

Desempenho Agrônômico de Cultivares em Pré-lançamentos de Milho Pipoca em Diferentes Espaçamentos e Densidades Populacionais em Safrinha

Cássio Vittorazzi¹, Antonio Teixeira do Amaral Junior², Liliam Silvia Candido³, Leandro Simões Azeredo Gonçalves⁴, Ismael Lourenço de Jesus Freitas⁵, Thiago Rodrigues da Conceição Silva⁶, Roberta Heitor Valim⁷

1, 2, 3, 4, 5 e 6 Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. ¹vittorazzicastelo@yahoo.com.br, ²amaraljr@uenf.br ³lcandido@uenf.br, ⁴Isagrural@yahoo.com.br, ⁵ismaelljf@yahoo.com.br, ⁶thiagrosfi@yahoo.com.br, ⁷robertavalim@hotmail.com

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares em pré-lançamentos (híbridos e variedades) de milho pipoca, cultivadas em diferentes densidades populacionais e espaçamento entre linhas, na safrinha. O experimento foi instalado na safrinha/2011, utilizando duas cultivares em pré-lançamentos, sendo um híbrido simples P2 x P9 e uma variedade de polinização aberta denominada UENF-14. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram compostas pelos genótipos de milho pipoca, as subparcelas foram constituídas por três espaçamentos entre linhas de plantio (0,45; 0,60 e 0,90m) e as subsubparcelas foram compostas por três populações de plantas por hectare (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha⁻¹). A variedade de polinização aberta experimental UENF-14 apresentou desempenho superior ao híbrido P1 x P9 para as características IC, P100 e CE, além da alta produtividade, demonstrando seu potencial para recomendação para a região Norte Fluminense. De maneira geral, houve aumento da produtividade com a diminuição do espaçamento entre linhas de plantio, enquanto o diâmetro de colmo e o peso de 100 grãos diminuíram com o aumento da população de plantas por hectare.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; melhoramento genético; produtividade; arranjo populacional,

Introdução

No Brasil, a baixa produtividade da cultura do milho, geralmente está relacionada, entre outros fatores, ao uso de cultivares não adaptadas as condições regionais, a baixa fertilidade dos solos e ao arranjo populacional de plantas por unidade de área não apropriada.

A adequação do espaçamento entre linhas e densidade de plantio na área incrementa a produtividade da cultura do milho, uma vez que aperfeiçoa a interceptação da radiação solar pelas plantas e conseqüentemente maximiza eficiência fotossintética da comunidade (Marchão et al., 2006).

De acordo com Sangoi e Silva, (2006), o aumento da densidade populacional é uma forma de maximizar a interceptação da radiação solar. Entretanto, o número ideal de plantas por hectare é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica, proporcionado pelas

diferentes densidades de plantas (Silva et al. 1999). Desta maneira, pequenas alterações na população de plantas podem afetar significativamente o rendimento (Silva et al. 2006).

Segundo Argenta et al., (2001), a redução do espaçamento entre linhas também aumenta a interceptação da radiação pelas plantas. Em espaçamentos maiores estas cultivares levam mais tempo para fechar o espaço entre linhas e, muitas vezes, nem conseguem sombrear toda a área, ocorrendo uma forte competição dentro das linhas enquanto entre as mesmas há desperdício de espaço, água, luz e nutrientes (Candido, et al. 2008).

O programa de melhoramento de milho-pipoca da Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF) vem atuando, desde 1998, em duas vertentes: emprego de seleção recorrente na população UNB-2U visando elevar a frequência dos alelos favoráveis (Pereira e Amaral Júnior, 2001) e implementação de dialelos para identificar híbridos superiores e genitores para a formação de compostos (Freitas Júnior et al., 2006; Silva et al., 2010). Atualmente, o programa encontra-se com diversos genótipos promissores (pré-cultivares) para avaliação de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) para posterior registro e recomendação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares em pré-lançamento (híbridos e variedades) de milho pipoca do programa de melhoramento genético da UENF, cultivadas em diferentes densidades populacionais e espaçamento entre linhas, na safrinha.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na safrinha/2011, em área experimental do Colégio Estadual Agrícola “Antônio Sarlo”, localizado em Campos dos Goytacazes, região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Foram utilizadas duas cultivares de milho pipoca em pré-lançamentos, sendo um híbrido simples experimental desenvolvido pela UENF juntamente com a Universidade Estadual de Maringá (UEM), denominado P2 x P9 e uma variedade de polinização aberta desenvolvida pelo programa de melhoramento genético de milho pipoca da UENF, denominada UENF-14.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram compostas pelas pré-cultivares de milho pipoca, as subparcelas constituídas por três espaçamentos entre linhas de plantio (0,45;

