

Seleção de pré-cultivares de milho-pipoca baseado em índices não-paramétricos¹

Selecting pre-cultivars of popcorn maize based on nonparametric indices

Cássio Vittorazzi^{2*}, Antonio Teixeira do Amaral Júnior², Leandro Simões Azeredo Gonçalves³, Liliam Silvia Candido² e Thiago Rodrigues da Conceição Silva²

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo fazer uma seleção prévia de pré-cultivares de milho-pipoca para o registro no MAPA, com base em diferentes caracteres, utilizando o índice de Garcia e o de soma de classificação, priorizando-se o rendimento de grãos e capacidade de expansão. Foram avaliados 16 genótipos de milho-pipoca, sendo oito variedades de polinização aberta (BRS Angela, UFVM2 - Barão de Viçosa, Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, UNB2U-C4 e UNB2U-C5) e oito híbridos (Zelia, Jade, IAC 112, P₁ x P₃, P₁ x P₇, P₂ x P₄, P₂ x P₉ e P₃ x P₇), em cinco ambientes. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com três repetições, tendo sido avaliadas as características altura de planta, estande, tombamento, capacidade de expansão e rendimento de grãos. Os efeitos dos genótipos e ambientes foram significativos para todas as características, enquanto que suas interações foram apenas para tombamento e rendimento de grãos. Os índices de Garcia e da soma de classificação foram positivamente correlacionados na classificação dos genótipos, ambos permitindo indicar as pré-cultivares UNB2U-C5 e P₁ x P₇ como as de melhor desempenho para regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Valor de cultivo e uso. Características agronômicas. Capacidade de expansão.

ABSTRACT - The present study aimed to select pre-cultivars of popcorn maize for registration in MAPA based on different characteristics, using the Garcia and total-classification indices, giving priority to grain yield and expansion capacity. Sixteen genotypes of popcorn maize: eight open-pollinated varieties (BRS Angela, UFVM2 - Barão de Viçosa, Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, UNB2U-C4 and UNB2U-C5) and eight hybrids (Zelia, Jade, IAC 112, P₁ x P₃, P₁ x P₇, P₂ x P₄, P₂ x P₉ and P₃ x P₇) were evaluated in five environments. The experimental design was of randomized blocks with three replications, where the characteristics of plant height, growth, droop, expansion capacity and grain yield were evaluated. The effects of genotype and environment were significant for all characteristics, while their interactions were only significant for droop and grain yield. The Garcia and the total-classification indices correlated positively in the classification of genotypes, both indicating the pre-cultivars UNB2U-C5 and P₁ x P₇ as having the best performance for regions in the north and northwest of the state of Rio de Janeiro.

Key words: *Zea mays* L. Value of cultivation and use. Agronomical traits. Expansion capacity.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 30/03/2012; aprovado em 13/10/2012

Parte da Dissertação de Mestrado do quarto autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento/CCTA/UENF

²Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/UENF, Av. Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil, 28.013-602, vittorazzicastelo@yahoo.com.br, amaraljr@uenf.br, bioliliam@yahoo.com.br, thiagrosfi@yahoo.com.br

³Universidade Estadual de Londrina/UUEL, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380, Londrina-PR, Brasil, 86.051-980, leandrosag@uel.br

INTRODUÇÃO

A limitação de cultivares que reúnam características agronômicas favoráveis e com alto índice de capacidade de expansão é considerado o principal entrave para a expansão do cultivo do milho-pipoca no Brasil (FREITAS JÚNIOR *et al.*, 2009; MOTERLE *et al.*, 2012; RANGEL *et al.*, 2011). Embora haja 46 cultivares registradas no MAPA (BRASIL, 2012), a grande maioria dos registros pertence às empresas empacotadoras que estabelecem acesso restrito de uso com os produtores parceiros. Não por acaso, somente três cultivares (RS 20, UFVM2 Barão Viços e IAC 125) foram disponibilizadas para a comercialização na safra 2011/2012 (CRUZ; PEREIRA FILHO; SILVA, 2012).

