

## **Diversidade entre variedades de milho-pipoca em ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade**

Thiago Rodrigues da Conceição Silva<sup>1</sup>, Antônio Teixeira do Amaral Júnior<sup>2</sup>, Liliam Silvia Candido<sup>3</sup>, Juliana Saltires dos Santos<sup>4</sup>, Cássio Vittorazzi<sup>5</sup>, Guilherme Ferreira Pena<sup>6</sup>, Rodrigo Moreira Ribeiro<sup>7</sup>, Ismael Lourenço de Jesus Freitas<sup>8</sup>, Roberta Heitor Valim<sup>9</sup>, Aylton Bartholazzi Junior<sup>10</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes-RJ.  
<sup>1\*</sup> thiagrosfi@yahoo.com.br, <sup>2\*</sup> amaraljr@uenf.br, <sup>3\*</sup> lcandido@uenf.br, <sup>4\*</sup> julianasaltiresdossantos@yahoo.com.br  
<sup>5\*</sup> vittorazzicastelo@yahoo.com.br, <sup>6\*</sup> penabio@yahoo.com.br, <sup>7\*</sup> rodrigo.moreira85@yahoo.com.br,  
<sup>8\*</sup> ismaelljf@yahoo.com.br, <sup>9\*</sup> robertavalim@hotmail.com, <sup>10\*</sup> jhowbjj@yahoo.com.br

**RESUMO** – Nos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade, a caracterização morfoagronômica das pré-cultivares baseia-se na tomada de dados botânicos facilmente detectáveis nas plantas. Entretanto, discute-se se os inúmeros descritores morfológicos estabelecidos pelo Sistema Nacional de Proteção da Cultivares (SNPC) são realmente eficientes para distinguir as diferentes cultivares, principalmente para diferenciar cultivares relacionadas ou que possuem a mesma genealogia. Assim, o objetivo deste trabalho foi: i) avaliar a diversidade entre variedades de milho pipoca por meio de ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade; ii) verificar se os descritores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) foram eficientes para distinguir oito variedades de milho-pipoca (BRS Angela, UFVM2-Barão de Viçosa, Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, UNB2U-C4 e UNB2U-C5), em cinco ambientes. A caracterização das variedades foi baseada em 29 descritores qualitativos utilizados pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. Os descritores morfológicos avaliados foram suficientes para distinguir as variedades de milho pipoca estudadas, incluindo a população UNB-2U do programa de melhoramento da UENF, demonstrando a eficácia do programa em desenvolver uma variedade distinguível, conforme um dos requisitos para proteção de cultivares.

**Palavras-chave:** Zea Mays L., variabilidade, DHE, proteção de cultivares.

### **Introdução**

A agricultura brasileira têm se destacado no cenário mundial, ocupando as primeiras posições na produção e exportação de vários produtos agrícolas, entre os quais está o milho (*Zea mays L.*), principal cereal cultivado no Brasil (Conab, 2010). Grande parte desse sucesso pode ser atribuído ao melhoramento genético realizado com a cultura, tanto por instituições públicas quanto privadas no país.

No entanto, além do milho, dito comum, existe um mercado em expansão no Brasil para os milhos considerados especiais (milho doce, branco e pipoca), os quais podem ser consumidos “in natura” ou serem utilizados pelas indústrias, tornando-se mais uma alternativa para os produtores rurais agregarem valores a seus produtos e aumentarem sua renda (Bordallo et al. 2005).

Nesse sentido, a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), vem desenvolvendo, desde 1998, um programa de melhoramento genético com a cultura do milho-pipoca, empregando o método de seleção recorrente na população UNB-2U, visando elevar a frequência dos alelos favoráveis nessa população (Pereira e Amaral Júnior, 2001). Após seis ciclos seletivos, resultados satisfatórios foram alcançados tanto para produtividade (acréscimo de 1250,00 para 3020,00 Kg.ha<sup>-1</sup>) quanto para capacidade de expansão (acréscimo de 19,25 para 32,00 mL.g<sup>-1</sup>) (Ribeiro et al, 2011).

Deste modo, viu-se a possibilidade de recomendação dessa população para plantio nas regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro, como alternativa para diversificação agrícola e incentivo a agricultura familiar. Para esse tipo de agricultura, o uso de variedade de polinização aberta é mais vantajoso devido a fatores como baixo custo da semente e maior plasticidade das variedades sob condições de estresse.

Para que uma cultivar possa ser protegida alguns pré-requisitos devem ser atendidos, como: i) essa cultivar ser resultante de trabalho de melhoramento e ser designada por uma denominação genérica; ii) ser diferente das demais variedades por uma ou várias características importantes e iii) as características que descrevem a cultivar devem ser as mesmas ao longo de sua reprodução (MAPA, 2006). Esses requisitos podem ser verificados por meio de experimentos específicos denominados ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE).

