

# Características agronômicas e qualidade comercial de cultivares de milho pipoca em alta população

Luiz Augusto Fumagalli Leonello, Disney Amélio Cazetta\* e Domingos Fornasieri Filho

<sup>1</sup>Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: [disnei@fcav.unesp.br](mailto:disnei@fcav.unesp.br)

**RESUMO.** Com o objetivo de identificar cultivares de milho pipoca que se constituam em alternativa viável aos produtores foi conduzido um experimento em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco genótipos de milho pipoca (BRS Ângela, Zélia, IAC 112, IAC 12 e IAC TC-01) e quatro repetições, na safra 2003/2004. O experimento foi instalado em espaçamento entre as linhas de 60 cm, com densidade populacional de 75 mil plantas por hectare. No decorrer do experimento, foram avaliadas características agronômicas e comerciais em condição de campo e de laboratório. A variedade BRS Ângela apresentou maior produtividade, seguida pelos híbridos simples IAC, com Zélia (híbrido triplo) apresentando menor produtividade. O híbrido simples IAC 12 apresentou pior qualidade comercial de pipoca. A produção de grãos está associada positivamente com o número de grãos por espiga e com a massa de 1.000 grãos e negativamente com o teor de  $N_{total}$  no grão. A qualidade comercial se correlacionou negativamente com a massa de 1.000 grãos.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., capacidade de expansão, componentes produtivos.

**ABSTRACT. Agronomic characteristics and commercial quality of popcorn maize cultivars.** In order to identify popcorn cultivars that constitute a viable alternative for popcorn producers, an experiment was conducted using a randomized blocks experimental design with five genotypes (BRS Ângela, Zélia, IAC 112, IAC 12 and IAC TC-01) and four repetitions, during the 2003/2004 crop. The experiment was carried out with 60 cm spacing between lines and density of 75 thousand plants per hectare. During the experiment, agronomic and commercial characteristics were evaluated, under field and laboratory conditions. The variety BRS Ângela featured increased yield, followed by simple hybrids IAC, with Zélia (triple hybrid) showing lower yield. The simple hybrid IAC 12 showed the lowest commercial quality of popcorn. Grain production was positively associated with the number of grains per ear and with the weigh of 1,000 grains, and negatively with the level of  $N_{total}$  in grain. The commercial quality was negatively influenced by the weigh of 1,000 grains.

**Key words:** *Zea mays* L., popping expansion, yield components.

## Introdução

O consumo nacional de milho pipoca é de aproximadamente 80.000 t, das quais em torno de 20.000 t corresponde a grãos importados, principalmente da Argentina. A principal razão da dependência da pipoca à importação é o reduzido número de programas de melhoramento em desenvolvimento por instituições envolvidas com esta cultura (SAWAZAKI, 2001). Como exemplo pode-se citar os programas de melhoramento desenvolvidos em Campinas e Piracicaba, Estado de São Paulo, Sete Lagoas e Viçosa, Estado de Minas Gerais, Londrina e Maringá, Estado do Paraná e Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro (SANTOS et al., 2008).

Além do pequeno número de cultivares disponíveis, outro fator limitante para o crescimento da cultura no Brasil é a escassez de informações específicas. Essa escassez ocorre notadamente no que se refere à adaptabilidade e estabilidade das cultivares disponíveis frente às variações ambientais. A resposta diferenciada das cultivares à variação ambiental denomina-se de interação genótipo x ambiente. Para constatar a presença e estimar a magnitude da interação é necessário avaliar as cultivares em vários ambientes. Independentemente da metodologia empregada, as informações obtidas permitem classificar as cultivares quanto à adaptabilidade e estabilidade, identificando as mais apropriadas para determinada condição ambiental ou região, o que

pode representar acréscimos substanciais na produção (VENDRUSCOLO et al., 2001; NUNES et al., 2002; PINHO et al., 2003).

Cultivares estáveis são aquelas que, ao longo dos anos e dentro de determinada área geográfica, têm menor oscilação de produtividade, respondendo à melhoria do ambiente (anos mais favoráveis) e não tendo grandes quedas de produção nos anos mais desfavoráveis. De nada adianta usar uma cultivar de alto potencial produtivo e de maior custo, se o manejo e as condições da lavoura não permitem a expressão do seu potencial genético (FORNASIERI FILHO, 2007). Diante disso, a busca de cultivares de pipoca produtivas, com alta qualidade e adaptadas às diversas regiões produtoras é preocupação dos melhoristas, além do desenvolvimento de tecnologia específica para a cultura nas diversas condições agroclimáticas.