Portanto, o desenvolvimento de programas de melhoramento que vise disponibilizar variedades e, ou híbridos com elevado potencial agronômico torna-se primordial para o fomento do agronegócio do milho-pipoca (PAULA *et al.*, 2010; SCAPIM *et al.*, 2010). Nesse sentido, algumas instituições públicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); o Instituto Agronômico de Campinas (IAC); a Universidade Federal de Viçosa (UFV); a Universidade Estadual de Maringá (UEM); e a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) vêm atuando em diversas linhas de pesquisa visando o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições brasileiras.

O programa de melhoramento de milho-pipoca da UENF vem atuando, desde 1998, em duas vertentes: emprego de seleção recorrente na população UNB-2U visando elevar a frequência dos alelos favoráveis (PEREIRA; AMARAL JÚNIOR, 2001); e implementação de dialelos para identificar híbridos superiores e genitores para a formação de compostos (FREITAS JÚNIOR *et al.*, 2006; RANGEL *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2011). Atualmente este programa dispõe de cultivares promissoras para avaliação de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU).

A avaliação do VCU é uma exigência básica para que uma cultivar obtenha o registro nacional de cultivares no MAPA e, portanto, possa ser comercializada (MARINHO *et al.*, 2011). Nesses ensaios são avaliadas diferentes características agronômicas pré-estabelecidas pelo MAPA, em vários locais e anos, visando determinar o valor intrínseco da cultivar com suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e, ou de consumo.

Nesse contexto, a utilização de índices não lineares ou não paramétricos que visem combinar informações das diversas características em um único valor torna-se relevante na discriminação de genótipos de interesse ao melhoramento (GARCIA; SOUZA JÚNIOR, 1999). Alguns índices vêm sendo propostos para classificação dos

genótipos, como os índices multiplicativos (ELSTON, 1963); de soma de classificação (MULAMBA; MOCK, 1978); e da medida de distância (SCHWARZBACH, 1972, citado por WRICKE; WEBER, 1986).

Contudo, para a seleção de cultivares de milho, esses índices não paramétricos não são adequados para classificação por não priorizarem os caracteres mais importantes; não permitirem o descarte dos genótipos com níveis inferiores para algumas variáveis; e não preverem a realização de testes de médias (GARCIA, 1998). Diante dessa limitação, o autor desenvolveu um índice que preconiza a fixação de valores para descarte de genótipos com desempenho abaixo das exigências mínimas para certas características e aplicação de um teste de médias que permita avaliar as diferenças entre os genótipos em bases estatísticas.

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo fazer uma seleção prévia de pré-cultivares de milho-pipoca para o registro no MAPA com base em diferentes características, utilizando o índice de Garcia (1998) e o de soma de classificação, priorizando rendimento de grãos e capacidade de expansão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas 2009/2010 (municípios de Campus dos Goytacazes e Cambuci) e 2010/2011 (Campus dos Goytacazes, Cambuci e Itaocara), totalizando cinco ambientes representativos das regiões Norte e Noroeste Fluminense.

Foram avaliados 16 genótipos de milho-pipoca, sendo oito variedades de polinização aberta (BRS Angela, UFVM2 - Barão de Viçosa, Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, UNB2U-C4 e UNB2U-C5) e oito híbridos (Zelia, Jade, IAC 112, $P_1 \times P_3$, $P_1 \times P_7$, $P_2 \times P_4$, $P_2 \times P_9$ e $P_3 \times P_7$). O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com três repetições. A parcela foi composta por duas linhas de 12 m, espaçadas em 0,9 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, totalizando 120 plantas por parcela. Foram utilizadas três sementes por cova, a uma profundidade de 0,05 m, sendo realizado o desbaste aos 21 dias após a emergência. A adubação de cobertura e os demais tratos culturais foram realizados conforme o recomendado para a cultura (SAWAZAKI, 2001).

As características agronômicas avaliadas foram:

- Altura de planta (AP) - expressa em cm, sendo a média da parcela, considerando a distância do nível do solo à inserção da folha bandeira em seis plantas competitivas;
- Estande final (EST) - número de plantas por parcela;
- Tombamento (TOMB) - número de plantas quebradas e acamadas por parcela;