Nesses ensaios a caracterização morfoagronômica das pré-cultivares baseia-se na tomada de dados botânicos facilmente detectáveis nas plantas. Entretanto, discute-se se os inúmeros descritores morfológicos estabelecidos pelo Sistema Nacional de Proteção da Cultivares (SNPC) são realmente eficientes para distinguir as diferentes cultivares, principalmente para diferenciar cultivares relacionadas ou que possuem a mesma genealogia.

Assim, os objetivos deste trabalho foram: i) avaliar a diversidade morfológica entre variedades de milho-pipoca em ensaios de DHE, realizados pelo programa de melhoramento genético de milho-pipoca da UENF; e ii) verificar se os descritores morfológicos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foram eficientes para distinguir oito variedades de milho-pipoca (BRS Angela, UFVM2-Barão de

Viçosa, Viçosa, Beija-Flor, SAM, UNB2U-C3, UNB2U-C4 e UNB2U-C5), em cinco ambientes.

### **Material e Métodos**

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

Foram avaliadas cinco variedades de polinização aberta de milho-pipoca (BRS Angela, UFMV-Barão de Viçosa, Viçosa, Beija-Flor e SAM), juntamente com os três últimos ciclos da população UNB-2U do programa de melhoramento genético da UENF (UNB2U-C3, UNB2U-C4 e UNB2U-C5). O delineamento experimental adotado em todos os experimentos foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A parcela experimental foi composta por duas linhas de 12 m, espaçadas a 0,9 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, totalizando 120 plantas por parcela. Foram semeadas três sementes por cova, a uma profundidade de 0,05 m, sendo realizado o desbaste aos 21 dias após a emergência. A adubação de cobertura e os demais tratamentos culturais foram realizados conforme o recomendado para a cultura por Sawazaki (2001).

A caracterização das variedades foi realizada com base nos 29 descritores morfológicos qualitativos, utilizados pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). Para a descrição e comparação das variedades foi utilizada a estatística moda, que se refere ao valor mais frequente em um conjunto de dados, das notas atribuídas a cada cultivar.

A divergência entre variedades avaliadas foi estimada pelo índice de similaridade proposto por Cruz e Carneiro (2003) para todas as variáveis multicategóricas. Com base na matriz de dissimilaridade, as variedades foram agrupadas pelo método de agrupamento hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*).

### **Resultados e Discussão**

Na fase de plântula, o descritor pigmentação da plúmula foi o único que discriminou as variedades. A variedade beija-flor foi caracterizada como possuindo baixa pigmentação de plúmula e as demais variedades, caracterizadas como tendo pigmentação média. Detectar descritores eficientes na fase de plântulas facilitaria o processo de proteção, uma vez que não seria necessário esperar todo o ciclo da planta se completar, para tal.

No início da antese, fase em que ocorre o amadurecimento dos órgãos reprodutivos da

planta, foram avaliados dois descritores. O descritor denominado ângulo entre a lâmina e o caule separou as variedades em dois grupos. As variedades BRS Angela, UFMV-Barão de Viçosa e Beija-Flor apresentaram ângulo médio e as demais variedades ângulo pequeno, incluindo os três ciclos da população UNB-2U.

Na metade da antese, apenas dois descritores foram capazes diferenciar as variedades estudadas em dois grupos. Assim, as variedades UFMV-Barão de Viçosa, BRS Angela e SAM foram caracterizadas apresentando média coloração de anteras pela antocianina e ausência de pigmentação de estigma. Ao passo que, as variedades Beija-flor, Viçosa e os três ciclos da população UNB-2U apresentaram anteras fracamente pigmentadas e presença de coloração do estigma pela antocianina.

Já na fase de grão leitoso, iniciada normalmente entre 12 a 15 dias após a polinização, dos nove descritores avaliados apenas a coloração das raízes aéreas pela antocianina foi apropriado para separar os dois últimos ciclos da população UNB-2U (C4 e C5) juntamente com a variedade Viçosa das demais populações. Essas variedades foram classificadas como possuindo raízes aéreas com forte coloração. Entretanto, as variedades BRS Angela, UFMV-Barão de Viçosa, SAM e UNB2U-C3 foram caracterizadas como possuindo raízes áreas com coloração fraca. Já a variedade beija-flor se distinguiu de todas as outras, não apresentando coloração de raízes aéreas.

