

## Potencial genético de famílias de meios-irmãos de milho pipocapara as condições de cerrado do sul do Tocantins

Gustavo André Colombo<sup>1\*</sup>, Aurélio Vaz-de-Melo<sup>1</sup>, Markus Taubinger<sup>1</sup>,  
Wilma Dias Santana<sup>1</sup>, Júlio Cesar DoVale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi, Gurupi, TO, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: colombo@uft.edu.br

### Resumo

A existência de elevada variabilidade genética no germoplasma de milho pipoca tropical, sugere a possibilidade em melhorar tanto para produtividade quanto para a capacidade de expansão. Sabendo que o cerrado tocantinense apresenta condições propícias para a exploração dessa cultura, objetivou-se com esse estudo avaliar o potencial genético de famílias de 40 meios-irmãos de milho pipoca nas condições do cerrado tocantinense. Para isso, foram recombinadas duas marcas comerciais de milho pipoca, Produtos Paulista e Yoki. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com duas repetições. Por ocasião da colheita foram mensurados os caracteres número de grãos por fileira, produtividade de grãos e capacidade de expansão. Observou-se variabilidade genética significativa para todos os caracteres avaliados. Os três caracteres apresentaram ganhos com a seleção. Assim, constatou-se que as famílias de meios-irmãos de milho pipoca apresentam potencial genético para serem exploradas em programas de melhoramento para as condições do cerrado tocantinense. Contudo, estudos futuros necessitam ser realizados para definir qual estratégia de melhoramento deve apresentar resultados mais expressivos.

**Palavras chave:** *Zea mays* L., predição de ganhos, melhoramento genético

### Genetic potential of half-sib families of popcorn for cerrado area from southern Tocantins State

#### Abstract

The existence of high genetic variability in the tropical germplasm popcorn, suggests the possibility of breeding for productivity and popping expansion. It is known that the cerrado area from Tocantins State presents favorable conditions for the exploration of this culture, the aim of this study to evaluate the genetic potential of families of 40 half-sib of popcorn in conditions of the cerrado area from Tocantins State. Thus, were recombined two brands of popcorn, Produtos Paulista and Yoki. A randomized block design was used with two replications. At harvest time the traits were measured, mass of grains per ear, grains yield and popping expansion. Were observed significant genetic variability for all traits. The three traits showed gains with selection. Thus, it was found that the half-sib families of popcorn have genetic potential to be exploited in breeding programs for the conditions of the cerrado area from Tocantins State. However, future studies need to be conducted to determine which breeding strategy should provide more significant results.

**Key-words:** *Zea mays* L., prediction gains, genetic breeding

## Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de milho pipoca, com 80 mil toneladas ano<sup>-1</sup> e uma movimentação de US\$ 130 milhões. Mesmo com uma cotação de mercado três vezes maior que o milho comum, a produção brasileira ainda é deficitária, e grande parte deste produto encontrado é importada da Argentina e EUA (Miranda et al., 2011). O número reduzido de cultivares de alta qualidade e da tecnologia de produção inadequada prejudica e desestimula os produtores brasileiros e acarreta na baixa oferta de milho pipoca nacional no mercado (Vittorazzi et al., 2013). Para Sawazaki (1996) o milho pipoca não recebeu a mesma atenção dada ao milho comum e em razão disto o progresso genético no Brasil foi mais lento. Mesmo com a escassez de trabalhos de melhoramento genético envolvendo milho pipoca, as variedades nacionais apresentam variabilidade considerável, mesmo porque a diretriz dos programas existentes até então foi no sentido de produzir compostos com os materiais disponíveis, a partir dos quais se buscou desenvolver cultivares superiores (Santos et al., 2007). A existência de variabilidade genética e a correlação genética negativa entre qualidade por meio da capacidade de expansão e produtividade, verificada em muitas populações, conduzem à hipótese de que há possibilidade de selecionar material com dupla aptidão (Pinto et al., 2007).