- Capacidade de expansão (CE) – expressa pela relação mL g⁻¹, ou seja, volume de pipoca estourada em relação à massa de grãos submetida ao pipocamento. A massa de grãos submetida ao pipocamento compreendia 30 g e o volume resultante da expansão foi mensurado em proveta de 2.000 mL. Para a quantificação da capacidade de expansão foi utilizado um aparelho de microondas da marca Panasonic modelo NN-S65B, sob potência máxima de 1.000 watts durante 3 minutos, com duas sub-amostragens em cada parcela. Os grãos foram colocados dentro de potes apropriados para estourar pipoca (*Corn Popper*, da *Nordic Ware*), sem óleo.
- Rendimento de grãos (RG) - obtido por pesagem dos grãos em cada parcela, após debulha, e expresso em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância por ambiente e posteriormente verificada a homogeneidade das variâncias residuais (QMRs) por meio da relação entre o maior e o menor QMR (GOMES, 2000). O modelo adotado para análise conjunta foi:

$$Y_{ijk} = \mu + R_{k(j)} + G_i + E_j + GE_{ij} + \zeta_{ijk} \quad (1)$$

em que Y_{ijk} é o valor fenotípico médio da parcela; μ é a média; $R_{k(j)}$ é o efeito da k^{th} repetição no j^{th} ambiente; G_i é o efeito fixo do i^{th} genótipo; E_j é o efeito aleatório do j^{th} ambiente; GE_{ij} é o efeito da interação do i^{th} genótipo no j^{th} ambiente; ζ_{ijk} é o erro experimental.

A partição da interação complexa em pares de ambientes foi realizada pelo algoritmo de Cruz e Castoldi (1991), em que a parte complexa foi expressa pela equação 2.

$$C = \sqrt{(1-r)^3} \sqrt{Q_1 Q_2} \quad (2)$$

sendo Q_1 e Q_2 os quadrados médios de genótipos nos ambientes 1 e 2, respectivamente, e r a correlação entre as médias de genótipos nos dois ambientes.

A classificação dos genótipos foi realizada pelos índices de seleção de cultivares (GARCIA, 1998) e de soma de classificação (MULAMBA; MOCK, 1978). As etapas para obtenção do índice de seleção de genótipos proposto por Garcia (1998) foram as seguintes: i) agrupamento de médias (SCOTT; KNOTT, 1974) e obtenção dos recíprocos ($1/\bar{Y}_{ij}$) tomando-se os maiores (ou menores, dependendo do caráter) valores como objeto de seleção; ii) definição dos níveis mínimos (ou máximos, dependendo do caráter) aceitáveis para cada caráter, ou seja, valores estatisticamente superiores à média do experimento para as variáveis AP e TOMB e no mínimo estatisticamente iguais à média do experimento para as variáveis EST, CE e RG. As variáveis TOMB e RG foram avaliadas para cada ambiente, enquanto os demais caracteres avaliados em conjunto em função da ausência da interação genótipos x ambientes; iii) transformação dos dados, pela expressão 3.

$$\bar{y}_{ij}^m = \frac{\bar{y}_{ij}^m - \bar{y}_{ij}^{Nm}}{S_m} \quad (3)$$

em que \bar{y}_{ij}^m é a média transformada do caráter m ; \bar{y}_{ij}^m é a média do caráter m , após o agrupamento; \bar{y}_{ij}^{Nm} é o nível (mínimo ou máximo, dependendo do caráter) aceitável para a média do caráter m ; e, S_m o desvio-padrão do caráter m ; iv) definição do ideótipo (Fixou-se como ideótipo os menores valores para AP e TOMB e os maiores valores para EST, CE e PG entre os genótipos avaliados); v) cálculo das distâncias euclidianas médias em relação ao ideótipo; e vi) classificação dos genótipos superiores. Para o índice de soma de classificação (MULAMBA; MOCK, 1978), foi adotada a seguinte expressão 4:

$$I_{MMi} = \sum_{j=1}^n n_{ij} \quad (4)$$

em que I_{MMi} é o índice de soma de classificação, e n_{ij} é o número de classificação do genótipo i com relação ao caráter j . Para os caracteres CE e PG foram adotados peso dois em virtude da relevância desses caracteres para cultura do milho-pipoca. Posteriormente realizou-se a comparação entre os índices de classificação por meio da correlação de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez verificada a homogeneidade das variâncias residuais, a análise de variância conjunta dos experimentos foi realizada, verificando-se efeitos significativos das cultivares e dos ambientes para todos os caracteres e das interações apenas para TOMB e RG (Tabela 1).