No momento da colheita foram avaliados vários atributos em relação a posição, forma, coloração e grau de empalhamento da espiga, mas, somente dois descritores distinguiram as variedades. A forma da espiga diferenciou a variedade BRS Angela (espiga cônica), das demais variedades, que apresentaram espigas cônicas/cilíndricas. Quanto ao empalhamento, todas as variedades foram caracterizadas como apresentando empalhamento frouxo, porém, as variedades BRS Angela e UFMV-Barão de Viçosa apresentaram elevado grau de empalhamento frouxo, enquanto que as demais variedades foram caracterizadas como apresentando intermediário grau de empalhamento frouxo.

Na etapa pós-colheita, apenas os descritores referentes a coloração dos grãos foram eficientes para distinguir as variedades estudadas, principalmente a variedade BRS Angela, já conhecida pelo fato de possuir grãos brancos. Assim, todas as variedades foram caracterizadas apresentando ausência de coloração de pericarpo, exceto a variedade Angela que apresentou pericarpo amarelo. Quanto a coloração da coroa, BRS Angela foi caracterizada como branca, Viçosa caracterizada como branca/amarelada e as demais variedades como coroa amarelo/alaranjada. Já em relação ao endosperma, a variedade BRS Angela foi caracterizada como branca, a variedade SAM como alaranjada e as demais variedades como

amarela/alaranjada.

Pelo agrupamento UPGMA (Figura 1), verificou-se a formação de três grupos, sendo um formado somente pela variedade BRS Angela, outro grupo formado pelas variedades Barão de Viçosa e SAM e o terceiro grupo formado pelas demais variedades. Esse resultado corroborou com o encontrado por Amaral Junior et al. (2011) que caracterizaram diferentes acessos de milho e milho-pipoca utilizando marcadores ISSR. Esses autores verificaram que a maioria das variedades e híbridos comerciais de milho-pipoca e os ciclos da população UNB-2U foram alocados no mesmo grupo, enquanto a variedade BRS Angela e SAM foi alocada em outro grupo juntamente com os genótipos antigos de milho-pipoca (Compuesto, BOZM 260 e Para 170).

O distanciamento da variedade BRS Angela em relação as demais variedades estudadas, estão relacionadas principalmente com características dos grãos, uma vez que a variedade BRS Angela é caracterizada possuindo pericarpo amarelo e coroa e endosperma brancos, diferente das demais variedades. Essa variedade foi desenvolvida pela EMBRAPA Milho e Sorgo, e é resultado de seis ciclos de seleção recorrente no composto de milho CMS-43, sendo que esse composto também apresenta grãos brancos e é oriundo de recombinação entre 33 materiais (Pacheco et al, 2001).

As variedades Barão de Viçosa e SAM agrupadas no segundo grupo possuem características semelhantes em relação a coloração dos grãos e provavelmente possuem o mesmo ancestral norte americano. A variedade SAM foi introduzida no Brasil pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em 1941. Essa variedade é proveniente da variedade South American, raça de origem Argentina e melhorada nos Estados Unidos da América. (Sawazaki, 1995). Essa variedade foi utilizada como base em muitos programas de melhoramento genético, incluindo o que deu origem a população UNB-2U da UENF. Já a variedades UFMV-Barão de Viçosa, é proveniente do programa de Melhoramento de milho-pipoca do Departamento de Genética da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Em relação ao terceiro grupo, as variedades Viçosa e Beija-Flor são oriundas do programa de Melhoramento de milho-pipoca do Departamento de Genética da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo a Viçosa proveniente de um sintético de variedades locais e cruzamentos de híbridos Norte americanos, e a variedade Beija-Flor é, brasileira e não se encontra registrada no MAPA (Amaral Junior et. al., 2011). Já os ciclos UNB2U-C3, UNB2U-C4 e UNB2U-C5, correspondem respectivamente ao 3º, 4º e 5º ciclo da população base de melhoramento da UENF. Apenas, o descritor denominado coloração das raízes aéreas pela antocianina distinguiu a variedade beija-flor das demais, enquanto o descritor cor da

coroa distinguiu a variedade viçosa das outras pertencente a esse grupo.

