



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## AUTOFECONDAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES S<sub>1</sub> DE MILHO PIPOCA VISANDO PRODUÇÃO DE LINHAGENS

**Arthur Kenji Mendes Maeda<sup>1\*</sup>; Cesar Pedro Hartmann Filho<sup>2</sup>; Mateus Augusto Estevão<sup>3</sup>; Lívia Maria Chamma Davide<sup>4</sup>; Nestor Antonio Heredia Zarate<sup>4</sup>; Liliam Silvia Candido<sup>5</sup>**

UFGD/FCA, Caixa Postal 533, 79804-970 Dourados-MS, \* E-mail: arthur\_maeda@hotmail.com

<sup>1</sup>Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/UFGD/CNPq; <sup>2</sup>Mestrando em Produção Vegetal FCA/UFGD; <sup>3</sup>Acadêmico de Agronomia FCA/UFGD; <sup>4</sup>Professor(a) Adjunto FCA/UFGD; <sup>5</sup>Orientadora, Professora Adjunto FCBA/UFGD

### RESUMO

O milho pipoca caracteriza-se por apresentar sementes duras e pequenas que, sob a ação do calor “estouram”, originando a pipoca. O mercado de milho pipoca vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas. Assim, a instalação de programas de melhoramento visando à produção de cultivares produtivas, com boa capacidade de expansão e adaptadas a região de cultivo tornam-se fundamentais para atender essa demanda. Os objetivos do presente trabalho foram autofecundar e avaliar 40 progênies S<sub>1</sub> de milho pipoca a fim de verificar a possibilidade de seleção de linhagens com alta capacidade de expansão, adaptadas as condições edafoclimáticas de Dourados-MS, para iniciar um programa de melhoramento da cultura na região. Em área experimental da Universidade Federal da Grande Dourados, foram avaliadas 40 progênies, em blocos casualizados, com 3 repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira de 5,0 m, espaçadas de 90 cm entre linhas e 20 cm entre plantas. Aproximadamente 60 dias após o plantio deu-se início aos trabalhos de autofecundação das plantas, visando à obtenção de linhagens S<sub>2</sub>, com 50% dos locus gênicos em homozigose. Foram avaliados: florescimento feminino e masculino, altura de plantas, altura de espigas, diâmetro de colmo, comprimento de espiga, diâmetro de espiga e capacidade de expansão. Foi possível verificar que existe variabilidade entre as progênies considerando os caracteres morfo-agronômicos avaliados, indicando a possibilidade de sucesso com a seleção das linhagens superiores, ou seja, aquelas melhor adaptadas às condições de cultivo da região de Dourados-MS. Entretanto, é necessária a realização de mais ciclos de autofecundação,

objetivando obter linhagens com alto grau de homozigose. As progênies 25, 40 e 11 apresentaram alta capacidade de expansão e potencial para serem utilizadas em programas de melhoramento para a cultura do milho pipoca. As características relacionadas ao florescimento devem merecer maior atenção nos próximos ciclos, visando à obtenção de linhagens mais precoces.

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

## INTRODUÇÃO

O milho pipoca caracteriza-se por apresentar sementes duras e pequenas que, sob a ação do calor “estouram”, originando a pipoca. Como os demais tipos de milho, pertencem à espécie botânica *Zea mays* L. Portanto, a característica de pipocamento constitui a diferença básica entre esse e os outros tipos de milho. Sabe-se que os grãos do tipo “flint” tem a capacidade de estourar, embora de maneira muito reduzida. Assim, somente o milho pipoca oferece, depois de “estourado”, características tais que fazem com que seja muito apreciado pela sua maciez e sabor (PATERNIANI e VIEGAS, 1987).

A capacidade de expansão do milho pode ser descrita como uma explosão provocada pela expansão, sob pressão, da umidade contida nos grânulos de amido, ocorrendo hidrólise, perda de umidade e extinção de toda estrutura celular do endosperma (WEATHERWAX, 1922). Quando aquecido, o amido do milho pipoca expande-se, aumentando gradualmente a pressão interna do grão até o momento em que ocorre a explosão, quando a temperatura chega a, aproximadamente, 180 °C e a pressão atinge 930,8 Kpa (SILVA, 1993). Assim, o valor do milho pipoca como cultura depende fundamentalmente de sua qualidade, que é determinada, principalmente, por essa capacidade de expansão (C.E) (NASCIMENTO e BOITEUX, 1994).