Quanto ao tipo de interação, verificou-se o predomínio da interação complexa, exceto para a característica RG nos ambientes Campus dos Goytacazes (2009/2010) x Campus dos Goytacazes (2010/2011), onde a estimativa da proporção da interação complexa foi de 32,01%. Segundo Robertson (1959), a interação do tipo complexa revela a inconsistência do desempenho dos genótipos nos ambientes avaliados, tornando mais difícil a seleção e, ou a recomendação destes. Para atenuá-la, alguns procedimentos como a identificação de genótipos específicos para cada ambiente, a realização de zoneamento ecológico e a identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica podem ser adotadas (RAMALHO *et al.*, 1993).

Para o presente trabalho, cujo objetivo é selecionar pré-cultivares com base em diferentes características, optou-se por classificar as superiores para cada ambiente e posteriormente identificar aquelas com as melhores classificações para o conjunto de ambientes. Nesse contexto, os genótipos foram classificados tomando-se o conjunto de todos os ambientes para as características AP, EST e CE, que não apresentarem interação significativa, e para cada ambiente para as características TOMB e RG, já que nestas últimas a interação foi significativa.

Tabela 1 - Análise de variância conjunta de experimentos em blocos ao acaso com 16 cultivares de milho-pipoca, conduzidos em cinco ambientes

FV	GL	Quadrado Médio				
		AP	EST	TOMB	CE	RG
Bloco/ambientes	10	1079,92**	252,91**	48,98	12,50	1188258,06
Genótipos (G)	15	2521,37**	498,94**	75,33**	316,44**	3308784,39**
Ambientes (A)	4	37370,02**	1138,44**	1317,38**	54,53**	1714511,75**
G x A	60	180,00	115,86	42,36*	7,66	775175,81**
Erro	150	190,73	114,93	7,15	6,18	333652,90
Média		200,96	112,22	11,16	30,84	2692,27
CV		6,87	9,55	23,96	8,06	21,45
QMr+/QMr-		5,25	6,90	3,92	1,55	4,06

AP: altura de planta; EST: estande; TOMB: tombamento (número de plantas quebradas e acamadas); CE: capacidade de expansão; e RG: rendimento de grãos. QMr+/QMr- = Razão entre o maior e menor QMr, respectivamente, entre os ambientes para o caráter em questão

Pelo índice de Garcia (1998) verifica-se que os genótipos Beija-Flor, UNB2U-C3, IAC 112, $P_2 \times P_4$ e $P_2 \times P_9$ (Tabela 2) revelaram desempenho acima dos critérios aceitáveis para AP. Este caráter é relevante para a cultura do milho-pipoca uma vez que, considerando-se a baixa espessura de seus colmos, plantas altas tornam-se mais suscetíveis ao tombamento. Uma evidência desta assertiva é dada pela estimativa da correlação fenotípica observada entre AP e TOMB ($R = 0,66$).

Por outro lado, os genótipos Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, $P_1 \times P_3$, $P_2 \times P_4$, $P_2 \times P_9$ e $P_3 \times P_7$ (Tabela 2) estão abaixo do aceitável para CE, caráter este considerado o mais importante para o consumidor já que maior CE implica em melhor textura e maciez (SIMON *et al.*, 2004; SOYLU; TEKKANAT, 2007). Portanto, as pré-cultivares $P_1 \times P_3$, $P_2 \times P_4$, $P_2 \times P_9$ e $P_3 \times P_7$ não são aptas para o registro no MAPA.

A variável TOMB, que em última análise reflete o número de plantas quebradas e acamadas, é também importante para produção em larga escala uma vez que, sendo a colheita mecanizada, as perdas podem ser consideráveis (MIRANDA *et al.*, 2003). Para esta variável, os genótipos que apresentaram desempenho acima do pré-estabelecido foram Viçosa, SAM, Zelia, IAC 112, $P_2 \times P_4$ e $P_3 \times P_7$ para Campus dos Goytacazes (2010/2011); e Angela, UFVM2 Barão de Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, UNB2U-C4, Jade, IAC 112, $P_2 \times P_4$, $P_2 \times P_9$ e $P_3 \times P_7$ para Itaocara (2010/2011) (Tabela 2).

