

ACSA

**Agropecuária Científica
no Semiárido**



Avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais

Kleyton Danilo da Silva Costa^{1*}, Islan Diego Espindula de Carvalho², Paulo Vanderlei Ferreira², Paulo Ricardo dos Santos³, Enio Gomes Flôr Souza⁴, Thiago Pereira Sousa⁴

Recebido em 29/03/2015; Aceito para publicação em 07/08/2015

*Autor para correspondência

¹Instituto Federal de Alagoas - IFAL, Piranhas-AL, e-mail: kd.agro@gmail.com

²Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Maceió-AL

³Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes-RJ

⁴Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN

RESUMO: Com o objetivo de avaliar genótipos de milho em diferentes densidades populacionais, foram avaliados quatro genótipos, sendo três desenvolvidos pelo SMGP-CECA (VIÇÓSENSE, BRANCA e RIO LARGO) e uma variedade desenvolvida pela EMBRAPA (BR 106), em três densidades populacionais (50.000, 62.500 e 83.333 plantas ha⁻¹). As variáveis mensuradas foram: diâmetro do colmo (DC), altura de planta (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIPE), porcentagem de prolificidade (PROL), porcentagem de plantas acamadas (PPA), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos (NFG), peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos (RG). Os genótipos de milho desenvolvidos pelo SMGP-CECA apresentaram ótimo desempenho para a maioria das variáveis estudadas, especialmente no rendimento de grãos, com uma produtividade média de 6.559,18 kg ha⁻¹, superando 10,29 vezes a média de Alagoas e 1,31 vezes a média nacional. A densidade populacional de 83.333 plantas ha⁻¹ promoveu um maior rendimento de grãos, com média de 8.109,22 kg ha⁻¹. Houve efeito significativo da interação G x DP apenas para variável altura de plantas, indicando que o desempenho dos genótipos para a maioria das variáveis avaliadas não foi afetado pelas densidades populacionais.

Palavras-chave: Rendimento de grãos, desempenho de genótipos, espaçamentos entre linhas.

Evaluation of maize genotypes in different population densities

ABSTRACT: With the objective of evaluating maize genotypes in different population densities were evaluated four genotypes, three developed by SMGP-ECSC (VIÇÓSENSE, WHITE and RIO LARGO) and a variety developed by EMBRAPA (BR 106), in three population densities (50,000, 62,500 and 83,333 plants ha⁻¹). The variables measured were: diameter of stem (DC), plant height (PH), height of insertion of first spike (AIPE), percentage of prolificacy (PROL), percentage of fallen plants (PPA), ear length (EC), diameter of spike (OF), number of kernel rows (FFG), weight of 100 grains (PCG) and grain yield (GY). The genotypes of maize developed by

SMGP-ECSC showed great performance for the majority of the variables studied, especially in grain yield, with an average productivity of 6,559.18 kg ha⁻¹, overcoming 10.29 times the average of Alagoas and 1.31 times the national average. The population density of 83,333 plants ha⁻¹ promoted a greater grain yield, with an average of 8,109.22 kg ha⁻¹. There was no significant effect of the interaction G x DP only for variable height of plants, indicating that the performance of the genotypes for the majority of the variables evaluated was not affected by population densities.

Keywords: Grain yield, performance of genotypes, spacing between lines.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de maior importância econômica devido ao seu alto potencial de produção, composição química e valor nutricional (SOARES, 2010). Embora de origem tropical, é cultivado em praticamente todas as partes do mundo, por isso tornou-se uma das espécies vegetais mais estudadas. Sendo assim, inúmeros programas de melhoramento dedicam-se a este cereal, buscando a obtenção de variedades e híbridos mais produtivos e adaptados às condições ambientais adversas (DUARTE, 2004).

Atualmente os Estados Unidos é o maior produtor deste cereal, seguido da China e do Brasil, que na safra de 2010/2011 produziram: 339,60; 160,00 e 57,122 milhões de toneladas, respectivamente. Esses três países representam um total de 66,68% da produção mundial (FAO, 2012). Seus grãos podem ser utilizados para produção de açúcares especiais, dextrinas, colas, fabricação de óleos, para a alimentação humana e de animais. O uso do milho em grão para alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (DUARTE, 2004).

Mesmo sendo o terceiro maior produtor mundial (FAO, 2012), a produtividade brasileira é relativamente

baixa, em função do contraste existente entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste quanto ao uso das tecnologias de produção. Enquanto que na região Centro-Sul os produtores rurais usam, principalmente, variedades produtivas e alta densidade populacional, o que proporciona à região uma produtividade acima da média nacional, a região Norte-Nordeste caracteriza-se, geralmente, pelo uso de variedades crioulas e baixas densidades populacionais, proporcionando à região uma produtividade abaixo da média nacional, onde Alagoas é um dos estados da região em que a situação é mais crítica.