A capacidade de expansão é um caráter que confere melhor textura, maciez e sabor a pipoca. Portanto, é uma característica que agrega maior valor ao produto, uma vez que é sinônimo de qualidade. É controlada por vários genes, mas apresenta estimativas de herdabilidade acima dos 70% (Rangel et al., 2011). A capacidade de expansão é afetada pelo equipamento de avaliação, por danos no pericarpo e endosperma, teor de umidade do grão, secagem e grãos imaturos (Miranda et al., 2003). Mas, a produtividade de grãos está inversamente correlacionada com a capacidade de expansão (Sawazaki, 1996) e isto dificulta o ganho de seleção simultâneo quanto aos dois caracteres no melhoramento populacional.

No melhoramento de milho pipoca, diferentes estratégias têm sido utilizadas a fim de aumentar o valor dos caracteres de interesse comercial. Entre os esquemas existentes para melhoramento intrapopulacional de milho, o método com base em progênies de meios-irmãos vem sendo o mais utilizado, devido à sua facilidade de condução e eficiência em incrementar a frequência de alelos favoráveis nas populações (Viana, 2007). Além disso, permite obter progressos de forma rápida, em virtude de se realizarem até duas gerações por ano (Paterniani & Campos, 1999). Por outro lado, quando o objetivo do programa é o aproveitamento da heterose por meio da obtenção de híbridos de linhagens, pode-se empregar cruzamentos dialélicos (Guimarães et al., 2007).

Em se tratando de novas fronteiras agrícolas, o cerrado tocantinense ganha destaque a cada ano que passa. Além de apresentar potencial para a produção de grãos como arroz e soja, mostra-se promissor para a exploração do milho, devido tanto às regularidades dos índices pluviométricos anuais bem, como das temperaturas ofertadas que são satisfatórias para o pleno crescimento e desenvolvimento desta última cultura (Cancellier et al., 2011). Para solos de cerrado, naturalmente pobres em fertilidade, faz-se necessário à condução *in loco* de programas de melhoramento de obtenção real de ganhos de seleção para populações superiores.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o potencial genético de 40 famílias de meios-irmãos de milho pipoca nas condições do sul do Estado do Tocantins.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins (280 m de altitude e coordenadas 11°43'45" S e 49°04'07" W), no Campus Universitário de Gurupi, em Gurupi – TO.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com duas repetições. A parcela experimental foi constituída de duas linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,70 m, com população final

de 20 plantas por linha. O preparo do solo foi realizado entre os meses de outubro e novembro de 2011. Realizou-se ainda nesse período a adubação de plantio, que foi feita de acordo com as análises de solo, utilizando-se uma dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 5-25-15+0,5% Zn. O plantio foi realizado em dezembro de 2011.

Na adubação de cobertura foram usados 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e empregou-se como fonte deste nutriente a ureia. As aplicações foram realizadas em duas épocas, sendo a primeira quando a cultura alcançou o estágio de quatro folhas completamente desenvolvidas (V4) e a segunda no estágio V8. O restante dos tratos culturais foi realizado sempre que necessário de acordo com as recomendações técnicas à cultura do milho (Galvão & Miranda, 2004).

Por meio de recombinações de dois genitores (marcas comerciais Paulista e Yoki), cultivados aleatoriamente em igual proporção, foram obtidas 40 famílias de meios-irmãos. As características avaliadas nas 40 famílias foram capacidade de expansão, número de grãos por fileira e produtividade de grãos.

A capacidade de expansão (ml ml<sup>-1</sup>) foi mensurada pelo cálculo da razão entre o volume da pipoca expandida e o peso dos grãos crus. Em cada parcela, amostra de 30 ml de grãos, medida em proveta graduada de 100 ml, e submetida à pesagem, foi estourada em pipoqueira elétrica. Os grãos foram postos na câmara de estouro da pipoqueira, quando a mesma apresentava temperatura de 100 °C (Miranda et al., 2008). O volume da pipoca expandida foi medido em proveta graduada de 1000 ml.