Em relação ao caráter RG os genótipos BRS Angela, UFVM2 Barão de Viçosa e SAM apresentaram valores inferiores ao mínimo aceitável para todos os ambientes, exceto para ambiente Cambuci (2009/2010), onde as diferenças entre as cultivares não foram significativas pelo agrupamento Scott-Knott (1974) (Tabela 2). Em

contrapartida, as pré-cultivares UNB2U-C4, UNB2U-C5, $P_1 \times P_3$, $P_1 \times P_7$, $P_2 \times P_4$ e $P_2 \times P_9$ apresentaram valores dentro do limite pré-estabelecido para o referido caráter em todos os ambientes. Porém, os híbridos $P_1 \times P_3$, $P_2 \times P_4$ e $P_2 \times P_9$ não apresentaram valores mínimos, pré-estabelecidos no presente trabalho, para CE e, portanto, não sendo indicadas para o registro no MAPA. As pré-cultivares UNB2U-C4, UNB2U-C5 e $P_1 \times P_7$ apresentaram valores dentro do limite para RG e aceitáveis para AP, EST, CE e TOMB.

Pelo somatório das distâncias euclidianas médias em relação ao ideótipo proposto pelo índice de Garcia (1998), verifica-se que a variedade UNB2U-C5 e o híbrido $P_1 \times P_7$ foram alocados entre as três primeiras colocações para todos os ambientes. A cultivar BRS Angela foi classificada na melhor posição entre as variedades comerciais, ficando na 3ª posição para Cambuci (2009/2010); na 5ª para Cambuci (2010/2011) e Campus dos Goytacazes (2009/2010 e 2010/2011); e na 6ª para Itaocara (2010/2011). Em relação aos híbridos comerciais, as cultivares Zélia e Jade foram classificadas nas melhores posições entre os ambientes avaliados (Tabela 2).

Com base no índice soma de classificação proposto por Mulamba e Mock (1978) (Tabela 3), utilizando peso 2 para rendimento de grãos e capacidade de expansão, verifica-se uma correlação positiva e de elevada magnitude com a classificação obtida pelo índice de Garcia (1998), sendo de 0,70; 0,74; 0,88; 0,83 e 0,81 para os ambientes Cambuci (2009/2010), Cambuci (2010/2011), Campus dos Goytacazes (2009/2010), Campus dos Goytacazes (2010/2011) e Itaocara (2010/2011), respectivamente. Portanto, ambos os índices de seleção classificaram as pré-cultivares UNB2U-C5 e $P_1 \times P_7$ como as de melhor desempenho para características agrônomicas e de

capacidade de expansão para regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, sendo esses aptos para

o registro e posteriormente para comercialização entre os produtores da região.

Tabela 2 - Índice de Garcia aplicado às características altura de planta (AP), Estande, capacidade de expansão (CE), tombamento (TOMB) e rendimento de grãos (RG) para 16 genótipos de milho pipoca em cinco ambientes

Genótipos	Conjunto			Ambiente 1			Ambiente 2		
	AP	Estande	CE	TOMB	RG	Isc	TOMB	RG	Isc
1	184,69(a)	112,20(a)	34,52(b)	7,00(a)	2075,67(a)	2,19	16,33(a)	2500,00(b)	2,26
2	192,57(a)	114,07(a)	33,31(b)	7,67(a)	1658,67(a)	2,19	13,67(a)	2770,00(b)	2,26
3	195,93(a)	109,40(a)	24,41(d)	6,00(a)	2878,00(a)	3,25	17,00(a)	2561,67(b)	3,32
4	207,79 (b)	105,73(a)	27,47(c)	9,67(a)	2114,00(a)	3,44	13,33(a)	1497,00(c)	3,85
5	212,12(b)	109,07(a)	27,59(c)	6,33(a)	1915,00(a)	3,37	22,67(a)	1743,67(c)	3,79
6	207,28(b)	116,13(a)	29,77(c)	11,00(a)	2515,67(a)	2,46	15,33(a)	1018,67(c)	2,87
7	200,19(a)	117,53(a)	31,38(b)	8,00(a)	3032,33(a)	3,10	21,33(a)	3240,67(a)	2,86
8	197,35(a)	116,33(a)	35,69(a)	5,65(a)	2577,33(a)	1,99	17,00(a)	3163,67(a)	1,75
9	190,88(a)	113,33(a)	33,36(b)	5,00(a)	2523,33(a)	2,19	18,67(a)	2716,00(b)	2,26
10	186,31(a)	116,33(a)	33,53(b)	5,67(a)	2731,33(a)	2,19	18,33(a)	2577,00(b)	2,26
11	224,90 (b)	94,47(a)	37,87(a)	10,00(a)	3534,00(a)	2,90	6,33(a)	2135,67(b)	2,97
12	189,23(a)	112,47(a)	29,11(c)	5,67(a)	2646,33(a)	2,46	10,33(a)	3889,00(a)	2,22
13	189,50(a)	118,13(a)	36,82(a)	3,33(a)	2400,00(a)	1,99	20,67(a)	3125,00(a)	1,75
14	211,78(b)	114,60(a)	20,93(d)	5,00(a)	2679,00(a)	3,72	19,33(a)	3533,67(a)	3,48
15	226,53 (b)	112,53(a)	29,54(c)	7,33(a)	3858,00(a)	3,37	23,00(a)	3835,00(a)	3,13
16	198,31(a)	113,20(a)	28,20(c)	7,00(a)	3742,33(a)	2,46	20,00(a)	4051,00(a)	2,22