Segundo CONAB (2013), a produtividade média de milho na safra 2012/2013 no Brasil foi de 4.991 kg ha⁻¹, sendo que nas regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste foram de 5.622 kg ha⁻¹ e 2.184 kg ha⁻¹, respectivamente, enquanto que em Alagoas foi de 637 kg ha⁻¹, porém, segundo FAO (2012), esta produtividade nacional é considerada baixa quando comparada com a dos Estados Unidos, que é de 10 t.ha⁻¹.

O aumento da produtividade agrícola passa pelo melhoramento vegetal, através do desenvolvimento de cultivares mais produtivas e adaptadas a região. Pois, de modo geral, segundo Cruz & Pereira Filho (2008), a cultivar é responsável por 50% do rendimento final da cultura. Além disso, é preciso estudos para a maximização do potencial produtivo destes novos materiais.

Pesquisas recentes têm demonstrado que o aumento da

densidade populacional através da redução do espaçamento entre linhas tem contribuído para o aumento da produtividade (GROSS, 2005; BORGHI & CRUSCIOL, 2007). Segundo Sangoi (2000), o adensamento de plantas de milho se dá devido à maior eficiência na interceptação e utilização da radiação solar, desta forma incrementando o rendimento de grãos. Sendo assim, plantas espaçadas de forma equidistante competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores. Ao definir o melhor arranjo das plantas na área, a escolha da cultivar também deve ser considerada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de abril a agosto de 2011, na área experimental do Setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (SMGP/CECA/UFAL), no município de Rio Largo-AL, localizada a 9°27' de latitude sul e 35°27' de longitude oeste e 127 m de altitude. A região apresenta clima quente e úmido, totais pluviométricos anuais elevados (1.500 - 2.000 mm), com o período chuvoso concentrado no outono-inverno, onde a precipitação equivale a 70% do total anual, e o período seco na primavera-verão apresentando déficits hídricos elevados. A temperatura média e a umidade relativa do ar são de 26 °C e 80%, respectivamente (SOUZA et al., 2004). O solo é classificado como Latossolo Amarelo coeso argissólico, de textura franca arenosa (SANTOS et al., 2006).

Foram avaliados quatro genótipos de milho, sendo três desenvolvidos pelo Setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (SMGP/CECA/UFAL): Viçosense, Branca e Rio Largo; e uma variedade comercial desenvolvida pela Empresa

Segundo estudos de Dourado Neto et al. (2003), os programas de melhoramento de milho têm buscado genótipos com elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais, de 80 mil a 100 mil plantas por hectare, e sob espaçamentos entre linhas mais reduzidos, o que pode ocasionar uma maior produção.

Com base no que foi exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de milho em diferentes densidades populacionais no município de Rio Largo-AL.

Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA): BR 106. Os genótipos foram submetidos aos seguintes espaçamentos: 0,6 m x 0,2 m, 0,8 m x 0,2 m e 1,0 m x 0,2 m representando as densidades populacionais de 83.333, 62.500 e 50.000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial (4 x 3), com 12 tratamentos em três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída de 5 linhas de 5 m de comprimento, com 25 plantas por linha e 125 plantas por parcela. A área da parcela foi de 16 m² para o espaçamento de 0,60 m x 0,20 m; de 20 m² para o espaçamento de 0,80 m x 0,20 m e de 25 m² para o espaçamento de 1,0 m x 0,20 m, sendo considerado como área útil, para coleta dos dados, as três fileiras centrais, descartando-se as duas primeiras plantas de cada extremidade.

Antes da semeadura, foram retiradas amostras da área experimental para análise química do solo no Laboratório de Análise de Produtos Agropecuários do CECA-UFAL (Tabela 1). O preparo do solo foi feitor convencional, com uma aração e duas gradagens.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental do SMGP/CECA/UFAL, antes da instalação do experimento, Rio Largo-AL, 2011.

| pH | P | H+A | Al | Ca+M | K | Na | SB | T | V |
|------------------|---------------------------|------|------|-------------------------------|----|----|------|------|-------|
| | L | | g | | | | | | |
| H ₂ O | mg.dm ⁻³ ----- | | | Cmol.c.dm ⁻³ ----- | | | %--- | | |
| 5,57 | 40,9 | 3,47 | 0,20 | 4,10 | 60 | 19 | 4,34 | 7,80 | 55,58 |

De acordo com os resultados obtidos na análise de solo não houve a necessidade do uso de corretivos (calagem), apenas realizou-se adubação orgânica, toda em fundação através de 29 t ha⁻¹ de um composto formado de 2 t de M - B4 + 7 t de Torta de Mamona e 20 t de Composto de Usina (Vinhaça, torta de filtro e bagaço de cana-de-açúcar). A adubação foi realizada no fundo do sulco com 15 cm de profundidade, e após a aplicação o composto foi coberto com uma camada de 10 cm de terra por ocasião do plantio das sementes.

