEM 5 (31,71 mL g⁻¹), UEM 6 (32,50 mL g⁻¹) e UEM 7 (29,95 mL g⁻¹), tiveram comportamento semelhante às testemunhas supracitadas além do genótipo Viçosa (27,37 mL g⁻¹). Nesse sentido, os compostos superiores para a referida variável, podem ser úteis em programas de melhoramento, vez que tendem a alcançar ou até superar os mesmos níveis de qualidade que os materiais comerciais.

Segundo Nunes et al. (2002), a capacidade de expansão é característica extremamente importante na cultura do milho-pipoca, uma vez que, quanto maior for a CE da cultivar, maior será a qualidade da pipoca; uma vez que, melhora-se maciez e textura (SIMON et al., 2004). Nesse aspecto, para que o milho-pipoca possua valor comercial a CE deve ser igual ou superior a 30,00 mL g⁻¹.

Os valores de CE dos compostos que se destacaram nesse estudo (28,16 a 32,50 mL g⁻¹) estão acima dos encontrados por Sawazaki et al. (1986), os quais observaram média de 17,50 mL g⁻¹. Em ensaio realizado em Campinas, SP, a CE variou de 18,40 a 28,80 mL g⁻¹ na cultivar RS-20 (FANTIN; SAWAZAKI; BARROS, 1991). Por sua vez, Merlo, Fornasieri Filho e Lam-Sánchez (1988) avaliando híbridos importados e nacionais verificaram valores de CE de 12,40 a 21,80 mL g⁻¹. Em contrapartida, os resultados aqui encontrados foram semelhantes aos obtidos por Galvão, Sawazaki e Miranda (2000)

e Sawazaki et al. (2000), os quais verificaram bons resultados de CE em São Paulo e Minas Gerais.

Na avaliação de dialelo circulante para identificação de compostos a serem utilizados em programa de seleção recorrente intrapopulacional, Rangel et al. (2007) constataram que o melhor composto foi constituído pela reunião das populações UNB-2UC1 x BRS Angela com valores de capacidade de expansão (CE) e rendimento de grãos (RG) de 26,54 mL g⁻¹ e 1.446,09 kg ha⁻¹, respectivamente.

Ainda em relação à CE, verifica-se por meio da Tabela 3 que a maioria dos genótipos não revelou diferenças significativas ($P>0,05$) quando avaliados em locais diferentes, no caso, Umuarama e Cidade Gaúcha. Para Ruffato et al. (2000) a CE do milho-pipoca pode ser de origem genética e não-genética, como as condições de desenvolvimento em campo, de colheita e do pré-processamento. Porém, nesta situação, os valores obtidos demonstram que a característica CE não sofreu interferência frente às condições ambientais. Provavelmente, este comportamento seja de origem genética e, desta forma, inerente a cada genótipo.

Em relação a variável RG (Tabela 3), verifica-se que os genótipos testados indicaram ampla variabilidade, com rendimentos de 4.012,00 kg ha⁻¹ a 883,00 kg ha⁻¹, em Umuarama. Observa-se ainda que IAC 125 (testemunha) e UNB 2 apresentaram RG médios maiores em relação aos demais, ao passo que nos genótipos avaliados em Cidade Gaúcha, os valores de RG variaram de 3.539,00 a 631,00 kg ha⁻¹.

Ao se comparar o rendimento dos genótipos entre os locais, observaram-se diferenças significativas. Por meio da Tabela 3, constata-se que as magnitudes de RG para os genótipos avaliados em Umuarama foram superiores àquelas expressas na Cidade Gaúcha. Cumpre destacar que não houve diferenças significativas para os genótipos IAC 112, Zélia Original, BRS Angela, IAC 1283, SC 002, PR-079, RR 046, SC 016, Compostos UEM

1, UEM 2 e UEM 7, quanto ao RG entre os aludidos locais. Desse modo, o desempenho semelhante dos genótipos aqui destacados demonstra expressão de estabilidade biológica em ambas as condições de ambiente.

Por outro lado, o comportamento instável dos genótipos para RG entre os dois locais pode ser justificado em função das oscilações do ambiente, principalmente déficit hídrico na fase de florescimento.

Em geral, o RG foi mais sensível em relação a CE entre os locais avaliados. Esses resultados contrariam as observações de Nunes et al. (2002), os quais, testando outras cultivares verificaram que a CE sofreu maior influência do ambiente do que o RG em condições ambientais desfavoráveis.