Genótipos	Ambiente 3			Ambiente 4			Ambiente 5		
	TOMB	RG	Isc	TOMB	RG	Isc	TOMB	RG	Isc
1	5,67(a)	2363,27(b)	2,23	6,33(a)	2171,30(b)	2,33	19,33(b)	1850,31(c)	2,29
2	4,33(a)	2494,29(b)	2,23	6,00(a)	2602,47(b)	2,33	17,33(b)	2047,07(c)	2,29
3	9,33(a)	3701,39(a)	2,92	14,33(b)	2656,64(b)	3,64	7,00(a)	2520,06(b)	2,64
4	4,33(a)	3028,94(a)	3,11	9,00(a)	2663,12(b)	3,58	21,33(b)	1757,87(c)	3,54
5	8,33(a)	2200,00(c)	3,41	14,67(b)	1850,31(b)	3,76	30,33(b)	1243,83(d)	3,75
6	2,67(a)	2353,70(b)	2,50	2,00(a)	2641,20(b)	2,60	16,67(b)	2596,45(b)	2,32
7	6,67(a)	3184,03(a)	2,77	6,00(a)	2989,97(a)	2,80	21,00(b)	2487,65(b)	2,96
8	9,33(a)	3530,09(a)	1,66	8,00(a)	3358,80(a)	1,94	14,00(a)	2608,02(b)	1,84
9	3,67(a)	2819,44(a)	1,86	10,67(b)	2362,96(b)	2,58	9,00(a)	2127,31(c)	1,83
10	6,00(a)	2514,81(b)	2,23	7,33(a)	2899,38(a)	1,89	15,67(b)	1395,06(d)	2,57
11	4,67(a)	3274,69(a)	2,57	11,67(b)	2598,15(b)	3,04	16,00(b)	2079,48(c)	2,54
12	10,00(a)	2930,56(a)	2,13	6,67(a)	3188,27(a)	2,16	6,33(a)	2534,72(b)	1,85
13	2,00(a)	3085,65(a)	1,66	7,33(a)	2720,37(a)	2,13	11,00(a)	3046,30(a)	1,12
14	10,00(a)	3446,76(a)	3,39	11,67(b)	3405,86(a)	3,67	15,67(b)	3245,37(a)	3,31
15	6,00(a)	3357,87(a)	3,04	9,33(a)	3322,92(a)	3,07	22,00(b)	3054,78(a)	2,96
16	7,00(a)	1288,43(c)	2,97	12,00(b)	3287,04(a)	2,41	21,33(b)	3355,71(a)	2,05

Genótipos 1 a 16: BRS Angela; UFVM2 – Barão de Viçosa; Viçosa; Beija-Flor; SAM; UNB2U-C3; UNB2U-C4; UNB2U-C5; Zelia; Jade; IAC 112; P₁ x P₃; P₁ x P₇; P₂ x P₄; P₂ x P₉; e P₃ x P₇, respectivamente. Ambientes 1 a 5: Cambuci (2009/2010); Campus dos Goytacazes (2009/2010); Cambuci (2010/2011); Campus dos Goytacazes (2010/2011); e Itaocara (2010/2011), respectivamente. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância, Médias em negrito representam as médias transformadas abaixo do nível mínimo aceitável