O mercado de milho pipoca vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas. O maior produtor mundial é os Estados Unidos. No Brasil, existem poucas estatísticas publicadas a respeito do total de área plantada e produção de milho pipoca (MIRANDA et al., 2009). Sabe-se que o estado de Mato Grosso, atualmente, produz 60% da produção nacional de milho pipoca, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014).

Possivelmente a falta de mais cultivares registradas no Brasil possa explicar a baixa produção. Segundo o Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) atualmente, existem 46 cultivares de milho pipoca

registradas, porém, a grande maioria dos registros pertence a empresas empacotadoras que estabelecem acesso restrito de uso com os produtores parceiros MAPA (2014). Esse fato é corroborado pelo levantamento realizado por Cruz et al. (2014), no qual, verificaram que apenas as cultivares RS 20, UFVM2 Barão de Viçosa e IAC. 125 foram disponibilizadas para a comercialização na safra 2013/2014.

Portanto, a instalação de programas de melhoramento de milho pipoca são necessários para o maior desenvolvimento dessa cultura no país, pois além de ser importador de grãos, poucas populações e cultivares nacionais melhoradas, ainda estão disponíveis aos produtores, conforme exposto.

Uma das estratégias iniciais em um programa de melhoramento de culturas alógamas, como o milho, é a obtenção de linhagens, por meio de sucessivas autofecundações. Pois, a partir do cruzamento entre duas linhagens divergentes e com alto grau de homozigose torna-se possível obter um híbrido simples produtivo e adaptado as condições da região de seleção (BORÉM e MIRANDA, 2009).

No melhoramento genético do milho pipoca é necessário considerar, além da alta produtividade, e caracteres relacionados à resistência a doenças e pragas, aspectos relacionados à capacidade de expansão e a qualidade da pipoca, como textura e maciez. (SIMON et al., 2004). Nesse sentido, de acordo com Freitas Júnior et al., (2009) ; Rangel et al., (2011) e Moterle et al., (2012), o grande entrave para maior expansão da cultura do milho pipoca no Brasil é conseguir reunir cultivares com características agrônômicas favoráveis e com alto índice de capacidade de expansão. Gama et al., (1997) e Dofing et al., (1991) atribuem essa dificuldade em razão da correlação genética negativa existente entre a produtividade de grãos e a capacidade de expansão do milho pipoca.

Considerado como uma característica de herança aditiva (PEREIRA e AMARAL JÚNIOR, 2001), o índice de capacidade de expansão do milho pipoca é afetado tanto por fatores genéticos quanto por fatores não-genéticos, como as condições de desenvolvimento em campo, de colheita e do pré-processamento. Contudo, a melhoria da capacidade de expansão não deve estar desvinculada de ganhos para produção de grãos, que por sua vez, tem sido elucidada provir de efeitos de dominância (LIERLY, 1942; PACHECO et al., 1998; PEREIRA e AMARAL JÚNIOR, 2001).

Os objetivos do presente trabalho foram autofecundar e avaliar 40 progênies  $S_1$  de milho pipoca a fim de verificar a possibilidade de seleção de linhagens com alta capacidade de expansão, adaptadas as condições edafoclimáticas de Dourados-MS, para iniciar um programa de melhoramento genético da cultura na região.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS. O solo da área de cultivo é do tipo Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa, localizada na latitude 22°13'59''S e longitude de 54° 59' 16'' W e 407 metros de altitude. O clima da região é classificado como do tipo Cwa (Köppen), apresentando precipitação média acumulada de 1427 mm (FIETZ e FISCH, 2006).

Foram avaliadas 40 progênies (classificadas em números arábicos de 1 a 40), em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com 3 repetições. Cada parcela foi constituída de uma fileira de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 90 cm entre linhas e 20 cm entre plantas.

O preparo da área foi realizado no sistema convencional com uma aração e uma gradagem e posteriormente foram feitas linhas para semeadura com sulcadores. Não foi efetuada correção da fertilidade do solo nem da acidez, porque os resultados da análise do solo demonstraram que não existia essa necessidade. A semeadura foi realizada no dia 19 de outubro de 2013, sendo realizada a adubação de 300 kg/ha de NPK do formulado 8-20-20. Não foi realizada a adubação de cobertura. A área era irrigada periodicamente utilizando o sistema de aspersão. Após 30 dias foi feito o desbaste para se adequar o estande de 25 plantas por parcela. Para controle de plantas daninhas foram realizadas capinas manuais e para o controle de insetos foram realizadas 2 aplicações com pulverizador costal do inseticida Match<sup>®</sup> (Lufenuron), 300 ml/ha, para controle da lagarta do cartucho e uma aplicação do inseticida Connect<sup>®</sup> (Beta-cyfluthrin + Imidacloprido), 700 mL/ha, para controle do percevejo barriga verde. A vegetação espontânea foi controlada através de capinas com enxada entre as linhas, quando as plantas infestantes apresentaram  $\pm$  5,0 cm de altura. Todos os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações de Sawazaki (2003).