A semeadura foi realizada no dia 25/04/2011, de forma manual, onde foram distribuídas três sementes espaçadas de 20 cm ao longo de cada suco de 5 m. Após a emergência das plântulas, procedeu-se um desbaste (15 dias após o plantio) permanecendo cinco plantas por metro linear, estabelecendo assim, as densidades populacionais propostas.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual (enxada), com um total de quatro operações durante o ciclo da cultura. O controle de pragas foi realizado através de seis aplicações aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura com 0,4 L ha⁻¹ do inseticida Decis EC 25.u. Na aplicação foi utilizado pulverizador manual costal. Não foi realizada irrigação, pois a implantação do experimento coincidiu com o período chuvoso da região.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão expostas as análises de variância para as variáveis

Na ocasião da colheita, aos 130 dias, coletou-se 63 plantas das três fileiras centrais de cada parcela, eliminando-se as duas primeiras e as duas últimas em cada extremidade das linhas. As variáveis analisadas foram: diâmetro de Colmo (cm); altura de inserção da primeira espiga (cm); altura de planta (m); percentual de plantas acamadas; percentual de prolificidade; comprimento da espiga (cm); diâmetro da espiga (cm); número de grãos por fileira; peso de cem grãos (g); rendimento de grãos (kg ha⁻¹).

Foram realizadas as análises de variância do ensaio disposto no delineamento em blocos ao acaso no esquema fatorial (4 x 3), utilizado o Teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação das médias dos genótipos e no caso da interação, no desdobramento de genótipos dentro de densidades populacionais, bem como a regressão polinomial e o coeficiente de determinação na avaliação das médias das diferentes densidades populacionais através do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2003).

Na análise estatística de porcentagem de plantas acamadas e porcentagem de prolificidade, os resultados foram transformados em \sqrt{x} , com a finalidade de atender aos pressupostos básicos da análise de variância, conforme as recomendações de Ferreira (2000).

mensuradas na avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais aos 130 dias após o

plantio. Através do teste F para a fonte de variação genótipos foi constatado que houve diferenças significativas a 1% de probabilidade para as variáveis AIPE, PROL, PPA, NFG e PCG; apenas a

variável DC apresentou diferenças significativas a 5% de probabilidade, enquanto que as demais variáveis não apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo mesmo teste.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis mensuradas aos 130 dias após o plantio na avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais, Rio Largo-AL, 2011.

| Fontes de variação | QM | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|--------------------|----------------------|---------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | GL | DC | AIPE | AP | PROL | PPA | CE | DE | NFG | PCG | RG |
| Genótipos (G) | 3 | 0,19* | 7935,21** | - | 1,77** | 2,79** | 1,21 ^{ns} | 0,02 ^{ns} | 13,64** | 36,18** | 1671747,63 ^{ns} |
| Densidades | | | | | | | | | | | |
| Populacionais (DP) | 2 | 0,04 ^{ns} | 76,86 ^{ns} | - | 0,16 ^{ns} | 0,55 ^{ns} | 5,44 ^{ns} | 0,26 ^{ns} | - | 2,02 ^{ns} | - |
| Regressão Linear | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1,47* | - | 50156192,30** |
| Regressão Quadrática | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 0,27 ^{ns} | - | 1756214,31 ^{ns} |
| G x DP | 6 | 0,06 ^{ns} | 102,04 ^{ns} | 316,2** | 0,08 ^{ns} | 0,16 ^{ns} | 13,96 ^{ns} | 0,31 ^{ns} | 0,16 ^{ns} | 5,44 ^{ns} | 777725,17 ^{ns} |
| Blocos | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Resíduo | 22 | 0,04 | 201,93 | 560,26 | 0,28 | 0,33 | 9,61 | 0,15 | 0,26 | 3,31 | 1396843,74 |
| TOTAL | 35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| CV (%) | | 12,80 | 11,68 | 9,30 | 18,69 | 23,14 | 12,82 | 8,50 | 3,95 | 6,07 | 18,02 |

ns: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. **: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F: Dados transformados em \sqrt{x} . DC: Diâmetro do Colmo, AIPE: Altura de Inserção de Primeira Espiga, PROL: Porcentagem de Prolificidade, PPA: Porcentagem de Plantas Acamadas, CE: Comprimento de Espiga, DE: Diâmetro de Espiga, NFG: Número de Fileiras de Grãos, PCG: Peso de Cem Grãos e RG: Rendimento de Grãos.