Há vários fatores que afetam a eficiência da produção de milho pipoca. Entre eles, a escolha da cultivar tem elevado destaque, havendo relatos na literatura disponível sobre diferenças entre cultivares com relação à produtividade de grãos e à qualidade comercial do grão (GALVÃO et al., 2000). Nunes et al. (2002), trabalhando com adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho pipoca, concluíram que as cultivares diferem quanto à adaptabilidade e estabilidade na produtividade de grãos e ICE; esta última característica é mais sensível às alterações desfavoráveis do ambiente do que a produtividade de grãos.

O valor comercial do milho pipoca está relacionado à sua qualidade, e o índice de capacidade de expansão (ICE) é o principal parâmetro de qualidade da pipoca, definida pela relação existente entre o volume de pipoca obtido e a massa de grãos antes de serem submetidos ao estouro. Quanto maior for a capacidade de expansão, maior o valor comercial da cultivar (SAWAZAKI et al., 1986). No entanto, nada vale uma cultivar de elevada ICE e com baixa produtividade ou com elevada ICE e coloração de grão que não atenda ao consumidor. Santos et al. (2008) observaram ser a herdabilidade para ICE superior à da produção de grãos no terceiro ciclo de seleção recorrente na população UNB-2U de milho pipoca.

Segundo Green Junior e Harris Junior (1960), de acordo com os padrões de qualidade norte-americanos, genótipo de milho pipoca menor que 25 mL g<sup>-1</sup> é considerado pobre; se o ICE estiver entre 25 a 30, ele é considerado regular; valores entre 30 e 35 são considerados como bons e acima de 35 como excelentes. De acordo com Pacheco et al.

(1996), para que o milho pipoca seja comercializado, precisa ter, no mínimo, um ICE de 15 mL mL<sup>-1</sup>.

Devido a baixa capacidade de expansão das variedades brasileiras de milho pipoca, a introdução de germoplasma norte-americano de alta qualidade é frequente nos programas de melhoramento de populações e de híbridos em desenvolvimento (SAWASAKI et al., 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de cinco cultivares de milho pipoca em Jaboticabal, Estado de São Paulo, e determinar aquela(s) com as características agrônômicas e de qualidade comercial dos grãos que possibilitem seu cultivo econômico em alta densidade populacional.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido em área experimental junto ao Departamento de Produção Vegetal na FCAV-Unesp, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, localizado a 21°15'22" de Latitude Sul e 48°18'58" de Longitude Oeste, com altitude de 595 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho eutrófico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). Segundo a classificação de Köppen, o clima pode ser considerado como Aw (clima megatérmico/tropical úmido), com chuvas no verão e inverno relativamente seco, apresentando precipitação média anual de 1.435 mm e temperatura média anual de 21,1°C.

Antes da instalação do experimento, a área estava ocupada com *Crotalaria juncea* L., semeada no ano anterior para produção de sementes. A leguminosa foi desintegrada em setembro de 2003, mediante uma passada de roçadora tratorizada, seguida de incorporação profunda em outubro, por meio de duas gradagens aradoras e uma aração com aiveca, finalizando com uma gradagem niveladora para preparar o solo para a semeadura. Foram coletadas amostras de solo da área na camada de 0-20 cm de profundidade, e realizada a análise química de acordo com a metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983), apresentando os seguintes valores: M.O.: 16 g dm<sup>-3</sup>; pH CaCl<sub>2</sub>: 6,1; P<sub>resina</sub>: 30 mg dm<sup>-3</sup>; K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC em mmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>, respectivamente, 2,2; 39; 31; 15; 72,2 e 87,2; com saturação de bases (V%) de 83%.

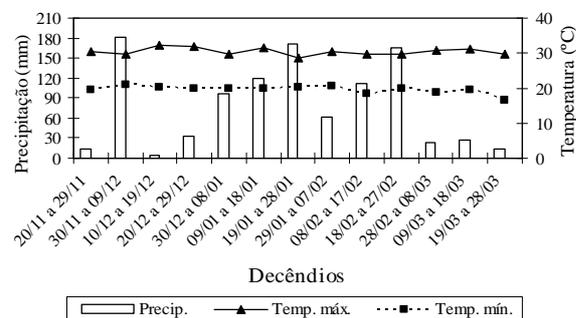
O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos, representados por cultivares de milho pipoca (Tabela 1), com quatro repetições. Cada parcela foi representada por cinco linhas com 10 m de comprimento, sendo considerada como parcela útil para as avaliações as três linhas centrais.