Após aproximadamente 45 dias do plantio, quando iniciou o florescimento feminino das plantas deu-se início aos trabalhos de cobrimento da parte feminina da planta, para que não ocorresse à contaminação de pólen estranho. No dia 21 de dezembro de 2013 foi dado início ao processo de cobrimento de pendão, parte masculina da planta e no período de 22/12/2013 até 05/01/2014 foram realizados o processo de autofecundação das plantas, ou seja, a fecundação do pólen de uma planta na parte feminina da mesma planta. Assim, as espigas colhidas dessas autofecundações constituirão a segunda geração de autofecundação das progênies (S<sub>2</sub>), apresentando 50% dos locus gênicos em homozigose.

As características avaliadas foram: florescimento feminino (FF), quando 50% das plantas da parcela apresentaram estilo-estigama com ao menos 1 cm de exposição e florescimento masculino (FM), quando 50% das plantas da parcela apresentaram um terço de pendão emitindo pólen, altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CES), capacidade de expansão (CE) e diâmetro de espiga (DE). Os equipamentos utilizados nas medições foram à fita métrica para medir a altura de plantas, plantas medidas do nível do solo à inserção da folha-bandeira, em plantas competitivas tomadas ao acaso, em m; altura de inserção de espiga, plantas medidas do nível do solo até a inserção da espiga superior, nas mesmas plantas, em m; comprimento de espiga, em cm; o paquímetro para medir diâmetro de colmo; e diâmetro de espiga. Para cada avaliação utilizou-se 5 plantas parcela<sup>-1</sup>, já que segundo Catapatti et al.; (2008) para a avaliação de caracteres de pré-colheita em milho pipoca, podem ser adotadas amostras de 5 a 25 plantas parcela<sup>-1</sup>, sem afetar a precisão experimental.

A capacidade de expansão foi determinada no laboratório multiuso da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, da UFGD, utilizando-se forno microondas. Para cada progênie, foi colocado 30 g de sementes em saco kraft especial, na potência de 1000 W, por dois minutos. Posteriormente o volume de pipoca produzido foi mensurado em proveta de 1000 mL. A capacidade de expansão é expressa pela razão entre o volume de pipoca produzido (mL) e o peso dos grãos (g).

Devido ao baixo quantitativo de sementes obtidas na maioria das progênies e a não obtenção de grãos em algumas progênies não foi possível realizar a mensuração em algumas progênies e repetições para a realização de análise estatística para a capacidade de expansão. As demais variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott, com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2006).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram verificados efeito significativo para progênies para todas as características avaliadas, exceto florescimento masculino e florescimento feminino, demonstrando existir variabilidade entre as progênies avaliadas. Os valores dos coeficientes de variação (CV%) para todas as características foram de baixo a mediano, Scapim et al., (1995), indicando boa precisão experimental e maior confiabilidade dos resultados obtidos (Tabela 1).

Foi observado uma alta variação na altura das plantas, entre 153,66 a 207,06 cm (Tabela 2). Entretanto as 40 progênes foram agrupadas em apenas dois grupos de acordo com o teste de Scott-Knott. Em relação a altura de espiga 23 progênes apresentaram média entre 82,93 a 99,20 cm (Tabela 2). A altura da espiga tem especial importância na seleção das plantas de milho, uma vez que trata-se de característica fundamental no momento da colheita, seja ela manual ou mecânica.

Em relação ao diâmetro de colmo dezenove progênes obtiveram maior diâmetro em relação às demais progênes (Tabela 2), indicando que estas podem ser selecionadas considerando que podem ser mais resistente ao acamamento. Normalmente, plantas de milho pipoca possuem colmo mais fino que as plantas de milho comum. Assim, a seleção das plantas com maior diâmetro pode ser interessante para a região de Dourados, que sofrem com fortes ventos em alguns meses do ano.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância dos caracteres agrônômicos altura de planta (AP), altura de espiga (AE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CES), diâmetro de espiga (DE), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF) de 40 progênes de milho pipoca. Dourados, MS, 2013.