Para a fonte de variação densidades populacionais, pelo teste F houve diferenças significativas apenas para as variáveis: RG, a 1% de probabilidade, e NFG, a 5% de probabilidade, em ambos os casos indicando o uso de regressão linear para explicar o fenômeno biológico; por outro lado, as demais variáveis não apresentaram diferenças significativas para as regressões a 5% de probabilidade pelo referido teste.

Com relação à interação entre genótipos e densidades populacionais, pelo uso do teste F houve diferenças significativas a 1% de probabilidade apenas para a variável AP, e para as demais variáveis não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo mesmo teste, ou seja, para as demais variáveis não há dependência entre os fatores em estudo.

Segundo o critério de Ferreira (2000), os coeficientes de variação das variáveis em estudo foram classificados da seguinte forma: ótima precisão experimental para DE (8,50%), AP (9,30%), NFG (3,95%) e PCG (6,07%); boa precisão experimental para DC (12,80%), AIPE (11,68%) e CE (12,82%); regular precisão experimental para PROL (18,89%) e RG (18,02%); apenas a variável PPA (23,14%) apresentou um coeficiente mais elevado, porém aceitável, pois segundo Marchão et al. (2005), este valor dificilmente foge dessa classificação.

Na Tabela 3 encontram-se as comparações das médias das variáveis mensuradas nos quatro genótipos de milho aos 130 dias após o plantio pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Médias das nove variáveis mensuradas em quatro genótipos de milho aos 130 dias após o plantio, Rio Largo-AL, 2011

| Genótipos | DC (cm) | AIPE (cm) | PROL (%) 2/ | PA (%) 2/ | CE (cm) | DE (cm) | NFG (un.) | PCG (g) | RG (kg ha ⁻¹) |
|--------------------|---------|-----------|-------------|-----------|---------|---------|-----------|----------|---------------------------|
| Viçosense | 1,55 ab | 125,77 a | 10,92 a | 7,76 a | 24,44 a | 4,59 a | 12,19 b | 29,40 bc | 6.291,20 a |
| Branca | 1,74 ab | 138,11 a | 9,16 a | 8,64 a | 23,77 a | 4,59 a | 12,27 b | 31,26 ab | 6.446,05 a |
| Rio Largo | 1,83 a | 144,22 a | 8,64 ab | 7,75 a | 24,55 a | 4,49 a | 12,33 b | 31,83 a | 7.196,96 a |
| BR 106 | 1,53 b | 78,66 b | 5,11 b | 2,99 b | 24,00 a | 4,58 a | 14,72 a | 27,40 c | 6.302,53 a |
| MÉDIA GERAL | - | - | - | - | 24,19 | 4,56 | - | - | 6.559,18 |
| $\Delta 5\%$ | 0,28 | 18,61 | 0,70 | 0,76 | 4,06 | 0,50 | 0,67 | 2,38 | 1547,61 |

1/: Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 2/: Médias com os dados originais, sendo a comparação entre elas com os dados transformados em \sqrt{x} . DC: Diâmetro do Colmo, AIPE: Altura de Inserção de Primeira Espiga, PROL: Porcentagem de Prolificidade, PPA: Porcentagem de Plantas Acamadas, CE: Comprimento de Espiga, DE: Diâmetro de Espiga, NFG: Número de Fileiras de Grãos, PCG: Peso de Cem Grãos e RG: Rendimento de Grãos.

Foi constatado que não houve diferença significativa para as seguintes variáveis: CE, DE e RG, cujas médias gerais foram: 24,19 cm, 4,56 cm e 6.559,18 kg ha⁻¹, respectivamente. Resultado semelhante ao encontrado em estudo realizado por Silva (2012) apenas para estas variáveis, pois o mesmo autor ainda encontrou diferenças não significativas para PPA, DC e PCG, que no presente estudo foi encontrado efeito significativo.

Para a variável DC, o genótipo Rio Largo apresentou maior diâmetro do colmo (1,83 cm), apesar de não diferir significativamente dos genótipos Branca (1,74 cm) e Viçosense (1,55 cm). A testemunha BR 106 obteve o menor diâmetro de colmo (1,53 cm). O diâmetro de colmo é uma estrutura importante para o milho, pois está intimamente interligado com a produtividade, por se tratar de um órgão de reserva da planta (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000; CRUZ et al., 2006). Vale ressaltar a importância do desenvolvimento de variedades com colmos mais grossos desde que não dificulte a colheita mecanizada, pois além de acumular reservas o maior diâmetro do colmo é uma característica

importante para a redução do acamamento (ARGENTA et al., 2001).