Os compostos UEM 3 (3.022,00 kg ha⁻¹), UEM 5 (3.502,00 kg ha⁻¹), UEM 6 (2.926,00 kg ha⁻¹) e UEM 7 (3.030,00 kg ha⁻¹), produziram acima da média geral (2.128,00 kg ha⁻¹), mostrando, em relação ao grupo de genótipos avaliados, boa produtividade em Umuarama. Esses resultados, apesar de estarem abaixo dos apresentados pela testemunha IAC 125 e pela variedade UNB 2, não diferiram significativamente de IAC 1283 (testemunha). Por outro lado, o RG desses compostos foi superior a todos os demais genótipos, inclusive aos das demais testemunhas.

As médias de RG obtidas nesse trabalho estão acima da média de 2.766,00 kg ha⁻¹ da população com melhor desempenho (cv. Amarelo), em experimento instalado em Coimbra, MG, por Andrade et al. (2002). Conclui-se, pois, que as médias obtidas podem ser consideradas aceitáveis, vez que se trata de compostos.

Segundo Pacheco et al. (2000), em milho-pipoca a obtenção de variedade melhorada a partir de composto, tem se mostrado ser estratégia pertinente para o lançamento de variedades melhoradas. Como exemplo há a variedade BRS Angela, oriunda de ciclos de seleção recorrente no composto CMS-43, da EMBRAPA-Milho e Sorgo. No entanto,

as variedades melhoradas a partir de compostos são raras, mesmo sendo uma alternativa viável (SANTOS et al., 2008; VILELA et al., 2008).

Nos dois locais, o RG se mostrou de forma inconsistente em todos os genótipos que se destacaram para CE, ou seja, nem sempre os materiais que se sobressaíram em relação ao RG foram os que apresentaram maior índice de CE. No entanto, quando se avaliaram os compostos UEM 5, UEM 6 e UEM 7 verificou-se que estes apresentaram resultados satisfatórios tanto para CE quanto para RG. Por meio desses resultados, pode-se inferir que tais compostos são considerados promissores. Segundo Scapim et al. (2002), a síntese de compostos tem demonstrado ser uma estratégia eficiente em programas de melhoramento intrapopulacional com a finalidade de obter populações de milho-pipoca de boa produtividade e capacidade de expansão.

Conclusões

Os Compostos UEM 5, UEM 6 e UEM 7 apresentaram alta qualidade da pipoca (CE), com valores semelhantes às testemunhas em ambos os locais.

O rendimento dos genótipos foi mais instável do que a capacidade de expansão entre os locais avaliados.

Os compostos UEM 5, UEM 6 e UEM 7 apresentaram potencial satisfatório tanto para CE quanto para RG quando conduzidos em Umuarama-PR.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coodetec – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, pela condução do experimento em Umuarama-PR. As sementes desses compostos estão disponíveis para todos os melhoristas do Brasil podendo entrar em contato com o Prof. Carlos Alberto Scapim.

Referências

- ANDRADE, R. A.; CRUZ C. D.; SCAPIM C. A.; SILVÉRIO L.; PINTO R. J. B.; TONET A. Análise dialéctica da capacidade combinatória de variedades de milho pipoca. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1197-1204, 2002.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; TAKAHASHI, H. W.; ENDO, R. M.; PETEK, M. R.; SEIFERT, A. L. Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 551-554, 2002.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; SILVA, F. A. M.; SEIFERT, A. L. Popcorn parental selection based on genetic divergence. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 3, n. 4, p. 261-268, 2003.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Editora UFV, 2003.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA-FILHO, I. *Milho: cultivares para 2008/2009*. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpmembrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, M. G.; SANTOS, F. S.; GABRIEL, A. P. C.; SCAPIM, C. A.; FREITAS JUNIOR, S. P. Recurrent selection in inbred popcorn families. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 609-614, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa-SPI, Embrapa-CNPNS, 1999. 412 p.
- FANTIN, G. M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B. C. Avaliação de variedades de milho pipoca quanto à resistência a doenças e qualidade da pipoca. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v. 17, n. 2, p. 90-104, 1991.
- FERREIRA, D. F. *Sisvar, versão 4.3*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM.
- FREITAS JÚNIOR, S. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, M. G.; CRUZ, C. D.; SCAPIM, C. A. Capacidade combinatória em milho pipoca por meio de dialelo circulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1599-1607, 2006.
- GALVÃO, J. C. C.; SAWAZAKI, E.; MIRANDA, G. V. Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais. *Ceres*, Viçosa, v. 47, n. 270, p. 201-218, 2000.
- GODOY, H.; CORREA, A. R.; SANTOS, D. *Clima do Paraná*. Manual agropecuário para o Paraná. Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. 1976.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University, 1988.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1987.
- MATTA, F. P.; VIANA, J. M. S. Testes de capacidade de expansão em programas de melhoramento de milho pipoca. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 845-851, 2001.
- MERLO, E.; FORNASIERI FILHO, D.; LAM-SÁNCHEZ, A. Avaliação de sete cultivares de milho pipoca (*Zea mays* L.) em três densidades de semeadura. *Científica*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 245-251, 1988.
- MIRANDA, G. V.; SOUZA, L. V.; GALVÃO, J. C. C.; GUIMARÃES, L. J. M.; MELO, A. V.; SANTOS, I. C. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica*, Wageningen, v. 162, n. 3, p. 431-440, 2007.
- NUNES, H. V.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho pipoca por meio de dois métodos de classificação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 78-88, 2002.
- 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. *BRS Angela: variedade de milho pipoca*. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS. 2000. p. 1-6. (Comunicado Técnico, 27).
- PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Estimation of genetic components in popcorn based on nested design. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2001.
- PINTO, R. J. B.; SCAPIM, C. A.; BARRETO, R. R.; RODOVALHO, M. A.; ESTEVES, N.; LOPES, A. D. Análise dialéctica de linhagens de milho-pipoca. *Ceres*, Viçosa, v. 54, n. 315, p. 471-477, 2007.
- RANGEL, R. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIANA, A. P.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; PEREIRA, M. G. Prediction of popcorn hybrid and composites means. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 7, n. 3, p. 287-295, 2007.

