

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (11)

November 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/131120201100>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1100&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



Efeito de caracteres agronômicos na seleção para alta capacidade de expansão em híbridos de milho pipoca

Effect of agronomic traits in the selection expansion volume in popcorn hybrids

C.S. Bernini¹, B.H.S. Ponce¹, A.J.P. Nascimento¹, V.P. Silva¹, M.A.A. Barelli¹, E.Sawazaki²

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso - Campus Cáceres

² Instituto Agronômico de Campinas

Author for correspondence: cristiani.bernini@unemat.br

Resumo. O milho pipoca é uma cultura rentável para produtores de variados perfis tecnológicos, principalmente, devido ao maior valor agregado da pipoca em comparação com milho comum. Com a utilização da correlação fenotípica em programas de melhoramento, a eficiência na seleção de determinado caráter favorável poderá incrementar ou diminuir sua expressão. O objetivo foi avaliar caracteres agronômicos de híbridos de milho pipoca na região Sudoeste de Mato Grosso, Brasil, bem como estimar a correlação fenotípica. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 15 tratamentos e 3 repetições. Foram avaliados os seguintes caracteres: altura de planta e de espiga, capacidade de expansão, número de piraúas, peso de grãos, prolificidade e componentes de produção. O IAC9614.83 se destacou com o maior peso de grãos de 2,49 t ha⁻¹, seguido dos híbridos IAC367, IAC144.6102, AP6005, BASSO5802, BASSO5803. A capacidade de expansão apresentou correlação negativa com número de piraúas -0,69. O peso de grãos apresentou correlação positiva com o número de fileiras de grãos de 0,71. Conclui-se que IAC 144.6102, AP8203, VYP212 foram adequados para região de teste por apresentar aspectos favoráveis para comercialização dos grãos.

Palavras-chaves: Correlação fenotípica, Qualidade de pipoca, Componentes de Produção.

Abstract. The popcorn is a culture profitable for producers of various technological profiles, mainly due to the higher added value of popcorn in comparison with common maize. With the use of phenotypic correlation in breeding programs, the efficiency in selecting certain favorable character can increase or decrease their expression. The objective was to evaluate agronomic traits of hybrids popcorn in the southwest region of Mato Grosso, Brazil, as well as to estimate the phenotypic correlation. The experimental design was randomized blocks with 15 treatments and 3 replications. The following characters were evaluated: plant height and ear, expansion capacity, number of piruas, weight of grains and production components. The IAC9614.83 stood with the largest grain weight of 2.49 t ha⁻¹, followed by the hybrids IAC367, IAC144.6102, AP6005, BASSO5802, BASSO5803. The expansion capacity showed a negative correlation with number of piruas -0.69. The grain weight showed a positive correlation with the number of rows of grains of 0.71. It is concluded that IAC 144.6102, AP8203, VYP212 were adequate for the test by presenting favorable aspects for the commercialization of grain.

Keywords: Phenotypic correlation, quality of popcorn, production components.

Introdução

O Brasil é um grande importador de sementes de milho pipoca devido, principalmente, à baixa disponibilidade de sementes híbridas de alta qualidade para atender o mercado nacional. Embora o melhoramento genético de milho pipoca não seja uma atividade recente no País, apenas 102 cultivares consta na lista do Serviço Nacional de Registro de Cultivares (MAPA, 2020) representando

um número muito pequeno comparativamente ao milho comum.

O milho pipoca é pertencente à mesma espécie do milho comum, com variações de raças (PATERNIANI & GOODMAN, 1977), e se diferenciam por possuir grãos pequenos e duros e quando aquecidos possuem a capacidade de estourar (SAWAZAKI, 2001).

A ausência das cultivares que aliem bons caracteres agronômicos com a alta capacidade de expansão vem sendo um problema para os produtores. Em pipoca existe uma correlação negativa entre a capacidade de expansão e a produtividade de grãos, sendo este um dos fatores que limita a obtenção de genótipos (CABRAL et al., 2016). Estudos de herança indicam que o principal componente de variação genética da capacidade de expansão é dado pelos efeitos genéticos aditivos na sua maior expressão, porém não descarta a ação de efeito de dominância e estimativas de herdabilidade de 70 a 90% (COIMBRA et al., 2001; PEREIRA & AMARAL JÚNIOR, 2001).