O número de grãos por fileiras foi determinado pela contagem manual dos grãos contidos em uma fileira, repetindo-se a operação em cinco fileiras aleatórias, com posterior obtenção de um número médio para tal característica.

Antes de proceder a análise estatística os dados de massa de grãos foram corrigidos para 13% de umidade, utilizando-se a seguinte fórmula:  $P_{13\%} = (P_c \times (1-U)) / (1-0,13)$ , em que  $P_{13\%}$  é o peso corrigido a 13% de umidade;  $P_c$  é o peso de campo observado do caráter por parcela e

$U$  é a umidade dos grãos observados em cada parcela expressa em decimais. A produtividade de grãos foi obtida pela pesagem dos grãos debulhados, em kg parcela<sup>-1</sup>, corrigidos para 13% de umidade e posteriormente convertidos os valores para kg ha<sup>-1</sup>.

Na predição de ganhos entre e dentro famílias foi empregado o índice de seleção com intensidade de 20%, com a escolha, dentro da família, de 4 plantas por linha, sendo oito por repetição, e oito famílias superiores entre as quarenta. A seleção foi realizada em relação a todas as características, no sentido de acréscimo em suas médias originais.

Na predição do ganho direto e indireto utilizaram-se estimadores baseados no diferencial de seleção. No ganho direto utilizou-se  $GS = (X_s - X_o)h^2_i / DS_i h^2_i$ , em que  $X_s$  é a média das famílias selecionadas à característica  $i$ ,  $X_o$  é a média da população original,  $DS_i$  é o diferencial de seleção praticado na população,  $h^2_i$  é a herdabilidade da característica  $i$ , em nível de família de meios-irmãos. No ganho indireto na característica  $j$ , por seleção na característica  $i$ , utilizou-se  $GS_{j(i)} = DS_i \text{Cov}g_{(i,j)} / S^2_{F_i}$ , em que  $\text{Cov}g_{(i,j)}$  é a covariância genética entre as características  $i$  e  $j$ , e  $S^2_{F_i}$  é a variância fenotípica da característica  $i$  (Cruz et al., 2004).

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do aplicativo computacional em Genética e Estatística - Genes (Cruz, 2006).

## Resultados e discussão

Os testes realizados por meio da análise de variância evidenciaram variabilidade genética entre as famílias de meios-irmãos para os caracteres número de grãos por fileira, produtividade de grãos e capacidade de expansão a 1% de probabilidade (Tabela 1).

Embora as famílias tenham apresentado desempenho quanto aos caracteres número de grãos por fileira e produtividade de grãos um pouco abaixo do que é observado para os cultivares desenvolvidos para o Sul e Sudeste do Brasil (Barreto et al., 2012; Leonello et al., 2009), mostraram-se bastante promissoras para a capacidade de expansão. Pelo fato das marcas Paulista e Yoki serem produtos comercializados e já terem sofrido algum grau de melhoramento é

provável que esses materiais tenham transmitido alelos de efeitos positivos para capacidade de expansão nas populações em estudo. Prova disto é que essas populações apresentaram média desse caráter superior a média mínima para a comercialização de 15 ml ml<sup>-1</sup> (Pacheco et al., 1996) e acima da média estabelecida por Vieira et al. (2009) de 30 ml ml<sup>-1</sup> como desejável num cultivar de milho pipoca. Face ao mercado cada

vez mais exigente, Rangel et al. (2007) sugeriram por meio dos parâmetros obtidos nesse estudo, capacidade de expansão de 26,50 ml g<sup>-1</sup> ou que corresponde a aproximadamente 32 ml ml<sup>-1</sup>. Mesmo assim, verifica-se que a média obtida nesse estudo supera essa última sugestão, o que comprova o potencial das famílias avaliadas.

Os coeficientes de variação

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância dos caracteres número de grãos por fileira em gramas, produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> e capacidade de expansão em ml ml<sup>-1</sup>, avaliados em 40 famílias de meios-irmãos de milho pipoca.