Quanto à variável AIPE, todos os genótipos desenvolvidos pelo SMGP-CECA apresentaram maior altura de inserção da primeira espiga e não diferiram entre si com média de 136,03 cm, porém, diferiram significativamente da variedade desenvolvida pela EMBRAPA BR 106 que obteve média de 78,66 cm. Estatura e altura de inserção da espiga, em milho, são caracteres de natureza quantitativa de grande importância, e estão diretamente relacionados com a tolerância ao acamamento. Isso ocorre porque a alta relação inserção/estatura pode diminuir o centro de gravidade da planta, provocando o acamamento (LI et al., 2007). A altura de inserção da primeira espiga dos genótipos também influenciam na redução das perdas e na pureza dos grãos na colheita mecanizada, dentre outros fatores, pois plantas com maior inserção de espigas, apresentam vantagens na colheita (POSSAMAI et al., 2001). Os genótipos desenvolvidos pelo SMGP-CECA (1,36m) estão dentro da observação realizada por Marchão et al. (2005), que perceberam que as plantas que possuem

altura de inserção da espiga maiores que 1,0 m, possibilitam as melhores colheitas mecanizadas, estando a variedade BR 106 fora desse padrão.

Em relação a variável PROL, os genótipos Viçosense e Branca apresentam maior quantidade de espigas por planta, 10,92% e 9,16%, respectivamente, mais não diferiram do genótipo Rio Largo (8,64%). A variedade BR 106 (5,11%) teve o menor percentual de prolificidade (5,11%). Resultado um pouco diferente do encontrado por Silva (2012) onde os genótipos desenvolvidos pelo SMGP-CECA foram semelhantes e juntos apresentaram diferença significativa da variedade BR 106.

Para a variável PPA, a variedade BR 106 apresentou apenas 2,99 % de plantas acamadas, e diferiu significativamente dos demais genótipos utilizados neste estudo, que tiveram, em média 8,05% de plantas acamadas. Apesar deste resultado, convém afirmar que o percentual de plantas acamadas neste ensaio foi relativamente baixo em todos os genótipos avaliados. Segundo Cruz et al. (2003), o quebramento e o acamamento são fenômenos complexos, e sua expressão depende de fatores genéticos, inter-relacionados com fatores do clima, do solo, das práticas culturais adotadas e de danos causados por pragas e doenças.

Com relação à variável NFG, a variedade BR 106 apresentou o maior número de fileiras de grãos, com 14,72 unidades e diferiu significativamente dos demais genótipos que não se diferenciaram entre si, com média de 12,26 unidades. Segundo Marchão et al. (2005), o número de fileiras de grãos é definido quando a planta apresenta de oito a 12 folhas expandidas (aproximadamente um mês após a emergência da plântula), sendo assim, o número de fileiras de grãos é afetado

pelo tamanho da espiga, o qual é definido a partir das 12 folhas até a fecundação. Porém, neste estudo, apesar do maior número de fileiras de grãos da variedade BR 106, não houve diferença significativa para comprimento de espigas. Dessa forma acredita-se que a produção foi mais determinada pelo peso de cem grãos do que pelo número de fileiras de grãos.

Segundo Balbinot Júnior et al. (2005), a massa do grão é definida a partir da fecundação até a maturação fisiológica. Os mesmos autores estudando a contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho, através de análise de trilha, verificaram que o número de fileiras de grãos foi o componente de rendimento que apresentou a maior correlação total com a produtividade e o segundo componente mais associado a produtividade foi justamente o peso de cem grãos. Para PCG, o genótipo Rio Largo obteve o maior peso de cem grãos (31,83 g), porém, não diferiu significativamente do genótipo Branca (31,26 g), enquanto que a variedade BR 106 teve o menor peso de cem grãos (27,40 g).

Apesar de não ter obtido diferenças significativas entre os genótipos avaliados, para a variável rendimento de grãos, com média 6.559,18 kg ha⁻¹, vale ressaltar que a produtividade neste estudo superou a média de Alagoas (637 kg ha⁻¹) e a nacional (4.991 kg ha⁻¹), representando 10,29 e 1,31 vezes, respectivamente (CONAB, 2013).

Na Tabela 06 encontram-se as médias e as regressões com seus respectivos coeficientes de determinação para as nove variáveis mensuradas em três densidades populacionais, aos 130 dias após o plantio pelo teste F.