Tabela 3 - Índice de Mulamba e Mock aplicado às características altura de planta (AP), estande (EST), capacidade de expansão (CE), tombamento (TOMB) e rendimento de grãos (RG) para 16 cultivares de milho-pipoca em cinco ambientes

Genótipos	Conjunto			Ambiente 1			Ambiente 2		
	AP	Estande	CE(2x)	TOMB	RG(2x)	Rank	TOMB	RG(2x)	Rank
1	184,69(1)	112,20(12)	34,52(8)	7,00(9)	2075,67(28)	58	16,33(6)	2500,00(24)	51
2	192,57(6)	114,07(7)	33,31(14)	7,67(12)	1658,67(32)	71	13,67(4)	2770,00(16)	47
3	195,93(7)	109,40(13)	24,41(30)	6,00(7)	2878,00(10)	67	17,00(7)	2561,67(22)	79
4	207,79(12)	105,73(15)	27,47(28)	9,67(14)	2114,00(26)	95	13,33(3)	1497,00(30)	88
5	212,12(14)	109,07(14)	27,59(26)	6,33(8)	1915,00(30)	92	22,67(15)	1743,67(28)	97
6	207,28(11)	116,13(5)	29,77(18)	11,00(16)	2515,67(22)	72	15,33(5)	1018,67(32)	71
7	200,19(10)	117,53(2)	31,38(16)	8,00(13)	3032,33(8)	49	21,33(14)	3240,67(10)	52
8	197,35(8)	116,33(3)	35,69(6)	5,65(4)	2577,33(18)	39	17,00(8)	3163,67(12)	37
9	190,88(5)	113,33(8)	33,36(12)	5,00(2)	2523,33(20)	47	18,67(10)	2716,00(18)	53
10	186,31(2)	116,33(4)	33,53(10)	5,67(5)	2731,33(12)	33	18,33(9)	2577,00(20)	45
11	224,90 (15)	94,47(12)	37,87(2)	10,00(15)	3534,00(6)	50	6,33(1)	2135,67(26)	56
12	189,23(3)	112,47(16)	29,11(22)	5,67(5)	2646,33(16)	62	10,33(2)	3889,00(4)	53
13	189,50(4)	118,13(1)	36,82(4)	3,33(1)	2400,00(24)	34	20,67(13)	3125,00(14)	36
14	211,78(13)	114,60(6)	20,93(32)	5,00(2)	2679,00(14)	67	19,33(11)	3533,67(8)	70
15	226,53 (16)	112,53(10)	29,54(20)	7,33(11)	3858,00(2)	59	23,00(16)	3835,00(6)	68
16	198,31(9)	113,20(9)	28,20(24)	7,00(9)	3742,33(4)	55	20,00(12)	4051,00(2)	56

Genótipos	Ambiente 3			Ambiente 4			Ambiente 5		
	TOMB	RG(2x)	Rank	TOMB	RG(2x)	Rank	TOMB	RG(2x)	Rank
1	5,67(7)	2363,27(26)	54	6,33(4)	2171,30(30)	55	19,33(11)	1850,31(26)	58
2	4,33(4)	2494,29(24)	55	6,00(2)	2602,47(24)	53	17,33(10)	2047,07(24)	61
3	9,33(13)	3701,39(2)	65	14,33(15)	2656,64(20)	85	7,00(2)	2520,06(16)	68
4	4,33(4)	3028,94(16)	75	9,00(9)	2663,12(18)	82	21,33(13)	1757,87(28)	96
5	8,33(12)	2200,00(30)	96	14,67(16)	1850,31(32)	102	30,33(16)	1243,83(32)	103
6	2,67(2)	2353,70(28)	64	2,00(1)	2641,20(22)	57	16,67(9)	2596,45(12)	55
7	6,67(10)	3184,03(12)	50	6,00(2)	2989,97(12)	42	21,00(12)	2487,65(18)	58
8	9,33(13)	3530,09(4)	34	8,00(8)	3358,80(4)	29	14,00(5)	2608,02(10)	32
9	3,67(3)	2819,44(20)	48	10,67(11)	2362,96(28)	64	9,00(3)	2127,31(20)	48
10	6,00(8)	2514,81(22)	46	7,33(6)	2899,38(14)	36	15,67(6)	1395,06(30)	52
11	4,67(6)	3274,69(10)	45	11,67(12)	2598,15(26)	67	16,00(8)	2079,48(22)	59
12	10,00(15)	2930,56(18)	74	6,67(5)	3188,27(10)	56	6,33(1)	2534,72(14)	56
13	2,00(1)	3085,65(14)	24	7,33(6)	2720,37(16)	31	11,00(4)	3046,30(8)	21
14	10,00(15)	3446,76(6)	72	11,67(12)	3405,86(1)	64	15,67(6)	3245,37(4)	61
15	6,00(8)	3357,87(8)	62	9,33(10)	3322,92(6)	62	22,00(15)	3054,78(6)	67
16	7,00(11)	1288,43(32)	75	12,00(14)	3287,04(8)	64	21,33(13)	3355,71(2)	57