FV	GL	Quadrado Médio		
		Número de grãos por fileira	Produtividade de grãos	Capacidade de expansão
Bloco	1	9,38	41505,16	0,1445
Genótipo	39	139,78**	1397262,7**	532,46**
Resíduo	39	0,47702	2187,50	0,219
Média		18,39	1803,65	34,34
CVe (%)		3,76	2,59	1,36
ESTIMADORES		Estimativas dos parâmetros genéticos		
		NGF	PROD	CE
Variância fenotípica		69,89	698631,37	266,23
Variância ambiental		0,24	1093,75	0,11
Variância genotípica		69,65	697537,61	266,12
Coefficiente de variação genético (CVg)		45,38	46,31	47,51
Razão CVg/CVe		12,08	17,86	34,87

\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

experimental (CVe) para os três caracteres em estudo foram bem abaixo dos estabelecidos como ótimos por Fritsche-Neto et al. (2012) para a cultura do milho, o que indica elevada precisão experimental e alta confiabilidade nas estimativas obtidas.

O coeficiente de variação genético (CVg) é um parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade genética presente na população para um determinado caráter (Ferrão et al., 2008). De maneira geral, os altos valores do CVg denota a ampla variação genética entre as populações estudadas, podendo ser aproveitada para extração de linhagens e/ou formação de compostos.

Outro parâmetro genético mensurado no presente estudo foi a razão entre CVg e CVe, conhecida como valor b. O valor b quantifica a proporção entre os desvios da média do caráter que são causados pelos efeitos genéticos e os desvios provocados por fatores não controlados no experimento (efeitos não genéticos). Assim,

quando os valores são próximos ou maiores que uma unidade indica que a população em estudo apresenta condições favoráveis para o melhoramento genético (Paterniani & Miranda Filho, 1978). Neste sentido, os três caracteres avaliados nesse estudo são aptos à seleção. O caráter capacidade de expansão por apresentar um valor bem acima dos demais (34,87) tem maior probabilidade de sucesso na seleção de pelo menos um genótipo superior no que concerne esse caráter.

O conhecimento da relação entre caracteres é de grande importância para um programa de melhoramento, pois permite a seleção indireta, principalmente para aqueles caracteres que são de difícil mensuração (Falconer & Mackay, 1997). Como é desejável em um cultivar de milho pipoca elevada produtividade e alta capacidade de expansão, interessa ao programa selecionar simultaneamente genótipos com ambas as aptidões. Apesar de não ter sido estimado o coeficiente de correlação entre os caracteres

supracitados, sabe-se por meio de diversos trabalhos ao longo dos anos (Sawazaki, 1996; Miranda et al., 2003; Scapim et al., 2010) a existência de correlação negativa e significativa entre ambos os caracteres. Para Rodovalho et al. (2012) isto se deve ao fato da capacidade de expansão ser considerada de herança aditiva, enquanto que para o controle genético da produtividade de grãos predominam os efeitos não aditivos, como o desvio de dominância.

A capacidade de expansão é a principal característica considerada na avaliação da qualidade de milho pipoca. Para a agroindústria, a produtividade de grãos e outras características correlacionadas são secundárias em relação à qualidade da pipoca (Miranda et al., 2003). Neste contexto, tomando como base a elevada média constatada para a capacidade de expansão e suas respectivas estimativas dos parâmetros genéticos, fica evidente que as

populações em estudo apresentam potencial genético para serem utilizadas como fonte de germoplasma para obtenção de cultivares de milho pipoca de qualidade.

O ganho com a seleção foi positivo para os três caracteres em questão, embora em proporções variadas (Tabela 2). De forma geral, os ganhos devem ser maiores quando a seleção for praticada dentro das famílias. Nestas condições, além de serem explorados os efeitos aditivos, tiram-se proveitos dos não aditivos, como o desvio de dominância. Novamente os caracteres produtividade de grãos e capacidade de expansão foram os que melhor responderam a seleção, com o primeiro apresentando vantagem quando o ganho é estimado em termos absolutos e o segundo quando se considera o ganho em percentual.