Tabela 4 - Médias das nove variáveis mensuradas em três densidades populacionais aos 130 dias após o plantio, Rio Largo-AL, 2011

| Densidades populacionais | DC (cm) | AIPE (cm) | PROL (%) | PPA (%) | CE (cm) | DE (cm) | NFG (un.) | PCG (g) | RG (t ha ⁻¹) |
|--------------------------|---------|-----------|----------|---------|---------|---------|------------------------------------------|---------|--------------------------|
| 83.333 plantas | 1,60 | 124,50 | 8,19 | 7,80 | 24,91 | 4,45 | 12,61 | 29,94 | 8.109,22 |
| 62.500 plantas | 1,67 | 121,00 | 8,06 | 5,81 | 23,58 | 4,51 | 12,92 | 29,58 | 6.320,72 |
| 50.000 plantas | 1,72 | 119,58 | 9,12 | 6,74 | 24,08 | 4,73 | 13,10 | 30,40 | 5.247,61 |
| Média geral | 1,66 | 121,69 | 8,46 | 6,78 | 24,19 | 4,56 | - | 29,97 | - |
| Equação de regressão | - | - | - | - | - | - | Y=13,847-0,000015X Y=955,1677+0,0858X | | - |
| R ² (%) | - | - | - | - | - | - | 84,41 | - | 96,62 |

Nota: DC: Diâmetro do Colmo, AIPE: Altura de Inserção de Primeira Espiga, PROL: Porcentagem de Prolificidade, PPA: Porcentagem de Plantas Acamadas, CE: Comprimento de Espiga, DE: Diâmetro de Espiga, NFG: Número de Fileiras de Grãos, PCG: Peso de Cem Grãos e RG: Rendimento de Grãos.

Não houve efeito significativo para regressões em relação às seguintes variáveis: DC, AIPE, PROL, PPA, CE, DE e PCG; cujas médias foram de 1,66 cm, 121,69 cm, 8,46%, 6,78%, 24,19 cm, 4,56 cm e 29,97 g, respectivamente. Para a maioria dos componentes de produção a maioria das variáveis foram semelhantes, tanto em altas quanto em baixas densidades populacionais. É importante visar que estes resultados também foram obtidos por vários outros autores a exemplo de: Argenta et al. (2001), Penariol et al. (2003), Flesch & Vieira (2004) e Scheeren et al. (2004). Por outro lado, houve efeito significativo

para regressão linear apenas em relação à NFG e RG.

Na Figura 1 encontra-se ilustrada a equação de regressão linear correspondente ao padrão de resposta do número de fileiras de grãos, em função das densidades populacionais avaliadas. De acordo com os resultados obtidos neste ensaio, há indicação de regressão linear negativa com a densidade populacional, ou seja, à medida que aumenta a densidade populacional diminuiu o número de fileiras de grãos. Esta relação apresentou um bom coeficiente de determinação, sendo 84,41% do fenômeno biológico explicado pela equação abaixo.

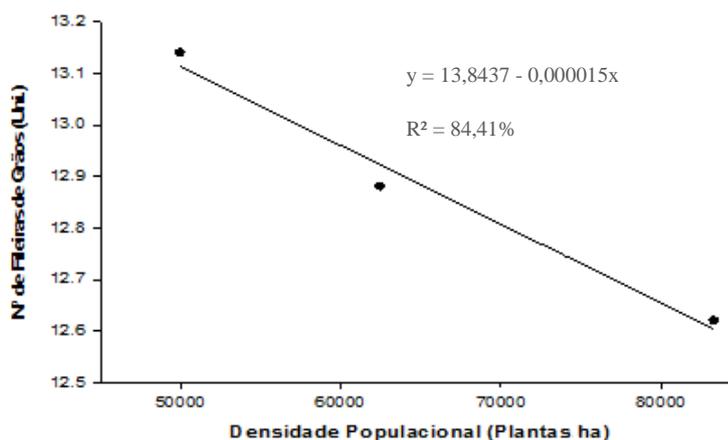


Figura 1 - Valores de número de fileiras de grãos (un.) mensuradas aos 130 dias após o plantio em diferentes densidades populacionais, Rio Largo-AL, 2011.

Os resultados obtidos para número de fileiras de grãos são semelhantes aos encontrados por Palhares (2003), Penariol et al. (2003), Furtado (2005), Marchão et al. (2005), Carvalho (2007) e Silva (2012). Porém, estes resultados não foram semelhantes aos obtidos por Balbinot Júnior et al. (2005) e Demétrio et al. (2008), os quais não encontraram diferenças significativas para o número de fileiras de grãos nas diferentes densidades populacionais utilizadas.

Na Figura 2 encontra-se ilustrada a equação de regressão linear

correspondente ao padrão de resposta do rendimento de grãos, em função das densidades populacionais avaliadas. De acordo com os resultados obtidos neste ensaio, há indicação de regressão linear positiva com a densidade populacional, ou seja, à medida que aumenta a densidade populacional aumenta o rendimento de grãos. Esta relação apresentou um bom coeficiente de determinação, sendo 96,62% do fenômeno biológico explicado pela equação abaixo.