F. V.	G. L.	Quadrados médios						
		AP	AE	DC	CES	DE	FM	FF
Bloco	2	552,6910	1171,1910	36,52	1,5801	28,4486	45,3000	36,2583
Progênes	39	491,6655*	265,8736*	5,2030*	4,9029*	40,8954*	4,7604	7,2972
Resíduo	78	143,2916	155,4227	3,0807	3,1284	17,7518	5,3598	6,1472
CV %		6,75	12,58	8,34	14,28	15,55	3,31	3,49

\* - Efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; F. V. - Fontes de variação; G. L. - Graus de liberdade.

Para as características pré-colheita, 18 progênes apresentaram maior comprimento de espigas, variando entre 12,94 e 14,65 cm (Tabela 2). Sabe-se que espigas maiores normalmente produzem mais, dessa forma a seleção das maiores espigas podem acarretar em maior produtividade de grãos. Para diâmetro de espiga 11 progênes apresentaram maiores médias, sendo que a progênie 16 apresentou o maior diâmetro (32,44 mm) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios dos caracteres agrônômicos altura de planta (AP), altura de espiga (AE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CES), diâmetro de espiga (DE), florescimento masculino (FM) e florescimento feminino (FF) de 40 progênie de milho pipoca. Dourados, MS, 2013.

Progênie	AP	AE	DC	CES	DE	FM	FF
1	169,533 A	96,933 A	20,540 A	11,766 A	31,490 B	70,333 A	70,333 A
2	184,800 B	101,133 B	19,680 A	11,033 A	27,916 B	68,000 A	71,000 A
3	164,733 A	96,400 A	22,343 B	13,223 B	27,133 B	70,666 A	70,333 A
4	179,866 B	107,933 B	21,843 B	13,950 B	30,250 B	70,666 A	73,000 A
5	176,266 A	114,133 B	18,460 A	13,533 B	26,843 B	70,666 A	72,666 A
6	184,200 B	107,800 B	20,593 A	12,020 A	30,980 B	71,000 A	72,666 A
7	182,533 B	87,733 A	20,316 A	10,700 A	25,940 B	68,666 A	69,333 A
8	182,266 B	104,400 B	20,920 A	10,486 A	26,926 B	69,333 A	69,333 A
9	207,066 B	109,066 B	19,240 A	13,006 B	25,290 A	69,000 A	68,666 A
10	171,800 B	91,933 A	22,220 B	10,720 A	31,190 B	71,333 A	72,666 A
11	184,466 B	94,533 A	20,813 A	13,590 B	29,070 B	73,333 A	75,000 A
12	153,666 A	89,066 A	18,890 A	9,653 A	28,733 B	71,333 A	72,000 A
13	192,400 B	107,866 B	22,293 B	12,723 B	27,576 B	69,333 A	72,000 A
14	182,933 B	109,266 B	22,686 B	12,500 B	22,973 A	69,333 A	70,000 A
15	161,466 A	93,400 A	20,436 A	12,943 B	31,376 B	69,666 A	70,666 A
16	187,666 B	100,000 A	23,123 B	14,650 B	32,440 B	69,666 A	72,000 A
17	189,000 B	118,800 B	22,876 B	14,143 B	28,606 B	69,666 A	70,000 A
18	179,333 B	85,800 A	18,790 A	12,826 B	29,016 B	70,000 A	69,000 A
19	182,266 B	101,733 B	21,080 B	11,760 A	20,273 A	71,000 A	72,000 A
20	165,066 B	97,466 A	22,243 B	11,940 A	28,390 B	71,000 A	73,000 A
21	169,000 A	83,733 A	20,063 A	12,126 A	23,380 A	71,000 A	72,333 A
22	164,133 A	82,933 A	19,466 A	10,910 A	25,786 B	69,000 A	71,000 A
23	200,800 B	109,400 B	23,476 B	11,176 A	24,516 A	70,000 A	70,666 A
24	165,600 A	98,000 A	21,420 B	13,020 B	29,746 B	71,333 A	72,000 A
25	162,600 A	99,200 A	23,146 B	10,966 A	26,743 B	69,000 A	69,666 A
26	199,733 B	111,466 B	21,193 B	12,510 B	23,813 A	71,333 A	73,000 A
27	179,066 B	98,266 A	21,850 B	11,823 A	24,320 A	70,000 A	71,333 A
28	174,666 A	107,333 B	22,456 B	13,230 B	26,766 B	67,000 A	68,666 A
29	171,533 A	89,666 A	20,316 A	15,216 B	27,870 B	69,666 A	72,000 A
30	159,200 A	89,866 A	21,296 B	13,133 B	19,703 A	70,333 A	71,667 A
31	159,666 A	89,600 A	21,166 B	11,470 A	15,343 A	70,000 A	70,666 A
32	160,866 A	94,800 A	20,340 A	12,060 A	27,250 B	67,333 A	68,000 A
33	173,800 A	85,066 A	21,386 B	13,106 B	27,940 B	70,333 A	69,333 A
34	178,000 B	103,600 B	21,450 B	13,500 B	31,596 B	70,333 A	72,000 A
35	167,866 A	87,066 A	18,833 A	13,186 B	31,263 B	67,666 A	70,000 A
36	168,600 A	96,666 A	19,523 A	13,843 B	22,583 A	69,000 A	68,666 A
37	200,600 B	104,933 B	20,547 A	9,983 A	29,496 B	71,333 A	72,000 A
38	188,533 B	117,066 B	21,203 B	13,160 B	30,500 B	68,666 A	69,666 A
39	184,933 B	102,066 B	20,596 A	12,660 B	23,080 A	70,666 A	72,666 A
40	183,866 B	98,666 A	22,443 B	11,243 A	29,703 B	69,000 A	71,333 A