Cardoso et al. (2003) trabalharam com

**Tabela 2.** Estimativas da predição de ganhos com a seleção para os caracteres número de grãos por fileira em gramas, produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> e capacidade de expansão em ml ml<sup>-1</sup>, avaliados em 40 famílias de meios-irmãos de milho pipoca.

Seleção em	Estimador	Ganho em		
		Número de grãos por fileira	Produtividade de grãos	Capacidade de expansão
Entre	GS <sub>1</sub>	0,46	46,77	0,91
Entre	GS <sub>2</sub> (%)	2,53	2,59	2,65
Dentro	GS <sub>1</sub>	0,54	54,06	1,05
Dentro	GS <sub>2</sub> (%)	2,93	2,99	3,07

populações compostas de milho comum e estimaram ganhos diretos com a seleção para produtividade de grãos de aproximadamente 3,53% (entre progênies de meios-irmãos) e 2,10% (dentro de progênies de meios-irmãos). Tempo após, Candido et al. (2011) estimaram ganhos diretos para esse mesmo caráter, com aproximadamente 5,26%. Os ganhos com a seleção para produtividade de grãos no presente estudo foram de 2,59% (entre) e 2,99% (dentro). Isso demonstra que o ganho com a seleção para o milho pipoca se equipara com o do milho comum. Entretanto, o milho comum ainda tem superioridade quando se trata de ganhos com a seleção visando aumento em produtividade, pelo fato de apresentar maior variabilidade genética.

Viana (2007) trabalhou com famílias de meios-irmãos de milho pipoca e estimou o

ganho com a seleção direta para capacidade de expansão de 7,8%. No presente estudo, os ganhos diretos para esse caráter foram de 0,91 (entre) e 1,05 (dentro), enquanto Matta & Viana (2003) observaram ganhos de 1,42. Vale destacar que as médias observadas nos estudos de referência foram inferiores a do presente estudo. É muito provável que as populações avaliadas nesse trabalho estejam mais próximas do limite de melhoramento, o que deflacionou os ganhos com a seleção do caráter.

O ganho direto com a seleção é a forma mais fácil e prática de obter avanços genéticos para um caráter (Cruz et al., 2004). No entanto, quando o objetivo de seleção é específico a um caráter, os demais envolvidos podem ser afetados positiva ou negativamente. Fato este que explica a não equiparidade do ganho de seleção para capacidade de expansão e produtividade, em

consequência da correlação negativa existente entre ambos. Esse comportamento é conhecido como resposta correlacionada (Hallauer & Miranda Filho, 1995). Neste contexto, Matta & Viana (2003) estudaram três alternativas para obter ganhos para produtividade de grãos e capacidade de expansão, (i) estimar ganhos diretos sobre produtividade e verificar o quanto influenciou na capacidade de expansão; (ii) estimar os ganhos diretos sobre capacidade de expansão e averiguar o quanto comprometeu a produtividade de grãos e (iii) estimar os ganhos com base no índice livre de pesos ou parâmetros proposto por Elston (1963), com os caracteres capacidade expansão e produtividade de grãos sendo estipulados por pontos de corte.

Estes autores observaram perdas significativas para os caracteres selecionados indiretamente nas duas primeiras alternativas, enquanto que a seleção praticada por meio do índice possibilitou ganhos de 71,1% para capacidade de expansão e 61,5% para produtividade de grãos. No presente trabalho, a estratégia de seleção utilizada como parâmetro o número de grãos por fileira apresentou ganhos de seleção indiretos da capacidade de expansão (12,75%) e produtividade de grãos (61,30%), onde o ganho com a principal característica do milho pipoca teve aumentos substanciais, além de acréscimo no potencial produtivo da população (Tabela 3).

**Tabela 3.** Ganhos preditivos para capacidade de expansão (CE) e produtividade de grãos (PROD), com diferentes estratégias de seleção.