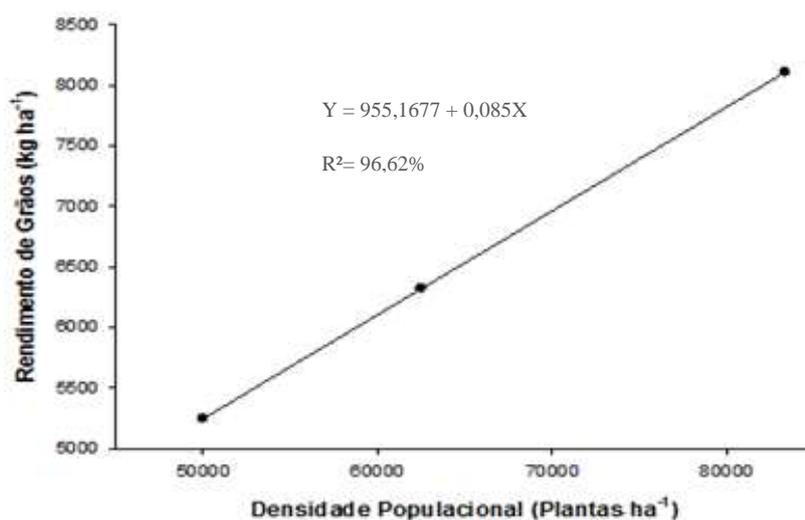


Figura 2 - Valores de Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) mensurados aos 130 dias após o plantio em diferentes densidades populacionais, Rio Largo-AL, 2011.

A densidade populacional de 83.333 plantas por hectare proporcionou maior rendimento de grãos, com média de 8.109,22 kg ha⁻¹, superando os rendimentos das densidades populacionais de 62.500 plantas por hectare e 50.000 plantas por hectare. Considerando que a densidade populacional mais utilizada com a cultura do milho é de 50.000 plantas por hectare, observa-se um aumento no rendimento de grãos de 20,44% na densidade populacional de 62.500 plantas e de 54,53% na densidade populacional de 83.333 plantas por hectare.

Estes resultados foram bem superiores a média de rendimento de grãos no estado de Alagoas (630 kg ha⁻¹) e em nível nacional (4.991 kg ha⁻¹). Segundo Porto et al. (2011), estudando variedades de milho em diferentes densidades populacionais, verificaram maior rendimento de grãos em maiores densidades populacionais. Fornasieri Filho (2007) e Cruz & Pereira Filho (2008) afirmam que o rendimento de uma lavoura de milho eleva-se com o aumento da densidade de plantas até atingir uma densidade ótima, a partir da qual ocorre decréscimo progressivo de produtividade. Além disso, em milho, o uso de espaçamentos reduzidos

constitui-se numa prática que pode auxiliar no manejo cultural de plantas daninhas (BALBINOT JÚNIOR et al. 2005).

Vasquez & Silva (2002), estudando densidades populacionais utilizando espaçamentos entre linhas de 0,46, 0,71, 0,82 e 0,93 m, observaram acréscimo de produção de 19,4%, quando reduziram o espaçamento entre linhas de 0,82 m para 0,46 m. Da mesma forma, Bortoloni (2002), utilizando os espaçamentos entre linhas de 0,45, 0,70 e 0,90 m, observou que houve um aumento no rendimento de grãos em 9 e 26%, quando o espaçamento entre linhas é reduzido de 0,90 para 0,70 e 0,45 m, respectivamente.

Na Tabela 5 encontram-se as médias dos genótipos de milho dentro de cada densidade populacional, que foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para a variável Altura de plantas.

Para os genótipos dentro da densidade populacional de 83.333 plantas, o Viçosense teve a maior altura de plantas (298,66 cm) e não diferiu dos genótipos, Branca (270,00 cm) e Rio Largo (292,33 cm), já a variedade BR106 (243,66 cm) teve a menor altura de plantas.

Dentro da densidade populacional de 62.500 plantas, a variedade BR 106 apresentou menor altura de plantas (192,00 cm), porém não diferiu do genótipo Viçosense (235,00 cm) que teve desempenho intermediário, enquanto que os genótipos Rio Largo (257,33 cm) e Branca (283,66 cm) obtiveram as maiores alturas de plantas.

Dentro da densidade populacional de 50.000 plantas, os genótipos desenvolvidos pelo SMGP-CECA obtiveram as maiores alturas de plantas, e não diferiram entre si, cuja média foi de 264,21 cm, diferindo todos significativamente da variedade BR 106 que obteve menor altura com média de 190,33 cm.

Observa-se o bom desempenho para a variável Altura de plantas para os genótipos desenvolvidos pelo SMGP-CECA em todas as densidades populacionais avaliadas. Observação ressaltada por Paixão (2008) e Madalena (2009) que, avaliando os genótipos do SMGP-CECA e da EMBRAPA para esta variável, encontraram diferenças significativas entre estas, sendo que os genótipos do SMGP-CECA apresentaram maiores alturas de plantas, sendo isto muito importante para a produção de silagem em função do alto volume de massa verde.