*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.*

Para o florescimento masculino e florescimento feminino embora as médias não tenham se diferido estatisticamente, observa-se uma variação. É importante realizar uma seleção visando progênies mais precoces que as médias gerais observadas, que foram respectivamente de 69,92 e 71,05 dias para FF e FM (Tabela 2). Caso opte-se para seleção de plantas para semeadura na safrinha a precocidade é fundamental para que as plantas não sejam atingidas pelas baixas temperaturas, típicas dessa época na região de Dourados-MS

As médias para a capacidade de expansão, obtidas de uma única mensuração, das progênies que tinham sementes disponíveis, estão apresentadas na Tabela 3. A progênie 25 apresentou maior capacidade de expansão, de 31 mL.g<sup>-1</sup>. Ademais foi observado que essa mesma progênie apresentou resultados satisfatórios para diâmetro de colmo. Dessa forma, essa progênie tem potencial para seleção considerando essas características, podendo ser utilizada para continuidade do programa de melhoramento, uma vez que pode apresentar maior tolerância ao acamamento, fator importante para região de Dourados-MS, aliado a uma boa capacidade de expansão.

As progênies 11 e 40 apresentaram valores acima de 30 mL.g<sup>-1</sup>, respectivamente, 30,01 e 30,03, considerados valores altos de C.E, principalmente considerando progênies S<sub>1</sub>. Foi verificado também que essas mesmas progênies apresentaram bom comprimento e diâmetro de espiga (Tabela 2). Onze progênies apresentaram valores de C.E acima de 21 mL.g<sup>-1</sup> (Tabela 3). Segundo Galvão et al., (2000) e Scapim et al., (2002), populações de milho-pipoca com C.E acima de 21 mL.g<sup>-1</sup> tem potencial para melhoramento e ganhos em ciclos seletivos. Ribeiro et al., (2012) verificaram aumento de 20,0 mL.g<sup>-1</sup> para 32,0 mL.g<sup>-1</sup> na variedade de milho pipoca UENF-14, durante sete ciclos de seleção recorrente. Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos verifica-se potencial seletivo nas progênies avaliadas, considerando a capacidade de expansão, característica mais importante da cultura do milho pipoca.

**Tabela 3.** Capacidade de expansão (CE) média expressa em mL.g<sup>-1</sup> de 40 progênies S<sub>1</sub> de milho pipoca. Dourados, MS, 2013.

Progênie	C.E (mL.g <sup>-1</sup> )
2	16,67
3	18,67
4	22,67
5	24,67
6	10,01
7	27,01
8	22,33
9	17,33
11	30,01
13	19,00
15	21,66
18	20,00
19	27,67
20	18,00
22	27,66
25	31,00
26	20,00
27	21,66
28	12,00
29	23,00
30	19,66
38	25,00
39	14,33
40	30,03

### CONCLUSÕES

Existe variabilidade entre as progênies considerando os caracteres morfo-agronômicos avaliados, indicando a possibilidade de sucesso com a seleção das linhagens superiores, ou seja, aquelas melhor adaptadas às condições de cultivo da região de Dourados-MS.

As progênies 25, 40 e 11 apresentaram alta capacidade de expansão e potencial para serem utilizadas em programas de melhoramento genético para a cultura do milho pipoca.