Nos programas de melhoramento a realização da pré-seleção de caracteres agronômicos em híbridos comerciais já lançados no mercado, permite a antecipação na recomendação de cultivares, que traz benefícios para a região produtora. Para atender a demanda de pipoca na região de Mato Grosso e garantir a fidelidade de compra e venda do produto pelas empresas de empacotamento e distribuição, proporciona um crescimento econômico para o Brasil.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística indicam que o estado de Mato Grosso ficou em primeiro lugar do ranking, seguido do Rio Grande do Sul. A estimativa de produção para 2019/20 para Mato Grosso é em torno de 300 mil toneladas de grãos (IBGE, 2020). Mato Grosso contribui de forma significativa para produção de milho pipoca, devido ao plantio ser na segunda safra, em condições climáticas favoráveis como a ocorrência de período seco no estágio de pós-maturação que permite a secagem dos grãos no campo (SAWAZAKI et al., 2012). No entanto, a recomendação da melhor época para implantação da cultura continua sendo um desafio para muitos produtores, devido à ocorrência de veranicos, altas temperatura diurna e noturna, baixa umidade e baixa altitude na região Sudoeste de Mato Grosso.

A possibilidade do uso total de práticas mecanizadas e ausência de medidas de controle de preço pelo governo faz com que o potencial econômico da pipoca quando comparado com o milho comum, seja mais expressivo, tornando-a “atraente” aos produtores e com grande potencial de expansão. No primeiro semestre de 2020, o milho pipoca estava cotado a R\$ 076/kg, enquanto para o milho comum era comercializado a R\$ 0,36/kg (IBGE, 2020).

Diante disso, ressalta a importância de recomendação de cultivares, visto que os híbridos nacionais apresentam baixa qualidade de pipoca quando comparado a dos norte-americanos. No presente trabalho foram avaliados híbridos de milho pipoca quanto aos principais caracteres agronômicos e a capacidade de expansão, bem como estimar a sua correlação fenotípica.

Métodos

O experimento foi implantado na segunda safra de 2018/19, na Fazenda Ressaca do Grupo Nelore Grendene no município de Cáceres (MT), sob as coordenadas geográficas de: latitude 16°13'S, longitude 57°70'W e altitude geográfica de 131 metros. Os dados climáticos referentes aos meses de fevereiro a junho de 2018 em Cáceres foram: precipitação pluvial total e temperaturas máxima e mínima. A temperatura média máxima foi de 29°C e a mínima de 18°C. Para precipitação pluvial total foi obtido valor de 509 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 15 tratamentos e 3 repetições. As parcelas foram constituídas por duas linhas de 5 metros, sendo espaçadas de 0,90 metros e 0,20 metros entre plantas. Os híbridos de pipoca utilizados no trabalho foram cedidos das empresas: Coperaguas, Instituto Agronômico de Campinas e pelos produtores da Associação de Produtores de Soja e Milho do Estado do Mato Grosso (Aprosoja), totalizando 15 híbridos: IAC.144.6102; IAC268; IAC125; IAC367; IAC9614.83; AP6005; AP8203; AP6004; AP6002; AP8202; BASSO5802; BASSO5803; VYP212; VYP315 e XAP4511.

Os seguintes caracteres agronômicos foram avaliados: 1) Alturas de planta (AP) e espiga (AE): obtidas pela medida tomada do nível do solo até a inserção da folha bandeira e da espiga principal, respectivamente, em dez plantas da parcela, em cm. 2) Prolificidade (PROL): corresponde à relação do número de espigas pelo número de plantas da parcela, corrigido para estande médio do experimento. 3) Peso de grãos (PG): peso em kg dos grãos resultantes da debulha em debulhadora de parcela, do total de espigas da parcela, tomado com auxílio de balança eletrônica. O peso de grãos em t ha⁻¹, foi corrigido para 14% de umidade (PG_C) e estande ideal empregando o método da covariância (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). O peso de grãos corrigido (PG_C) foi obtido pelo seguinte estimador:

$$PG_C = PG \left(\frac{100 - U}{86} \right)$$

Em que:

PG_C: peso de grãos em t ha⁻¹, corrigido para 14% de umidade;

PG: peso de grãos em t resultantes da debulha;

U: teor de umidade dos grãos em cada parcela.