- RANGEL, R. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SCAPIM, C. A.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; PEREIRA, M.G. Genetic parameters and hybrids of circulant diallel in popcorn. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 7, n. 4, p. 1020-1030, 2008.
- RUFFATO, S.; CORREA, P. C.; MARTINS, J. H.; MANTOVANI, B. H. M.; SILVA, J. N. Efeito das condições de colheita, pré-processamento e armazenamento na qualidade do milho pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 3, p. 591-597, 2000.
- SANTOS, F. S.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; RANGEL, R. M.; SCAPIM, C. A.; MORA, F. Genetic gain prediction of the third recurrent selection cycle in a popcorn population. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 5, p. 651-658, 2008.
- SAWAZAKI, E.; GALLO, P. B.; SORDI, G.; LONGO, L. S. Estudo da capacidade de expansão em cruzamentos dialélicos entre variedades de milho pipoca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, n. 15, 1986, Maceió. *Anais...* Maceió: EMBRAPA, DDT. 1986. p. 157-160.
- SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; CASTRO, J. L.; GALLO, P. B.; GALVÃO, J. C. C.; SAES, L. A. Potencial de linhagens locais de milho-pipoca para síntese de híbridos. *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 2, p. 143-151, 2000.
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.
- SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; TONET, A. T.; BRACCINI, A. L.; BARTH PINTO, R. J. Análise dialélica e heterose de populações de milho pipoca. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 3, p. 219-230, 2002.
- SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; PINTO, R. J. B.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RODOVALHO, M. A.; SILVA, R. M.; MOTERLE, L. M. Componentes genéticos de médias e depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 36-41, 2006.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.
- SIMON, A. G.; SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; PINTO, R. J. B.; BRACCINI, A. L.; TONET, A. Depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 1, p. 55-62, 2004.
- VENDRUSCOLO, E. C. G.; SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, V. R.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL, M.C. G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v. 36, n. 1, p. 123-130, 2001.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.
- VIANA, J. M. S.; CONDÉ, A. B. T.; ALMEIDA, R. V.; SCAPIM, C. A.; VALENTINI, L. Relative importance of *per se* and topcross performance in the selection of popcorn S_3 families. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 74-81, 2007.
- VIEIRA, R. A.; RODOVALHO, M. A.; SCAPIM, C. A.; TESSMANN, D. J.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; BIGNOTTO, L. S. Desempenho agrônômico de novos híbridos de milho-pipoca no Noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 29-36, 2009.
- VILARINHO, A.; VIANA, J. M. S.; SANTOS, J. F.; CÂMARA, T. M. M. Eficiência da seleção de progênies S_1 e S_2 de milho pipoca visando à produção de linhagens. *Bragantia*, Campinas, v. 62, n. 1, p. 9-17, 2003.
- VILELA, F. O.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, M. G.; SCAPIM, C. A.; VIANA, A. P.; FREITAS JÚNIOR, S. P. Effect of recurrent selection on the genetic variability of the UNB-2U popcorn population using RAPD markers. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 25-30, 2008.