0,60 e 0,90m) e as subsubparcelas compostas por três populações de plantas por hectare (60.000, 75.000 e 90.000 plantas.ha⁻¹). Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de plantio com cinco metros de comprimento, casualizando o genótipo e o arranjo utilizados, cada qual com três repetições. Foram consideradas apenas as duas linhas centrais da unidade experimental como área útil, de onde foram utilizadas 10 plantas para a mensuração das características.

Os tratos culturais realizados no experimento consistiram no sulcamento da área de cultivo com o auxílio de um sulcador mecânico acoplado ao trator, com ajuste de espaçamento a cada subparcela. Na semeadura, foi distribuído o triplo do número de sementes necessárias, sendo realizado desbaste aos 10 dias após o plantio e no estágio de cinco folhas desenvolvidas. Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da Sawazaki, (2001) para a cultura do milho pipoca.

Foram avaliadas as características morfoagronômicas: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), prolificidade (PROL), diâmetro do colmo (DC), índice de colheita (IC), produtividade de grãos, peso de 100 grãos (P100), e capacidade de expansão (CE).

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o modelo

$$Y_{ijkl} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{jk} + \tau_l + (\alpha\tau)_{jl} + (\beta\tau)_{kl} + (\alpha\beta\tau)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

em que: μ = média geral; ρ_i = efeito do i-ésimo bloco; α_j = efeito do j-ésimo nível da parcela principal; ε_{ij} = resíduo a (interação entre blocos e a parcela principal); β_k = efeito do k-ésimo nível da subparcela; $(\alpha\beta)_{jk}$ = efeito da interação entre o j-ésimo nível da parcela principal e k-ésimo da subparcela; ε_{jk} = resíduo b (interação entre a parcela principal e a subparcela); τ_l = efeito do l-ésimo nível da subsubparcela; $(\alpha\tau)_{jl}$ = efeito da interação entre o j-ésimo nível da parcela principal e l-ésimo nível da subsubparcela; $(\beta\tau)_{kl}$ = efeito da interação entre o k-ésimo nível da subparcela e l-ésimo nível da subsubparcela; $(\alpha\beta\tau)_{jkl}$ = efeito da interação entre o j-ésimo nível da parcela principal, k-ésimo nível da subparcela e l-ésimo nível da subsubparcela; ε_{ijkl} = resíduo c, associado à interação entre a subparcela e a subsubparcela.

Em seguida, foi realizado o teste de comparação múltipla entre as médias dos genótipos pelo teste de Tukey, a 1 e 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Foram observadas diferenças significativas entre os genótipos para as características IC, P100 e CE e para densidade de semeadura apenas para DC e P100. Já para a fonte de variação espaçamento não foram verificadas diferenças significativas pelo teste F. Entretanto, foi constatado interação entre genótipos x espaçamento para produtividade (Tabela 1). Isso significa que a produtividade dos diferentes genótipos foi influenciada pelos espaçamentos entre linhas adotados.

A variedade de polinização aberta experimental UENF-14 apresentou desempenho superior ao híbrido P2 x P9 para as características IC, P100 e CE, de acordo com o teste de tukey (Tabela 2). Ademais, apresentou alta produtividade ($3470,70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), demonstrando seu potencial para recomendação para a região Norte Fluminense.

O IC expressa a síntese, translocação, partição e o acúmulo de produtos fotoassimilados. Dessa forma, a variedade UENF-14 demonstrou melhor capacidade de produção de biomassa (Tabela 2). Argenta et al., (2001), avaliando híbridos simples de milho em Eldorado do Sul-RS, observaram diferenças entre os genótipos para esta característica ao avaliar diferentes espaçamentos e populações de plantas por hectare. Isso pode ser explicado pela melhor adaptação da variedade às condições climáticas e de cultivo aplicadas.

