

## Produção do milho híbrido 30F35HR cultivado na savana de Roraima em diferentes densidades de plantio

*Production of corn hybrid 30F35HR grown in the savannah of the state Roraima, Brazil, in different planting densities*

Ítalo César Aguiar Valle<sup>1\*</sup>, José Maria Arcanjo Alves<sup>2</sup>, Luana dos Santos Silva<sup>3</sup>, Sandra Cátia Pereira Uchôa<sup>4</sup>, José de Anchieta Alves Albuquerque<sup>5</sup>, Deyse Cristina Oliveira da Silva<sup>6</sup>

**Resumo** - A densidade de plantas pode maximizar o potencial produtivo de variedades de milho melhoradas, uma vez que, em geral, estas apresentam porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de três densidades de plantios nos componentes de produção do milho transgênico híbrido Pioneer 30F35HR cultivado na savana de Roraima. O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, no *Campus* do Cauamé, no município de Boa Vista, Roraima, Brasil. O milho foi plantado em sistema de plantio direto. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram de três espaçamentos entre plantas: 0,33; 0,25; e 0,20 m. As linhas de plantio foram espaçadas de 0,80 m, resultando em uma população de 37.500, 50.000 e 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As avaliações das características morfológicas e agrônomicas das plantas de milho foram feitas aos 70 e 100 dias após o plantio. Os valores médios do número da folha da inserção da primeira espiga, altura da inserção da primeira espiga, altura da folha bandeira, altura total da planta, número de folhas totais, número de folhas verdes e número de folhas depois da primeira espiga do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR não são influenciados pelo aumento da densidade de plantio entre 37.500 e 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>. O aumento da densidade de plantio de 37.500 para 62.500 plantas ha<sup>-1</sup> reduz a qualidade da espiga do milho, mas eleva a biomassa total e a produtividade de grãos.

**Palavras-chave** - Cerrado. Densidade de plantas. Milho híbrido transgênico. Plantio direto. *Zea mays*.

**Abstract** – The density of plants can maximize the productive potential of improved varieties of corn, since, in general, they have lower postage and more upright leaf architecture. The objective of this study was to evaluate the components of production of Pioneer 30F35HR hybrid transgenic corn under three densities of plantation under cultivation in the savannah of Roraima. The experiment was conducted in the experimental area of the CCA/UFRR in Cauamé Campus, in Boa Vista, RR - Brazil. For planting corn made using a seeder for direct seeding. The experimental design was a randomized block design with three replications and eight treatments. Treatments consisted of three plant spacing within the row: 0.33, 0.25 and 0.20 m, resulting in a population of 37,500; 50,000 and 62,500 plants ha<sup>-1</sup>, respectively. The evaluations of morphological and agronomic characteristics of corn plants were made at 70 and 100 days after planting. The mean number of leaf first ear insertion height, first ear, flag leaf height, total plant height, total number of leaves, number of green leaves and leaf number after the first ear of corn hybrid Pioneer transgenic 30F35HR are not influenced by the increase in plant density between 37,500 and 62,500 plants ha<sup>-1</sup> in cultivation done in the savannah of Roraima. Increased planting density of 37,500 to 62,500 plants ha<sup>-1</sup> reduces the quality of the corn cob, but lifts the total biomass and grain yield.

**Key words** - Cerrado (savannah). Plants density. Hybrid transgenic corn. Direct seeding. *Zea mays*.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 17/07/2013 e aprovado em 04/12/2013

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica PIBIC-UFRR, italovalle7@hotmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, CCA-UFRR, arcanjoalves@oi.com.br

<sup>3</sup>Bolsista de iniciação científica PIBIC-UFRR, luanaefranci@hotmail.com

<sup>4</sup>Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, CCA-UFRR, sandra.uchoa@ufrr.br

<sup>5</sup>Departamento de Fitotecnia, CCA-UFRR, anchietaufrr@gmail.com.br

<sup>6</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFRR (POSAGRO), deyse\_cris@hotmail.com

## Introdução

O cultivo do milho no Brasil em 2012 ocupou uma área de 14,2 milhões de hectares, com produção de 71,3 milhões de toneladas e produtividade de 5.102,0 kg ha<sup>-1</sup>. O Estado de Roraima participa com, apenas, 11,8 mil toneladas desta produção de milho, com produtividade de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2013).