Seleção direta	CE		PROD	
	GS	(GS%)	GS	(GS%)
CE	6,61	48,87	2,92	21,61
NGF	19,47	12,75	93,59	61,30
PROD	101,49	5,63	1138,76	63,14

De fato as populações avaliadas neste estudo oferecem subsídios para melhorar tanto quantitativamente (número de grãos por fileira e produtividade de grãos) como qualitativamente (capacidade de expansão) um programa de melhoramento de milho pipoca. Esse potencial pode ser explorado em diferentes estratégias de melhoramento, por meio da seleção isolada ou simultânea de caracteres. Conforme seja o objetivo, diferentes métodos podem ser utilizados, desde os que capitalizam os efeitos aditivos, como a extração de linhagens (seleção recorrente intrapopulacional) até os que exploram efetivamente os efeitos não aditivos, como a formação de sintéticos (seleção recorrente interpopulacional).

### Conclusões

As famílias de meios-irmãos de milho pipoca obtidas para cerrado tocantinense apresentam potencial genético para serem utilizadas em programas de melhoramento visando à obtenção de progênies superiores.

As famílias de meios-irmãos de milho pipoca selecionadas para cerrado tocantinense

apresentaram ganhos médios acima de 2,5% em número de grãos por fileira, capacidade de expansão e produtividade de grãos.

### Referências

- Barreto, R.R., Scapim, C.A., Amaral-Júnior, A.T., Rodovalho, M.A., Vieira, R.A., Schuelter, A.R. 2012. Avaliação da capacidade de combinação de famílias S2 de milho-pipoca por meio de diferentes testadores. *Semina: Ciências Agrárias* 33: 873-890.
- Cancellier, L.L., Afféri, F.S., Cruz, O.S., Pelúzio, J.M., Vaz-de-Melo, A. 2011. Desempenho de populações de milho para produção de grãos e consumo in natura no Estado de Tocantins. *Revista Ciência Agronômica* 42: 542-553.
- Candido, L.S., Andrade, J.A.C., Garcia, F.Q., Gonçalves, L.S.A., Amaral-Júnior, A.T. 2011. Seleção de progênies de meios-irmãos do composto Isanão VF-1 de milho na safra e safrinha. *Ciência Rural* 41: 947-953.
- Cardoso, M.J., Carvalho, H.W.L., Leal, M.L.D., Santos, M.X. 2003. Melhoramento genético das cultivares de milho CMS 47 e BR 5039 (São Vicente) na região meio-norte do Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 2: 88-96.
- Cruz, C.D. 2006. *Programa Genes: Estatística Experimental e Matrizes*. 1ª Ed. UFV, Viçosa, Brasil.

285 p.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. 2004. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3ª. ed. UFV, Viçosa, Brasil. 480 p.

Elston, R.C.A. 1963. Weight-free index for the purpose of ranking or selection with respect to several traits at a time. *Biometrics* 19: 85-97.

Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. 1997. *Introduction to quantitative genetics*. 4ª. ed. Longman Group, Londres, England. 464 p.

Ferrão, R.G., Cruz, C.D., Ferreira, A., Cecon, P.R., Ferrão, M.A.G., Fonseca, A.F.A. Carneiro, P.C.S., Silva, M.F. 2008. Parâmetros genéticos em café conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 61-69.

Fritsche-Neto, R. Vieira, R.A., Scapim, C.A., Miranda, G.V., Rezende, L.M. 2012. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. *Acta Scientiarum Agronomy* 34: 99-101.

Galvão, J.C.C., Miranda, G.V. 2004. *Tecnologias de produção de milho*. UFV, Viçosa, Brasil. 366 p.

Guimarães, O.S., Paterniani, E., Luders, R.R., Souza, A.P. 2007. Correlação da heterose de híbridos de milho com divergência genética entre linhagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 811-816.

Hallauer, A.R., Miranda Filho, J.B. 1995. *Quantitative genetics in maize breeding*. 2ª. ed. Iowa State University Press, Ames, EUA. 468 p.