Em relação aos espaçamentos entre linhas, foi observado que houve aumento da produtividade das pré-cultivares de acordo com a diminuição do espaçamento entre linhas de plantio. Ao reduzir o espaçamento de 0,90 para 0,60m, houve um ganho na produção de aproximadamente $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tabela 2). Trabalhando com milho comum, Sergio et al. (2002), verificaram aumento de 17% no rendimento de grãos, ao reduzirem o espaçamento de 0,90 para 0,70m. Os resultados obtidos por Santos et al., (2007) para produtividade mostraram que a redução do espaçamento entre linhas de 1,0 para 0,5 m proporcionou incremento de 8% no rendimento de grãos para as cultivares de milho utilizadas. Esse ganho de produtividade provavelmente ocorre devido a diminuição da competição entre as plantas dentro das linhas de plantio, ocasionada pela redução do espaçamento entre linhas (Santos et al., 2007).

Ao analisar as densidades de plantio, verificaram-se diferenças significativas para DC e P100 dentre as características avaliadas. Para as duas variáveis, houve diminuição das médias com o aumento das populações de plantas. O DC reduziu sua média de 16,56 para 15,53 mm, nas populações de 60.000 e 90.000 plantas. $\cdot\text{ha}^{-1}$,

respectivamente. Essa diminuição do DC em função do aumento da população de plantas também foi observado por Demétrio et al., (2008), ao avaliarem o desempenho de híbridos de milho comum em diferentes populações de plantas. Gross et al. (2006), atribuem esse decréscimo do diâmetro de colmo em populações adensadas a competição entre as plantas pelos recursos do meio.

Entretanto, os esses resultados discordam dos encontrado por Queiroz (2011), que trabalhando com híbridos de milho pipoca em diferentes populações de plantas, não observou diferença na média de DC com a redução da densidade de plantio, em cultivo realizado no período de safrinha com espaçamento entre linhas de 0,90 m.

O aumento da população de plantas também resultou em redução gradativa do P100. A maior média (14,37 g) foi encontrada na população de 60.000 plantas.ha⁻¹. Isso provavelmente esta relacionado à maior competição por fatores como luz e nutrientes entre as plantas, em áreas de cultivo adensadas. Geralmente nessas condições, as plantas produzem espigas menores, determinando também o surgimento de grãos menores, e conseqüentemente em menores massas dos grãos colhidos. Demétrio et al., (2008), analisando massa de mil grãos em milho comum em diversas populações de plantas, encontraram maiores valores para essa característica em densidades entre 50.000 e 70.000 plantas.ha⁻¹, próximas a desse trabalho.

Porém, esses resultados contrastam com os de Queiroz (2011), que avaliando peso de mil grãos de milho pipoca em safrinha, não verificou diferença significativa com o aumento da população de plantas variando de 40.000 a 100.000 plantas.ha⁻¹.

Conclusões

A variedade de polinização aberta experimental UENF-14 apresentou desempenho superior ao híbrido P1 x P9 para as características IC, P100 e CE, além da alta produtividade, demonstrando seu potencial para recomendação para a região Norte Fluminense.

De maneira geral, houve aumento da produtividade com a diminuição do espaçamento entre linhas de plantio, enquanto o diâmetro de colmo e o peso de 100 grãos diminuíram com o aumento da população de plantas por hectare.

Literatura citada

ARGENTA, G., SILVA, P. R. F. da.; 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, 36 (1): 71-78. 2001.

CANDIDO, L. S.; ANDRADE, J. A. C.; Breeding potential of maize composite Isanão VF1 in small spacing in the second growing season. CBAB 08(1) 2008.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A.; Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697. 2008.

FREITAS JUNIOR, S.P.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; PEREIRA, M.G.; CRUZ, C.D.; SCAPIM, C.A.; Capacidade combinatória em milho pipoca por meio de dialelo circulante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 41 (1): 1599-1607. 2006.

GROSS, M.R.; PINHO, R.G.; BRITO, A.H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. Ciência e Agrotecnologia, v.30, p.387-393, 2006.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; XIMENES, P.A.; Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, p.170-181, 2006.

PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; Estimation of Genetic Components in Popcorn Based on the Nested Design. Crop Breeding and Applied Biotechnology. Londrina, 1 (1): 3-10. 2001.

QUEIROZ, D. C.; População de plantas e componentes de produção de milho pipoca. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011. 81p.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; Densidade e arranjo populacional em milho. Artigo em Hipertexto. Disponível em <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>. Acesso em 1/3/2012. 2006.

SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; FERREIRA, L. R.; MELO, A. V.; FONTANETTI, A.; Espaçamento entre fileiras e adubação nitrogenada na cultura do milho. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 29, n. 4, p. 527-533, 2007.