4) Componentes de produção: comprimento de espiga (CE), comprimento médio, em cm, de 5 espigas sem palha obtidas aleatoriamente de cada parcela; diâmetro de espiga (DE), diâmetro médio das espigas, em cm, obtido pela medida de 5 espigas aleatórias de cada parcela, com auxílio de paquímetro; número de fileiras de grãos na espiga (NFE), contagem do número médio de fileiras de grãos de 5 espigas obtidas aleatoriamente de cada parcela. 5) Índice da capacidade de expansão (ICE): relação entre o volume de pipoca e o peso de grãos submetida ao pipoqueamento, em ml g⁻¹, obtida de 3

sub-amostras de 30 gramas por parcela e o volume resultante da expansão mensurado em proveta de 2.000 ml. Para quantificação da capacidade de expansão foi utilizado um aparelho micro-ondas da marca Panasonic, sob potência máxima de 1.200 watts durante 2 minutos e 40 segundos, com 3 amostras de cada tratamento. Os grãos foram colocados dentro de sacos de papel apropriados para estourar a pipoca, sem óleo conforme descrito por SAWAZAKI et al. 2003. 5) Número de piruás (NP): Obtido a partir da contagem dos grãos, que não estouraram após o pipoqueamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Para fins de classificação da correlação utilizou-se a escala de SHIMAKURA & RIBEIRO (2012), independentemente do sinal, em: 0,0 a 0,19 – muito fraca; de 0,20 a 0,39 – fraca; de 0,40 a 0,69 – moderada; de 0,70 a 0,89 – forte; e de 0,90 a 1,00 – muito forte. As análises foram efetuadas empregando o programa estatístico Genes (CRUZ, 2013).

Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância (dados não apresentados) revelaram diferenças significativas para os caracteres diâmetro de espiga, altura de planta, peso de grãos e capacidade de expansão, enquanto para comprimento de espiga, número de fileiras de grãos na espiga, altura da espiga e número de piruás não apresentaram diferenças significativas. Indicando que os híbridos do estudo representaram materiais com diversidade genética, e com favorecimento de realizar a seleção de caracteres chaves com significância para o programa de melhoramento em questão.

Para diâmetro de espiga foram observados a formação de três grupos (a,b,c) pelo teste Scott-Knott, com destaque para os híbridos BASSO802, IAC144.6102 e BASSO5803 com valores médios de 35,9 cm, 35,3 cm e 33,7 cm, respectivamente. MARTINS et al. (2018) relata que o diâmetro de espiga é um caráter que determina o potencial produtivo, uma vez que esta relaciona diretamente com o número de fileiras de grãos na espiga. Representando um principal fator na caracterização de populações e seus híbridos por estarem relacionados com a produção de grãos.

O peso de grãos foi agrupado em dois grupos distintos (a,b) com destaque para o IAC9614.83 com a maior média de peso de grãos ($2,49 \text{ t ha}^{-1}$), seguido dos híbridos IAC367, IAC144.6102, AP6005, BASSO5802 e BASSO5803 (Tabela 1). De acordo com FARIA JÚNIOR et al. (2018) a produtividade média simulada para a região Oeste do Estado de Mato Grosso foi de $4,9 \text{ t ha}^{-1}$, sendo superior à média obtida por esse trabalho. Relataram também que, à medida que ocorre o atraso da semeadura, os riscos para o cultivo do milho pipoca aumentam na segunda safra inviabilizando o plantio.

Para altura de plantas os híbridos IAC367, IAC9614.83, IAC268 e IAC125 apresentaram valores superiores aos demais, com 206 cm, 199 cm, 196 cm e 195 cm, respectivamente (Tabela 1). Corroborando com SAWAZAKI et al. (2012), que obtiveram para os IAC125 e IAC112 valores de 200 a 210 cm, respectivamente, sendo uma variável de importância para evitar perdas na colheita. Enquanto para os híbridos AP6002, AP8202, BASSO5802, BASSO5803, VYP212, VYP325 e XAP4511 obtiveram valores menores de altura de plantas. SCAPIM et al. (2002), estudando híbridos oriundos de populações de milho-pipoca, obtiveram médias de altura de planta e espiga de 177 cm e 100 cm, respectivamente e evidenciaram que estas alturas não seriam limitantes para colheita.