**Tabela 1.** Cultivares de milho pipoca utilizadas em 2003/2004. Jaboticabal, Estado de São Paulo.

Cultivar	Tipo	Cor do grão
BRS Ângela	Varietade	Branca
Zélia	Híbrido triplo	Amarela
IAC 112	Híbrido simples modificado	Amarela
IAC 12	Híbrido simples	Amarela
IAC TC-01	Híbrido simples (pré-comercial)*	Amarela

\*Cultivar em fase de lançamento.

A cultura foi instalada em 20/11/2003, em espaçamento entre as linhas de 60 cm, com densidade populacional de 75 mil plantas por hectare. Na adubação de semeadura, foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 + 0,3% de Zn; em cobertura, 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de nitrato de amônio com as plantas no estágio de 4 a 5 folhas (CANTARELLA et al., 1997). O controle de plantas invasoras foi feito pelo preparo do solo antes da semeadura e com capinas manuais durante o desenvolvimento da cultura. Foi efetuada uma única aplicação a alto volume (300 L ha<sup>-1</sup> de calda) do inseticida clorpirifos na dosagem de 0,5 L ha<sup>-1</sup> p.c., com pulverizador costal, para o controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Os dados relativos à precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C) foram levantados no decorrer do período experimental e se encontram na Figura 1.

**Figura 1.** Dados meteorológicos por decêndios durante o período de desenvolvimento da cultura do milho pipoca na safra 2003/2004. Jaboticabal, Estado de São Paulo.

As avaliações realizadas durante a condução do trabalho foram:

**a) Emergência ( $V_E$ ), Pendoamento ( $V_T$ ) e Protandria:** foram observados os períodos de ocorrência da emergência das plantas, do pendoamento em dias após a emergência (DAE) e da ocorrência da protandria (intervalo em dias entre o pendoamento e o espigamento das plantas), determinados quando a maioria das plantas de cada cultivar apresentava as características distintas de cada período.

**b) Índice de espiga (IE):** determinado pela razão entre o número de espigas comerciais e o número de plantas na área útil da parcela.

**c) Altura de inserção da primeira espiga (AE):** distância entre a inserção da primeira espiga e a base da planta, em dez plantas por parcela.

**d) Altura da planta (AP):** distância (cm) entre o nó basal do pendão e a base da planta, em dez plantas por parcela.

**e) Número de grãos por espiga (NGE) e massa de grãos por espiga (MGE):** determinado em cinco espigas por parcela, mediante a contagem do número de fileiras por espiga e do número de grãos de duas fileiras, seguida por debulha manual e pesagem em balança de duas casas decimais, com umidade corrigida a 13% b.u.

**f) Massa de 1.000 grãos (M1000):** nas cinco espigas debulhadas manualmente, foram coletadas quatro amostras de 100 grãos que foram avaliadas em balança de duas casas decimais, sendo o valor médio multiplicado por 10, com umidade corrigida a 13% b.u.

**g) Produtividade (PROD):** determinada pela coleta manual das espigas na área útil e debulha em debulhador manual, expressa em kg ha<sup>-1</sup>, com umidade corrigida a 13% b.u.

**h) Índice de Capacidade de Expansão (ICE):** o ICE foi determinado pela relação entre o volume de pipoca obtido (medido em proveta de 1.000 cm<sup>3</sup>) e massa de 30 g de grãos, expressando o índice em mL g<sup>-1</sup>. A pipoca foi estourada em pipoqueira convencional (utilizando óleo vegetal para uniformizar o aquecimento).

**i) Teor de  $N_{Total}$  nos grãos (TNG):** os grãos utilizados para a avaliação da massa de 1.000 grãos foram moídos e uma porção de 0,10 gramas foi submetida à digestão sulfúrica, conforme metodologia descrita em Sarrauge e Haag (1974). O produto da digestão foi destilado e, posteriormente, titulado mensurando o teor de  $N_{total}$  nos grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Quando alcançada significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Para verificar a associação entre variáveis, foi realizada análise de correlação linear simples, pelo teste t a de 5% de probabilidade, entre as variáveis avaliadas para as cultivares.