A produtividade média de grãos alcançada com a cultura do milho no Brasil é considerada baixa, quando comparada à de outros países grandes produtores. Esta baixa produtividade está relacionada a vários fatores, destacando-se: a nutrição da planta, densidade populacional e arranjo das plantas (CRUZ *et al.*, 2008).

Com o lançamento no mercado de novas variedades melhoradas são necessárias estratégias de manejo da cultura que visem aumentar a produtividade dos grãos de milho, a redução do espaçamento entre linhas e entre plantas pode ser uma alternativa. Pesquisas têm avaliado a adaptação das variedades melhoradas às condições edafoclimáticas de cada região brasileira (HORN *et al.*, 2006; LOPES *et al.*, 2007). Sangoi (2000) destaca que o adensamento do espaçamento entre linhas e entre plantas no milho permite maior eficiência na interceptação e uso da radiação solar, aumentando desse modo, o rendimento de grãos. Porém, a utilização de elevadas densidades por hectare pode reduzir a atividade fotossintética da cultura e a eficiência da conversão de fotoassimilados em produção de grãos. Em consequência disso, há um aumento de esterilidade feminina e redução do número de grãos por espiga e do rendimento de grãos (MARCHÃO *et al.*, 2006).

Para reduzir a competitividade de plantas de milho na linha de semeadura, pesquisadores estão usando como método a redução do espaçamento entre linhas, o que permite melhor arranjo de plantas, especialmente em altas populações por hectare (SANGOI; SILVA, 2005; ALVAREZ *et al.*, 2006). A densidade populacional é a que tem maior influência no rendimento de grãos de milho, já que pequenas alterações na população implicam mudanças relativamente significativas no rendimento final de grãos (SILVA *et al.*, 2006).

Avaliar novas variedades de milho, em diferentes espaçamentos entre plantas e diferentes densidades de plantas é necessário, uma vez que grande parte dos novos genótipos disponíveis no mercado são mais produtivos, tem porte mais baixo e arquitetura foliar mais ereta, em relação aos materiais mais antigos. Estudos dessa natureza favorecem a adoção de arranjos de plantas que permitem distribuir mais equidistantemente as plantas na área, proporcionando, assim, aumento da densidade populacional de milho e conseqüentemente da sua produtividade para mesma área (ALVAREZ *et al.*, 2006).

Devido às características de cada região a densidade populacional de plantas de milho por hectare varia de um lugar para outro, levando em conta que a planta de milho pode alterar o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica, proporcionado pelas diferentes densidades de plantio (SILVA *et al.*, 1999).

Uma das alternativas para se alcançar grandes produtividades na cultura do milho é escolher adensamento adequado de plantas. Isso ocorre essencialmente porque, diferente de outras espécies da família Poaceae, o milho apresenta baixa capacidade de preencher espaços vazios, por raramente perfilhar e por apresentar limitada capacidade de expansão foliar e baixa prolificidade (SANGOI *et al.*, 2010).

Mediante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de três densidades de plantio nos componentes de produção do milho transgênico híbrido Pioneer 30F35HR cultivado na savana de Roraima.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima - CCA/UFRR, no *Campus* do Cauamé, no município de Boa Vista, Roraima - Brasil (Latitude de 2° 52' 15,49" N, Longitude 60° 42' 39,89" W e Altitude de 85 m). A precipitação média anual é de 1.678 mm, umidade relativa do ar de 70% e a temperatura diária entre 20 a 38 °C, sendo a média anual de 27,4 °C. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw1, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março).

O solo da área experimental pertence à classe LATOSSOLO AMARELO distrocoeso típico (PADx). De acordo com Benedetti *et al.* (2011), estes solos caracterizam-se por serem profundos, bem drenados, com sinais de erosão laminar, ausência de pedregosidade e rochoso com vegetação predominante do tipo savana parque. O solo apresentava as seguintes características químicas e físicas na camada de 0 - 0,20 m: pH em água = 5,5; M.O. = 1,1 dag kg<sup>-1</sup>; P (Mehlich) = 3 mg dm<sup>-3</sup>; K = 21,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V% = 40 (EMBRAPA, 1997). Esta é uma área de savana cultivada sob plantio direto, desde sua incorporação ao sistema de produção, sete anos, há cinco anos vem sendo cultivada com a cultura do milho e cada cultivo é sucedido por pousio.