Tabela 5 - Médias da variável AP mensurada aos 130 dias após o plantio para genótipos de milho dentro de cada densidade populacional, Rio Largo/AL, 2011

| GENÓTIPOS | AP (cm) | | |
|------------------|-----------|-----------|----------|
| | 83.333 | 62.500 | 50.000 |
| Viçosense | 298,66 a | 235,00 ab | 265,66 a |
| Branca | 270,00 ab | 283,66 a | 268,66 a |
| Rio Largo | 292,33 ab | 257,33 a | 258,33 a |
| BR 106 | 243,60 b | 192,00 b | 190,33 b |
| $\Delta_{5\%}$ | 53,68 | 53,68 | 53,68 |

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nota: AP: Altura de Planta.

CONCLUSÕES

Os genótipos de milho desenvolvidos pelo SMGP-CECA: VIÇÓSENSE, BRANCA e RIO LARGO apresentaram ótimo desempenho para a maioria das variáveis estudadas, principalmente para rendimento de grãos, com média de 6.644,73 kg ha⁻¹.

A densidade populacional de 83.333 plantas promoveu um maior rendimento de grãos, com média de 8.109,22 kg ha⁻¹.

Não houve efeito significativo da interação G x DP para a grande maioria das variáveis estudadas, indicando que o desempenho dos genótipos de milho independe das densidades populacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; NETO, V. B. Respostas de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.71-78, 2001.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BACKES, R. L.; ALVES, A. C.; OGLIARI, J. B.; FONSECA, J. A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.161-166, 2005.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.245-252, 2005.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.163-171, 2007.
- BORTOLONI, C. G. Influência do espaçamento entre linhas e do estande de planta de milho sobre o rendimento de grãos. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002. Cd Rom.
- CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influencia do preço do milho no Brasil. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v.22, n.2, p.41-164, 2012.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: quarto levantamento, janeiro/2012**. Brasília, 2013. p. 28-30 <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_01_10_10_53_02_bol_etim_graos_3o_levantamento.pdf> Acessado em: 21 jun. 2013.
- CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. M. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 17 p. (Circular técnica, 81).
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. P. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.
- CRUZ, P. J.; CARVALHO, F. I. F. DE; SILVA, S.A.; KUREK, A. J.; BARBIERI, R. L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.1, p.5-8, 2003.
- 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.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

DUARTE, J. DE O. **Sistemas de produção**: importância econômica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho Variedade BR 106**: técnicas de plantio. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 1-2 p. (Comunicado técnico, 109).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2000. 360 p.

FAO. Foundation Agricultural Organization. **Faostat data base gateway**. <<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en>> Acessado em: 25 mar. 2012.

FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR**: sistema de análise de variância. Versão 4,6 (Build 6,0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

FLESCHE, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamento e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.25-31, 2004.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

GROSS, M. R. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento de fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto**. 68f. Dissertação (Mestrado). Lavras: UFLA, 2005.

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**, Lavras, v.30, n.3, p.387-393, 2006.

LI, Y.; DONG, Y.; NIU, S.; CUI, D. The genetics relationships 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.

MADALENA, J. A. S. **Seleção de genótipos de milho (Zeamays L.) submetidos a quatro densidades de semeadura no município de Rio Largo-AL**. 57f. Dissertação (Mestrado). Rio Largo: UFAL, 2003.

MADALENA, J. A. S.; FERREIRA, P. V.; CUNHA, E. L.; XAVIER, J. L.; LINHARES, P. C. F. Seleção de genótipos de milho (*Zeamays* L.) submetidos a quatro densidades de semeadura no município de Rio Largo-AL. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.48-58, 2009.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

- PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho.** 90f. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: ESALQ-USP, 2003.
- PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.2, p.52-60, 2003.
- PORTO, A. P. F.; VASCONCELOS, R. C.; VIANA, A. E. S.; ALMEIDA, M. R. S. Variedades de milho a diferentes espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista-BA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 208-214, 2011.
- SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2000.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. DE; SILVA, P. R. F. DA; ARGENTA, G. Bases morfológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.
- SCHEEREN, B. R.; BAZONI, R.; BONO, J. A.; ARIAS, S. S.; OLIVEIRA, R.; SALOMÃO, L. Arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 55-60, 2004.
- SILVA, J. P. **Desempenho de genótipos alagoanos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes densidades de semeadura.** 67f. Dissertação (Mestrado). Rio Largo: UFAL, 2012.
- SOARES, F. C. **Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays* L.).** 114f. Dissertação (Mestrado). Santa Maria: UFSM, 2010.
- VASQUEZ, G. H; SILVA, M. R. R. Influência de espaçamento entre linhas desemeadura em híbrido simples de milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002.