## Resultados e discussão

A emergência das cultivares ocorreu aos seis dias após a semeadura; a BRS Ângela e a Zélia alcançaram o estágio  $V_T$  (pendoamento) aos 47 dias após a emergência (DAE), e o período de protandria foi da ordem de sete dias na Zélia e três dias na BRS Ângela. As demais cultivares atingiram o estágio  $V_T$  aos 43 DAE

e o período de protandria foi da ordem de três dias.

O teste F da análise de variância foi significativo, em nível de 1% de probabilidade, para todas as características avaliadas (Tabela 2).

Com relação à altura de plantas, a BRS Ângela, IAC 112 e IAC 12 apresentaram altura de plantas superiores às de Zélia e IAC TC – 01 (Tabela 2). Sawazaki et al. (2003), utilizando densidade populacional ao redor de 55 mil plantas por hectare, obtiveram altura ao redor de 208 cm com o IAC 112. A ocorrência de plantas altas no experimento é explicada pela alta densidade de plantas utilizada.

Para altura de inserção da primeira espiga, a BRS Ângela apresentou espiga mais elevada (Tabela 2). Os híbridos Zélia e IAC 112 apresentaram valores de inserção da primeira espiga próximos aos observados por Sawazaki et al. (2003).

Quanto ao número de espigas comerciais por planta (IE), todas as cultivares apresentaram-se como não-prolíficas, com as plantas com número médio de espigas inferior a um, provavelmente pela elevada população de plantas (Tabela 2). A redução na densidade populacional em milho possibilita a obtenção de plantas com espigas em maior número e de maior peso (ARGENTA et al., 2001). A Zélia apresentou menor produtividade, resultado da elevada suscetibilidade ao *Corn stunt*, cuja elevada intensidade antes do estágio V<sub>T</sub> interferiu na geração de fotoassimilados pela planta e na sua translocação para a espiga em formação.

Na avaliação do número de grãos por espiga (Tabela 2), a BRS Ângela apresentou-se superior às demais, e Zélia apresentou o menor valor.

Observando a massa de grãos por espiga (Tabela 2), a variedade BRS Ângela destacou-se com maior valor, com Zélia apresentando o menor valor, o que se deve, provavelmente, à elevada incidência de *Corn stunt* nesta, interferindo diretamente na síntese e translocação de fotoassimilados. Isso também pode ser devido ao elevado período de protandria apresentado pela Zélia, propiciando falhas na polinização e fecundação, bem

como desenvolvimento inadequado dos grãos.

A variedade BRS Ângela destacou-se também quanto à massa de 1.000 grãos, porém não diferindo do IAC TC-01 (Tabela 2). As cultivares IAC 112 e IAC 12 apresentaram valores intermediários; a Zélia, a menor massa. Sawazaki et al. (2003) observaram massa de 1.000 grãos de 135 g para IAC 112, ou seja, superior à observado neste trabalho.

Com relação à produtividade de grãos (Tabela 2), o destaque foi a BRS Ângela; a Zélia apresentou a menor produtividade de grãos. Por a BRS Ângela ser uma variedade de polinização aberta e as demais híbridos entre linhagens, esperava-se uma superioridade produtiva destas. Provavelmente, isso se deva ao fato da cultura ter sido semeada no final do mês de novembro (semeadura tardia), tornando os híbridos mais suscetíveis aos efeitos do ambiente, por apresentarem menor adaptabilidade e estabilidade ambiental relativamente às variedades (VENDRUSCOLO et al., 2001).

Avaliando a adaptabilidade e estabilidade de cultivares na região Centro-Sul do Brasil, Vendruscolo et al. (2001) obtiveram produtividades entre 961 e 2.730 kg ha<sup>-1</sup>, com média de 1.835 kg ha<sup>-1</sup>, havendo, pois, cultivares com diferentes graus de adaptabilidade. Em condições irrigadas, Coimbra et al. (2001) obteve produtividades médias das cultivares Zélia e IAC 112 de 5.400 e 5.311 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Sawazaki et al. (2003) também observaram maior produtividade da IAC 112 em relação à cultivar Zélia. O baixo desempenho da Zélia pode ser explicado pelas condições adversas de densidade populacional e, principalmente, pela elevada incidência de enfezamento, doença a que a cultivar é bastante suscetível.