SAWAZAKI, E.; A cultura do milho pipoca no Brasil. O Agrônomo, Campinas, 53 (2):11-13. 2001.

SERGIO, G. R.; RENZO, G. V. P.; ANDRE, H. B.; Alternativas para o arranjo de plantas na cultura do milho. (compact disc). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24. 2002. Florianópolis, SC.

SILVA, P. R. F. da.; ARGENTA, G.; REZZERA, F.; Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34 (4): 585-592. 1999.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho. Porto Alegre: Evangraf. 2006. 63p.

SILVA, V. Q. R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; CANDIDO, L. S.; VITTORAZZI, C.; MOTERLE, L. M.; VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; Combining ability of tropical and temperate inbred lines of popcorn. Genetics and Molecular Research, v. 9, n. 3, p. 1742-1750. 2010.

Tabela 1. Quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância de, altura de planta (AP) e espiga (AE), prolificidade (PROL), diâmetro de colmo, índice de colheita (IC), produtividade (PROD), peso de 100 grãos (P100) e capacidade de expansão (CE) em pré-cultivares de milho pipoca cultivado em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantio em Campos dos Goytacazes – RJ, safrinha 2011.

FV	GL	QM							
		AP	AE	PROL	DC	IC	PROD	P100	CE
Bloco	2	0,671 ^{ns}	0,344 ^{ns}	0,53 ^{ns}	6,17 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	503032,06**	4,83 ^{ns}	35,05**
Genótipos(g)	1	0,424 ^{ns}	0,105 ^{ns}	1,14 ^{ns}	86,98 ^{ns}	0,0205*	405603,47 ^{ns}	82,81*	165,94**
Erro(a)	2	0,144	0,104	0,20	6,12	0,0008	2376541,51	3,42	0,30
Espaçamento(b)	2	0,049 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,22 ^{ns}	5,02 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	1401525,05 ^{ns}	2,87 ^{ns}	5,93 ^{ns}
g*b	2	0,008 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2,85 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	2709426,03**	1,22 ^{ns}	3,59 ^{ns}
Erro(b)	8	0,030	0,024	0,09	1,71	0,0032	117221,44	2,63	7,59
Densidade(c)	2	0,007 ^{ns}	0,020 ^{ns}	0,32 ^{ns}	4,92*	0,0007 ^{ns}	939323,04 ^{ns}	10,19*	17,09 ^{ns}
g*c	2	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	806190,23 ^{ns}	0,95 ^{ns}	4,46 ^{ns}
b*c	4	0,012 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	222001,04 ^{ns}	2,40 ^{ns}	13,48 ^{ns}
g*b*c	4	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	644906,07 ^{ns}	7,26 ^{ns}	12,63 ^{ns}
Erro(c)	24	0,112	0,009	0,10	1,19	0,0021	406564,13	2,77	8,07
Médias		1,880	0,983	2,195	16,004	0,300	3384,053	13,682	27,012
CV% parcela		20,18	32,80	20,37	15,45	9,43	45,55	13,52	2,03
CV% subparcela		9,21	49,84	13,66	8,17	18,85	10,12	11,85	10,20
CV% subsubparcela		5,64	10,12	14,41	6,83	15,56	18,84	12,16	10,52

** , *; Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Tabela 2. Teste de comparação múltiplas entre as médias das pré-cultivares pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tratamento	AP	AE	PROL	DC	IC	PROD	P100	CE
Genótipos								
P1 x P9	1,96a	1,03a	2,34a	17,27a	0,28b	3297,4a	12,44b	25,26b
UENF 14	1,79a	0,94a	2,05a	14,73a	0,32a	3470,7a	14,92a	28,76a
Espaçamentos								
0,45 m	1,94a	1,03a	2,14a	16,50a	0,29a	3623,6a	13,22a	27,49a
0,60 m	1,83a	0,95a	2,12a	16,06a	0,28a	3450,9a	13,91a	27,16a
0,90 m	1,86a	0,97a	2,32a	15,44a	0,31a	3077,7b	13,91a	26,37a
Densidades								
60.000 plantas.ha ⁻¹	1,87a	0,97a	2,34a	16,56a	0,30a	3137,4a	14,37a	25,90a
75.000 plantas.ha ⁻¹	1,86a	0,96a	2,15a	15,91ab	0,30a	3426,4a	13,79ab	27,72a
90.000 plantas.ha ⁻¹	1,90a	1,02a	2,08a	15,53b	0,29a	3588,4a	12,87b	27,41a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.