Os materiais AP8203, VYP212 e IAC144.6102 se destacaram pelos altos valores de capacidade de expansão de 32 e 25 ml g^{-1} (Tabela 1), respectivamente. Enquanto que o XAP4511 apresentou baixo valor de 14 ml g^{-1} . MIRANDA et al. (2003) obteve valores semelhantes ao encontrado nesse trabalho com valores acima de 24 ml g^{-1} . O ideal da pipoca é ter uma quantidade menor de endosperma farinácea e uma maior proporção de endosperma vítreo, pois este tipo de endosperma é o que mais contribui para a expansão do grão durante o pipoqueamento (BORRAS et al., 2006; FREIRE et al., 2020). Bem como a umidade de grãos em torno de 13,5% são consideradas ideais para comercialização do produto por proporcionar alta capacidade de expansão (SAWAZAKI, 2001).

O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância, principalmente, se houver dificuldade na seleção de um desses caracteres devido à baixa herdabilidade e problemas na identificação e mediação. Neste caso, a seleção indireta pode levar progressos mais rápidos que a seleção direta para o caráter desejado.

Foram encontradas correlações significativas para os caracteres (Tabela 2): peso de grãos x prolificidade; peso de grãos x diâmetro de espiga; peso de grãos x número de fileiras de grãos na espiga; comprimento de espiga x número de fileiras de grãos na espiga; comprimento de espiga x altura de espiga; diâmetro de espiga x florescimento masculino; altura de planta x altura de espiga; altura de planta x número de piruás e índice de capacidade de expansão x número de piruás.

A capacidade de expansão apresentou correlação negativa moderada com o número de piruás, com valor de -0,69. Isso indica que nos tratamentos com maiores índices de capacidade de expansão resulta no menor número de piruás. MATTÁ & VIANA (2001) obtiveram resultados semelhantes, onde pode verificar que a diminuição na quantidade de piruá ocorre quando há um alto índice de capacidade de expansão. FREIRE (2015) relata que o número de piruás são indicadores de qualidade e que quanto maior o número de grãos sem estourar, pior é a qualidade da pipoca.

Tabela 1. Valores médios de diâmetro da espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de fileiras de grãos na espiga (NFE), altura da espiga (AE), altura de planta (AP), peso de grãos (PG), índice de capacidade de expansão (ICE) e número de piraús (NP) de cultivares de milho pipoca. Safra 2018/19. Cáceres (MT).

Cultivares	DE (cm)	CE (cm)	NFE (f.p.e.)*	AE (cm)	AP (cm)	PG (t ha ⁻¹)	ICE (ml g ⁻¹)	NP
IAC 144.6102	35,3 a	16,8 a	16	92	180 b	2,32 a	25 a	93
IAC 268	28,1 c	15,6 b	14	88	196 a	1,82 b	17 b	161
IAC 125	29,1 b	16,4 a	14	94	195 a	1,87 b	18 b	125
IAC 367	27,2 c	16,4 a	14	94	206 a	2,04 a	21 b	131
IAC 9614.83	31,6 b	16,8 a	16	92	199 a	2,49 a	20 b	138
AP 6005	29,6 b	15,1 b	14	79	181 b	2,16 a	16 b	118
AP 8203	29,4 b	15,1 b	12	77	158 c	1,60 b	33a	76
AP 6004	31,0 b	15,7 b	14	85	182 b	1,85 b	17 b	122
AP 6002	30,3 b	15,4 b	14	68	141 c	1,50 b	17 b	94
AP 8202	30,7 b	17,1 a	14	104	157 c	1,72 b	15 b	109
BASSO 5802	35,9 a	16,8 a	14	72	152 c	2,29 a	18 b	113
BASSO 5803	33,7 a	15,8 b	14	77	149 c	2,27 a	19 b	129
VYP 212	27,1 c	15,5 b	12	75	154 c	1,50 b	28 a	64
VYP 315	26,3 c	16,8 a	12	75	156 c	1,82 b	21 b	116
XAP 4511	29,9 b	15,7 b	14	67	145 c	1,29 b	14 b	127
Média	30,4	16,1	14	83	170	1,91	20	114
CV (%)	5,6	5,2	8,8	18,9	7,2	20,4	28,6	26,4

*f.p.e: fileiras por espiga;

Tabela 2. Valores e significâncias de coeficiente de correlação fenotípica (r_f) entre os caracteres^{1/} estudados nos híbridos de milho pipoca avaliados na segunda safra de 2017/18. Cáceres (MT).