Com relação ao teor de N<sub>total</sub> nos grãos a cultivar Zélia sobressaiu-se, apresentando o maior teor (Tabela 2). Quanto ao ICE, a IAC 12 foi superior às demais, com a Zélia apresentando o menor valor (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores do teste F, coeficientes de variação (%) e valores médios da altura de planta (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE), índice de espiga (IE), número de grãos por espiga (NGE), massa de grãos por espiga (MGE), massa de 1.000 grãos (M1000), produtividade (PROD), teor de N<sub>total</sub> nos grãos (TNG) e índice de capacidade de expansão (ICE) de cultivares de milho-pipoca no ano agrícola 2003/2004. Jaboticabal, Estado de São Paulo.

Cultivar	AP (cm)	AE (cm)	IE	NGE	MGE (g)	M1000 (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	TNG (g kg <sup>-1</sup> )	ICE (mL g <sup>-1</sup> )
BRS Ângela	260 a	165 a	0,84 a	610 a	67,60 a	110,80 a	3.865 a	1,60 c	27,17 bc
Zélia	216 b	111 b	0,56 b	415 d	33,90 c	81,60 c	1.113 c	1,91 a	25,83 c
IAC 112	242 a	127 b	0,92 a	500 b	46,37 b	92,70 b	2.797 b	1,85 ab	28,83 b
IAC 12	243 a	122 b	0,93 a	503 b	47,70 b	94,80 b	2.960 b	1,65 c	31,83 a
IAC TC-01	202 b	117 b	0,93 a	470 c	47,97 b	102,00 ab	2.930 b	1,73 bc	27,33 bc
F	21,53**	27,26**	59,57**	204,39**	104,72**	32,34 **	202,33**	16,43 **	24,10 **
CV(%)	3,76	5,45	4,23	1,72	4,20	3,44	4,45	3,26	2,87

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Todos os materiais apresentaram valores superiores aos relatados por Pacheco et al. (1996), que citam ICE mínimo de 15 mL g<sup>-1</sup> como valor mínimo para a comercialização do milho pipoca no Brasil. Sawazaki et al. (2003) não obtiveram diferenças significativas entre as cultivares IAC 112 e Zélia para esse componente comercial.

Na Tabela 3, estão apresentados os coeficientes de correlação entre diversos caracteres agrônômicos e de qualidade comercial dos grãos. A altura de planta não se correlacionou com a produtividade; já a altura de inserção da primeira espiga correlacionou-se positivamente com a mesma (Tabela 3), ou seja, materiais com maior altura de inserção de espiga são mais produtivos. Sawazaki et al. (2003) igualmente observaram correlação positiva entre altura de inserção de espiga e produtividade de grãos.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação (r) dos caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), índice de espiga (IE), número de grãos por espiga (NGE), massa de grãos por espiga (MGE), índice de capacidade de expansão (ICE), massa de 1.000 grãos (M1000), teor de N<sub>total</sub> nos grãos (TNG) e produtividade (PROD) de cultivares de milho pipoca no ano agrícola 2003/2004. Jaboticabal, Estado de São Paulo.

	AP	AE	IE	NGE	MGE	M1000	TNG	ICE
PROD	r = 0,56 <sup>NS</sup>	r = 0,81 <sup>**</sup>	r = -0,50 <sup>NS</sup>	r = 0,89 <sup>**</sup>	r = 0,93 <sup>**</sup>	r = 0,81 <sup>**</sup>	r = -0,65 <sup>*</sup>	r = -0,40 <sup>NS</sup>
M1000	-	-	-	-	-	-	r = -0,65 <sup>*</sup>	r = -0,71 <sup>*</sup>
ICE	-	-	-	-	-	-	r = 0,007 <sup>NS</sup>	-

\*\* , \* e <sup>NS</sup> = significativo a 1% de probabilidade, significativo a 5% de probabilidade e não-significativo, respectivamente.

Com relação ao índice de espiga, este não se correlacionou com a produtividade, diferentemente do observado por Sawazaki et al. (2003), que encontraram correlação positiva entre produtividade e o índice de espiga. Isso provavelmente se deva à elevada densidade populacional utilizada no presente trabalho, o que inibiu a formação de maior número de espigas por planta. A produtividade correlacionou-se positivamente com número de grãos por espiga, com massa de grãos por espiga e com massa de 1.000 grãos (Tabela 3).