As características relacionadas ao florescimento devem merecer maior atenção nos próximos ciclos, visando a obtenção de linhagens mais precoces.

É necessária a realização de mais ciclos de autofecundação, objetivando obter linhagens com alto grau de homozigose.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de execução do experimento e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

- CATAPATTI, T.R., GONÇALVES M.C., SILVA NETO M.R., SOBROZA R. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agronômicos em milho pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p. 855-862, 2008.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 5ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV: Viçosa, 382p. 2006.
- CRUZ J.C.; QUEIROZ L.R. e PEREIRA FILHO I.A. (2014). **Milho – Cultivares para 2013/2014**. Disponível em: <http://cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acesso em 02 de agosto 2014.
- DOFING, S. M.; D`CROZ-MASON, N.; THOMAS-COMPTON, M. A. **Inheritance of expansion volume and yield in two popcorn x dent corn crosses**. **Crop Science**, v., 31, p. 715–718, 1991.
- FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. **O clima da região de Dourados, MS**. Editora Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, 32 p, 2006.
- FREITAS JÚNIOR S.P.; AMARAL JÚNIOR A.T.; RANGEL R.M. e VIANA A.P. Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** v. 9, p. 1-7, 2009.
- GALVÃO, J. C. C.; SAWAZAKI, E.; MIRANDA, G. V. **Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais**. *Revista Ceres*, v. 47; n. 270; p. 201-218, 2000.
- GAMA, E. E. G. Melhoramento de milhos especiais. In: **Simpósio sobre Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas**, Lavras–MG. Simpósio. Lavras – MG: UFLA. 251-254p.; 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php> Acesso em 02 de agosto de 2014.

LYERLY, P. J. Some genetic and morphological characters affecting the popping expansion of popcorn. **Journal American Society of Agronomy**, , v. 34; p. 986-995, 1942.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Registro nacional de cultivares–RNC**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares>, acesso em 03 de agosto 2014.

MIRANDA, G.V.; COIMBRA, R.R.; GODOY, C.L.; SOUZA, L.V.; GUIMARÃES, L.J.M. e MELO, A.V. **Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho pipoca**. Pesquisa. Agropecuária. Brasileira, v. 38, n. 6, p. 681-688, 2009.

MORTELE, L. M.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BARTH PINTO, R. J. GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JUNIOR, A. T. Combining ability of popcorn lines for seed quality and agronomic traits. **Euphytica**, v. 185; n. 3, 2012.

NASCIMENTO, W. M.; BOITEUX, L. S. Influência do grau de umidade do grão na capacidade de expansão de milho pipoca. **Horticultura Brasileira**, v.12; n.2; p. 179–180, 1994.

PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. P.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; FERREIRA, A.S. (1998). **Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n. 12, p. 1995-2001.

PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargil, 2º edição: p. 413-421, 1987.

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; p. 3-10, 2001.

RANGEL, R. M.; AMARAL JUNIOR, A.T. do; FREITAS JUNIOR, S. de P.. Associação entre características agrônômicas e capacidade de expansão em população de milho pipoca sob seleção recorrente. **Ciência e Agrotecnologia**,v. 35, n. 2, 2011.

RIBEIRO, R. M.; AMARAL JUNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S. SILVA, T. R. C.; PENA, G. F. Genetic progress in the UNB-2U population of popcorn under recurrent selection in Rio de Janeiro, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, p. 1417-1423, 2012.

SAWAZAKI, E. Melhoramento de milho pipoca. **Campinas, Instituto Agronômico**, Documento IAC, 53, 21p., 2003.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30 n. 5. p. 683-686, 1995.

SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A.; TONET, A.; BRACCINI, A. L.; PINTO, R. J. B. (2002). **Análise Dialélica e Heterose de Populações de Milho-Pipoca**. *Bragantia*, v. 61, n. 3, 219-230.

SILVA, W. J. DA VIDAL, B. C.; MARTINS, M. E. Q.; VARGAS, H.; PEREIRA, A. C.; ZERBETTO, M.; MIRANDA, L. C. M. **What makes popcorn pop**. *Nature*, 362:417, 1993.

SIMON G.A.; SCAPIM, C.A.; PACHECO, C.A.P.; PINTO, R.J.B.; BRACCINI, A.D.L. e TONET, A. **Depressão por endogamia em populações de milho pipoca**. *Bragantia*, v.63, n.1, p.55-62, 2004.

WEATHERWAX, P. (1922). **The popping of corn**. *Ind. Acad. Sci. Proc.* 1921:149 -153.