	DE	CE	NFE	AE	AP	PG	ICE	NP
DE	-	0,30	0,75**	0,0004	-0,18	-0,56*	-0,10	-0,01
CE	-	-	0,34	0,53*	0,16	0,43	0,02	0,09
NFE	-	-	-	0,34	0,27	0,71**	0,26	0,43
AE	-	-	-	-	0,68**	0,37	-0,06	0,27
AP	-	-	-	-	-	0,47	-0,07	0,52*
PG	-	-	-	-	-	-	-0,03	0,33
ICE	-	-	-	-	-	-	-	-0,69**

^{1/}diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), número de fileira na espiga (NFE.), altura de espiga (AE), altura de planta (Ap.), peso de grãos (Pg.), índice de capacidade de expansão (ICE) e grãos piraú (NP)

*, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

O peso de grãos e prolificidade apresentaram correlação negativa moderada de -0,66, ou seja, os híbridos que possuem maior número de espiga por planta apresentaram também o menor peso de grãos. ALMEIDA et al. (1998) indicaram que o acréscimo de um componente de produção pode causar decréscimo no outro, sendo estes negativamente relacionados. A correlação entre diâmetro de espiga e peso de grãos também foi negativa moderada de -0,56, indicando que maior diâmetro de espiga menor é o peso de grãos. Para peso de grãos e o número de fileiras de grãos na espiga foi apresentada correlação positiva forte de 0,71. Isso é um indicativo que em programas de melhoramento pode ser levado em consideração o número de fileiras de grãos na espiga para selecionar também o peso de grãos.

A altura de espiga apresentou correlação positiva moderada de 0,68 com a altura da planta. No entanto, deve-se atentar para esta associação, pois

a alta altura de plantas e de espiga podem contribuir para diminuir o centro de gravidade da planta e ocasionar o acamamento de plantas (LI et al., 2007). A altura de planta também esteve correlacionada moderadamente de maneira positiva com número de piraús de 0,52, indicando que plantas altas não contribuem para ótima qualidade de pipoca. No entanto, CABRAL et. al (2016) encontraram correlação negativa significativa entre capacidade de expansão e altura de planta. Neste trabalho, a correlação entre capacidade de expansão e altura de plantas foi negativa, porém não significativa. Exaltando que a capacidade de expansão se correlacionou negativamente de maneira significativa com valor de -0,69 com número de piraús.

Pelos resultados considera-se a seleção indireta para a capacidade de expansão e o peso de grãos, uma vez que estes demonstraram correlações significativas com outros caracteres. A avaliação de

genótipos de milho pipoca em condições locais pode servir como ponto de referência para o desenvolvimento da cultura na região. Comparando-se a produtividade média de pipoca desse trabalho com do Estado de Mato Grosso, bem inferior, é sugerido o plantio de pipoca na primeira safra para evitar períodos de veranicos e de realizar estudos complementares para recomendação da época ideal de semeadura.

Conclusão

Os híbridos IAC 144.6102, AP 8203 e VYP 212 apresentaram alta capacidade de expansão, com destaque para IAC144.6102 podendo ser estes recomendados para cultivo na Região Sudoeste do Estado de Mato Grosso.

Foi possível selecionar os caracteres: componentes de produção que obtiveram associações positivas, e outros caracteres tais como, índice de capacidade de expansão e número de piruás com associações negativas, que conferiram a qualidade de pipoca.

Referências

ALMEIDA M. L.; MUNDSTOCK C. M.; SANGOI L. Conceito de ideótipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. *Ciência Rural*, Santa Maria. v.28, n.2, p.325-289, 1998.

BORRAS, F.; SEETHARAMAN, K.; YAO, N.; ROBUCCI, J.L.; PERCIBALDI, N.M.; EYHERABIDE, G.H. Relationship between popcorn composition and expansion volume and discrimination of corn types by using zein properties. *Cereal Chemistry*, v.83, p.86-92, 2006. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0086>.

CABRAL, P. D. S.; JÚNIOR, A. T. A.; FREITAS, I. L. J.; RIBEIRO, R.M.; SILVA, T.R.C. Relação causa e efeito de caracteres quantitativos sobre a capacidade de expansão do grão em milho-pipoca. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.47, n.1, p.108-117, 2016. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160013>.