Quanto à qualidade comercial da pipoca representada pelo ICE, ela se correlacionou negativamente com a massa de 1.000 grãos, ocorrendo o mesmo com a produtividade de grãos. Song e Eckahoff (1994) também relataram que a massa unitária do grão afeta significativamente o ICE. Sawazaki et al. (1986) verificaram que o volume de expansão do milho-pipoca aumentou com a menor massa unitária do grão, porém o fato de a capacidade de expansão ter sido maior nos grãos menores deve-se ao maior número de grãos que ocorre no volume de 30 cm<sup>3</sup>, compensando a desvantagem unitária na expansão. Por sua vez

Sawazaki et al. (2003) não encontraram correlação entre ICE e produtividade. Nunes et al. (2002), avaliando nove cultivares de milho-pipoca, constataram ser o híbrido IAC 112 possuidor de maior produtividade de grãos e elevado ICE. Dofing et al. (1991), no entanto, encontraram correlação negativa entre produtividade e ICE.

Também foi verificado que não houve influência do teor de N<sub>total</sub> nos grãos sobre o ICE. Por outro lado, quando se comparou massa de 1.000 grãos com teor de N<sub>total</sub> nos grãos, foi observado coeficiente de correlação (r) negativo, ou seja, o aumento da massa de 1.000 grãos proporcionou a diminuição de N<sub>total</sub> nos grãos, o que é explicado pelo efeito de diluição desse elemento nos grãos maiores. Observou-se, ainda, que a produtividade está negativamente ligada ao teor de N<sub>total</sub> nos grãos, o que é novamente explicado pelo efeito de diluição desse elemento nos grãos maiores (Tabela 3).

## Conclusão

A variedade BRS Ângela apresentou maior produtividade de grãos.

A qualidade comercial de pipoca de todas as cultivares foram adequadas à comercialização, com IAC 12 superior às demais.

A produtividade de grãos correlacionou-se positivamente com a altura de inserção da primeira espiga, com o número de grãos por espiga e com a massa unitária de grãos.

## Referências

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B.; SAWAZAKI, E. Recomendações de adubação e calagem no milho-pipoca para o Estado de São Paulo. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 62-63.
- COIMBRA, R. R.; MIRANDA, G. V.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S. Correlações entre caracteres na população de milho pipoca DFT-1 Ribeirão. **Revista Ceres**, v. 48, n. 278, p. 427-435, 2001.
- DOFING, S. M.; CROZ-MASON, N. D.; THOMAS-COMPTON, M. A. Inheritance of expansion volume and yield in two popcorn x dent crosses. **Crop Science**, v. 31, n. 3, p. 715-718, 1991.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPQSO, 1999.

- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007.
- GALVÃO, J. C. C.; SAWAZAKI, E.; MIRANDA, G. V. Comportamento de híbridos de milho-pipoca em Coimbra, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 47, n. 247, p. 201-218, 2000.
- GREEN JUNIOR, V. E.; HARRIS JUNIOR, E. D. Popcorn quality and the measurement of popping expansion. **Proceedings of the Soil and Crop Science Society of Florida**, v. 20, n. 1, p. 28-41, 1960.
- 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**, v. 1, n. 3, p. 78-88, 2002.
- PACHECO, C. A. P.; CASTOLDI, F. L.; ALVARENGA, E. M. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, p. 267-270, 1996.
- PINHO, R. G.; BRUGNERA, A.; PACHECO, C. A. P.; GOMES, M. S. Estabilidade de cultivares de milho-pipoca em diferentes ambientes no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 53-61, 2003.
- RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983.
- 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**, v. 30, n. 5, p. 651-655, 2008.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Esalq, 1974. (Mimeografado).
- SAWAZAKI, E. A cultura do milho-pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, v. 53, n. 2, p. 11-13, 2001.
- SAWAZAKI, E.; MORAES, J. F. L.; LAGO, A. A. Influência do tamanho e umidade do grão na expansão da pipoca. **Bragantia**, v. 45, n. 2, p. 363-370, 1986.
- SAWAZAKI, E.; CASTRO, J. L.; GALLO, P. B.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SILVA, R. N.; LUDERS, R. R. Potencial de híbridos temperados de milho-pipoca em cruzamento com o testador semitropical IAC 12. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 61-70, 2003.
- SONG, A.; ECKHOFF, S. R. Optimum popping moisture content for popcorn kernels of different sizes. **Cereal Chemistry**, v. 71, n. 5, p. 458-460, 1994.
- VENDRUSCOLO, E. C. G.; SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, V. R.; BRACCINI, A. L.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C. G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 123-130, 2001.

*Received on November 23, 2007.*

*Accepted on February 20, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.