Leonello, L.A.F., Cazetta, D.A., Fornasieri-Filho, D. 2009. Características agronômicas e qualidade comercial de cultivares de milho pipoca em alta população. *Acta Scientiarum Agronomy* 31: 215-220.

Matta, F.P., Viana, J.M.S. 2003. Eficiências relativas dos processos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos em população de milho-pipoca. *Ciência e Agrotecnologia* 27: 548-556.

Miranda, D.S., Silva, R.R., Tanamati, A.A.C., Cestari, L.A., Madrona, G.S., Scapim, M.R. 2011. Avaliação da qualidade do milho-pipoca. *Revista Tecnológica* 4: 13-20.

Miranda, G.V., Coimbra, R.R., Godoy, C.L., Souza, L.V., Guimarães, L.J.M., Vaz-de-Melo, A. 2003. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 681-688.

Miranda, G.V., Souza, L.V., Galvão, J.C.C., Guimarães, L.J.M., Vaz-de-Melo, A., Santos, I.C. 2008. Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica* 162: 431-440.

Pacheco, C.A.P., Castoldi, F.L., Alvarenga, E.M. 1996. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho-pipoca. *Revista Brasileira de Sementes* 18: 267-270.

Paterniani, E., Campos, M.S. 1999. Melhoramento do milho. In: Borém, A. (ed.) *Melhoramento de espécies cultivadas*. UFV, Viçosa, Brasil. p. 429-485.

Paterniani, E., Miranda Filho, J.B. 1978. Melhoramento de população de milho. In: Paterniani, E., Viegas, G.P. (ed.) *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. Fundação Cargill, Campinas, Brasil. p. 202-256.

Pinto, R.J.B., Kvitschal, M.V., Scapim, C.A., Fracaro, M., Bignotto, L.S., Souza-Neto, I.L. 2007. Análise dialélica parcial de linhagens de milho-pipoca. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 6: 325-337.

Rangel, R.M., Amaral-Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Freitas-Júnior, S.P., Candido, L.S. 2011. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. *Revista Ciência Agronômica* 42: 473-481.

Rangel, R.M., Amaral-Júnior, A.T., Viana, A.P., Freitas-Júnior, S.P., Pereira, M.G. 2007. Prediction of popcorn hybrid and composites means. *Crop breeding and applied biotechnology* 7: 287-295.

Rodvalho, M.A., Scapim, C.A., Pinto, R.J.B., Barreto, R.R., Ferreira, F.R. A.; Clóvis, L.R. 2012. Comparação de testadores em famílias s2 obtidas do híbrido simples de milho-pipoca IAC-112. *Bioscience Journal* 28: 145-154.

Santos, F.S., Amaral-Júnior, A.T., Freitas-Júnior, S.P., Rangel, R.M., Pereira, M.G. 2007. Predição de ganhos genéticos por índices de seleção na população de milho pipoca UNB-2U sob seleção recorrente. *Bragantia* 66: 391-298.

Sawazaki, E. 1996. *Parâmetros genéticos em milho pipoca (Zea mays L.)*. 157 f. (Tese de Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.

Scapim, C.A., Amaral-Júnior, A.T., Vieira, R.A., Moterle, L.M., Teixeira, L.R., Viganó, J., Sandoval-Júnior, G.B. 2010. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. *Semina: Ciências Agrárias* 31: 321-330.

Viana, J.M.S. 2007. Melhoramento intrapopulacional recorrente de milho-pipoca,

com famílias de meios-irmãos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 6: 199-210.

Vieira, R.A., Rodovalho, M.A., Scapim, C.A., Tessmann, D.J., Amaral-Júnior, A.T., Bignotto, L.S. 2009. Desempenho agrônômico de novos híbridos de milho-pipoca no Noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Agronomy* 31: 29-36.

Vittorazzi, C., Amaral-Júnior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Candido, L.S., Silva, T.R.C. 2013. Seleção de pré-cultivares de milho-pipoca baseado em índices não paramétricos. *Revista Ciência Agronômica* 44: 356-362.