CÂMARA, T.M.M.; BENTO, D.A.V.; ALVES, G.F.; SANTOS, M.F.; MOREIRA, J.U.V.; SOUZA JÚNIOR, C.L. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. *Bragantia*, Campinas. v. 66, n. 4, p. 595-603, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400009>.

COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; VIANA, J.M.S.; CRUZ, C.D. Correlações entre caracteres na população de milho pipoca DFT-1 Ribeirão. *Revista Ceres*, Viçosa, v.48, n.278, p.427-435. 2001.

CRUZ, C.D. Genes – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

FARIA JUNIOR, C.A.; FREITAS, P.S.L.; DALLCORT, R.; VORONIAK, J.M.; SOUZA, A.C.S.; BARBIER,

J.A. Calibração dos coeficientes genéticos e simulação da produtividade do milho pipoca de segunda safra para Tangará da Serra, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, Fortaleza. 2018, vol.41, n.2, p.201-210. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17234>.

FREIRE, A.I.; CASTRO, E.M.; PEREIRA, E.M.; CRUZ, R.R.P.; SOUZA, F.B.M.; CHAGAS, W.F.T.; SOUZA, J.C. Amylose content and micromorphology of popcorn progenies with different popping expansion volumes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.50, n.2, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180962>.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Levantamento Sistemático da produção agrícola. Sistema IBGE de recuperação automática. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp. Acesso em: 11 mar. 2020.

FREIRE A. I. Avaliação da capacidade de expansão de milho-pipoca pelas técnicas de espectrometria no infravermelho próximo, composição química e microscopia eletrônica. 2015. 53 f. Dissertação (mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LI Y.; DONG Y.; NIU S.; CUI D. The genetic relationship among plant-height traits found using multiple-trait QTL mapping of a dent corn and popcorn cross. *Genome*, Toronto, v.50, n.4, p.357-364, 2007. <https://doi.org/10.1139/g07-018>.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares. 2020. http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 12 mar. 2020.

MARTINS, T. G.; JÚNIOR S. P. F.; LUZ L. N.; MARCO C. A.; VÁSQUEZ E. M. F. Eficiência de inoculação de *Azospirillum* brasileiro na economia de adubação nitrogenada em milho pipoca crioulo. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.49, n.2, p.283-290, 2018. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180032>

MATTA F. P.; VIANA J. M. S. Testes de capacidade de expansão em programas de melhoramento de milho pipoca. *Scientia Agricola*, Viçosa, v.58, n.4, p.845-851, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000400029>.

MIRANDA, G. V.; COIMBRA, R. R.; GODOY, C. L.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MELO, A. V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. *Pesquisa agropecuária*, Brasileira, Brasília, v.38, n.6, p.681-688, 2003.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M.M. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, 101p, 1977.

PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Estimation of genetic componentes in popcorn base on the nested design. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v.1, p.3-10. 2001.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. O Agrônomo. v.53, p.11-13, 2001.

SAWAZAKI, E.; CASTRO, J.L. de; GALLO, P.B.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; SILVA, R. M.D.; LUDERS, R.R.. Potencial de híbridos temperados de milho pipoca em cruzamentos com o testador semitropical IAC12. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 2, n. 2, p. 61-70. 2003. <https://doi.org/10.18512/19806477/rbms.v2n02p%25p>.

SAWAZAKI, E. Milho pipoca. Palestra apresentada no 28º Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Goiânia, GO. 2010.

SAWAZAKI, E.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; RAMOS JÚNIOR, E.V.; ITO, M.A.; BANOS, V.L.N.P.de. Desempenho de híbridos de milho pipoca na safra de verão no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. Diversidade e Inovações na Era dos Transgênicos: trabalhos e palestras. [Águas de Lindóia]: ABMS, 2012. CD-ROOM.

SCAPIM, C.A.; PACHECO, C.A.P.; TONET, A.; BRACCINI, A.L.; PINTO, R.J.B. Análise dialélica e heterose de populações de milho-pipoca. Bragantia, Campinas, v.61, n.3, p.219-230, 2002.

SHIMAKURA S. E.; RIBEIRO J.P.J. Estatística descritiva: interpretação do coeficiente de correlação. Departamento e Estatística da UFPR, 2012. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/node8.html>. Acesso em: 08 maio 2019.