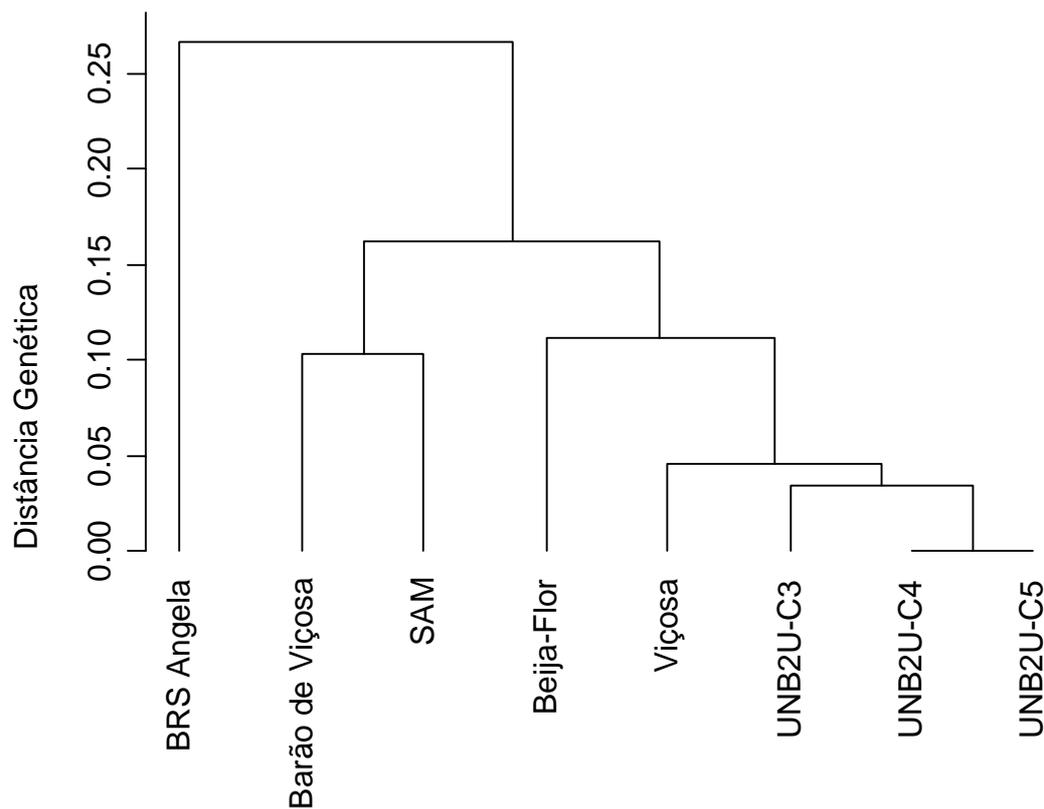


Figura. 1. Agrupamento UPGMA obtido a partir de descritores morfológicos de oito variedades de milho-pipoca.

### Conclusão

Os descritores morfológicos avaliados foram suficientes para distinguir as variedades de milho pipoca estudadas, incluindo a população UNB-2U do programa de melhoramento da UENF, demonstrando a eficácia do programa em desenvolver uma variedade distinguível, conforme um dos requisitos para proteção de cultivares.

### Literatura Citada

AMARAL JÚNIOR, A. T. do; OLIVEIRA, É. C. de; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S.; SILVA, T. R. C.; VITTORAZZI, C.; SCAPIM, C. S. Assessment of genetic diversity among maize accessions using ISSR markers. *African Journal of Biotechnology*, v.10, p.15462-15469, 2011.

BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e

proteína total. Horticultura Brasileira, v.23, p.123-127, 2005.

CONAB Sexto levantamento da safra de grãos 2009/2010: Disponível em <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/6graos\\_10.11.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/6graos_10.11.pdf)> Acesso em: 11 dezembro de 2011.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Biometrics models applied to genetic improvement. 2ª ed. Viçosa, UFV, 2003. 579p.

MARINHO, C. D.; MARTINS, F. J. O.; AMARAL, S. C. S.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; MELLO, M. P. Revisiting the Brazilian scenario of registry and protection of cultivars: an analysis of the period from 1998 to 2010, its dynamics and legal observations. Genetics and Molecular Research, v.10, p.792-809, 2011.

PACHECO, A. P. C.; GAMA, E. E.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; LOPES, M. A.; FERREIRA, A. DA S.; FERNANDES, F. T.; GUIMARÃES, P. E. O.; CORREA, L. A.; MEIRELLES, W. F.; FELDIMAN, R. O.; MAGNAVACA, R. BRS Ângela – variedade de milho pipoca. EMBRAPA Milho e Sorgo (Boletim técnico, 27) 2001. 6p.

PEREIRA, M. G.; AMARAL JUNIOR, A. T. Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.1, p3-10, 2001.

RIBEIRO, R. M. Ganhos genéticos em geração avançada de seleção recorrente na variedade de milho pipoca UENFV-EXPLOSIVA. Campos dos Goytacazes, 2001. 75p. (Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense/uenf-RJ)

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

SAWAZAKI, E.; CASTRO, J. L.; GALLO, P. B.; PATERNIANI, M.; SILVA, R. M.; LUDERS, R. B. Potencial de híbridos temperados de milho-pipoca em cruzamentos com o testador semitropical IAC 12. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, p.61-70, 2003.

MAPA (2012) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acessado em 10 Fevereiro de 2012.