Genótipos 1 a 16: BRS Angela; UFVM2 - Barão de Viçosa; Viçosa; Beija-Flor; SAM; UNB2U-C3; UNB2U-C4; UNB2U-C5; Zelia; Jade; IAC 112; P₁ x P₃; P₁ x P₇; P₂ x P₄; P₂ x P₉; e P₃ x P₇, respectivamente. Ambientes 1 a 5: Cambuci (2009/2010); Campus dos Goytacazes (2009/2010); Cambuci (2010/2011); Campus dos Goytacazes (2010/2011); e Itaocara (2010/2011), respectivamente. Variáveis seguidas por (2x) significa que tiveram peso dois

CONCLUSÃO

Os índices de Garcia (1998) e de soma de classificação foram concordantes na classificação genótipos de milho-pipoca, sendo as pré-cultivares UNB2U-C5 e $P_1 \times P_7$ que obtiveram os melhores desempenhos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares - RNC**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v. 38, n. 219, p. 422-430, 1991.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SILVA, G. H. **Milho – Cultivares para 2011/2012**. Embrapa Milho Sorgo, Sete Lagoas, 10 jan. 2012. Especiais. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- ELSTON, R. C. A weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**, v. 19, n. 1, p. 85-97, 1963.
- FREITAS JÚNIOR, S. P. *et al.* Capacidade combinatória em milho-pioca por meio de dialelo circulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 1599-1607, 2006.
- FREITAS JÚNIOR, S. P. *et al.* Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2009.
- GARCIA, A. A. F. **Índice para a seleção de cultivares**. 1998. 112 f. Tese (Doutorado Melhoramento de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares. **Bragantia**, v. 58, n. 2, p. 253-267, 1999.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 467 p.
- MARINHO, C. D. *et al.* Revisiting the Brazilian scenario of registry and protection of cultivars: an analysis of the period from 1998 to 2010, its dynamics and legal observations. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 2, p. 792-809, 2011.
- MIRANDA, G. V. *et al.* Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2003.
- MOTERLE, L. M. *et al.* Combining ability of popcorn lines for seed quality and agronomic traits. **Euphytica**, v. 185, n. 3, p. 337-347, 2012.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, n. 7, p. 40-51, 1978.
- PAULA, T. O. M. *et al.* Magnitude of the genetic base of commercial popcorn and in recommendation in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, n. 4, p. 289-297, 2010.
- PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2001.
- RANGEL, R. M. *et al.* Genetics and parameters in parents and hybrids of circulant diallel in popcorn. **Genetics and Molecular Research**, v. 7, n. 4, p. 1020-1030, 2008.
- RANGEL, R. M. *et al.* Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011.
- RAMALHO, M. A. P. *et al.* **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations**. New York: Pergamon Press, 1959. 186 p.
- SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, v. 53, n. 2, p. 11-13, 2001.
- SCAPIM, C. A. *et al.* Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 321-330, 2010.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-12, 1974.
- SILVA, V. Q. R. *et al.* Heterotic parameterizations of crosses between tropical and temperate lines of popcorn. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 243-249, 2011.
- SIMON, G. A. *et al.* Depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 55-62, 2004.
- SOYLU, S.; TEKKANAT, A. Interactions amongst kernel properties and expansion volume in various popcorn genotypes. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 1, p. 336-341, 2007.
- WRICKE, G.; WEBER, W. E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. New York: Walter de Gruyter, 1986. 406 p.