Utilizou-se a cultivar de milho transgênico híbrido Pioneer 30F35HR (Híbrido simples com gene Herculex® e Roundup Ready® 2), com elevado potencial produtivo,

precoce e elevada capacidade de adaptação para as terras baixas e altas do Brasil Central e para a safrinha, resistente ao ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e ao herbicida glyphosate. O híbrido 30F35HR apresenta elevado nível de resposta ao manejo aplicado, como: a elevação dos níveis de adubação, redução de espaçamento e aumento da população de plantas dentro dos limites sugeridos para o híbrido - semeadura entre 0,8 a 0,9 m entre linhas com 55.000 a 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e entre 45 a 50 cm entre linhas com 60.000 a 72.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Portal Pioneer).

Na área experimental foi feita aplicação do herbicida à base de glyphosate (2,5 L ha<sup>-1</sup> - Roundup® original), dez dias antes do plantio do milho, para o controle das plantas daninhas. O plantio do milho foi feito em 11/06/2012, utilizando-se uma semeadora para plantio direto, regulada para semear nove sementes por metro e espaçamento entre linhas de 0,80 m.

A adubação de plantio constou de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (fonte ureia), 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O (fonte superfosfato simples) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte KCl). Aos 15 e 35 DAP fez-se adubação de cobertura, a lanço, com de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (fonte ureia) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte KCl) e aos 35 DAP fez-se a segunda adubação de cobertura com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N (fonte sulfato de amônio) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte KCl).

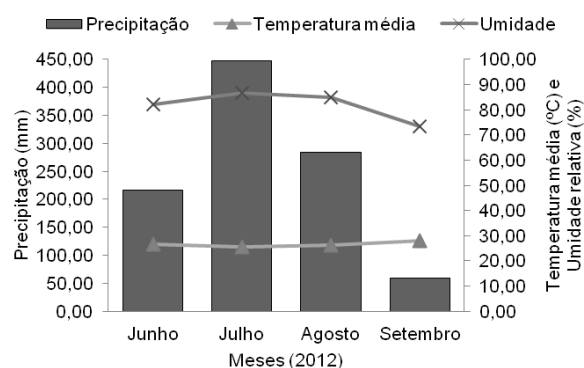
Aos 20 e 35 DAP fez-se aplicação do herbicida à base de glyphosate (2,5 L ha<sup>-1</sup> - Roundup® original) para manter a área livre de plantas daninhas, não havendo a necessidade de aplicação de outro produto para controle de insetos e doenças durante todo ciclo da cultura.

O experimento desenvolveu-se em período favorável ao cultivo de milho com ocorrência adequada de precipitação pluviométrica (Figura 1), não havendo necessidade de irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram de três espaçamentos entre plantas: 0,33 m (3 plantas por metro); 0,25 m (4 plantas por metro) e 0,20 m (5 plantas por metro) nas linhas de plantio espaçadas de 0,80 m, resultando em uma população de 37.500, 50.000 e 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A parcela experimental consistiu de cinco linhas de sete metros de comprimento. A área útil da parcela foi de 4 m<sup>2</sup>, representada pela linha central de 5 m, deixando-se 1m de bordaduras frontais.

Aos 15 DAP fez-se o sorteio e a marcação das parcelas experimentais, realizando-se o desbaste das plantas para ajustar as populações às densidades: 3, 4 e 5 plantas por metro na linha de plantio.



**Figura 1** – Precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar durante os meses Junho, Julho, Agosto e Setembro no *Campus* Cauamé, município de Boa Vista, Roraima. Dados obtidos pelo Departamento de Solos e Engenharia Agrícola do CCA-UFRR, 2012.

Aos 23 DAP (Estádio V6 - seis folhas desenvolvidas com colar visível) fez-se a marcação de seis plantas por parcela dentro da área útil para contagem das folhas e identificação da última folha com colar visível. Aos 49 DAP (Estádio VT - pendoamento) fez-se a identificação da última folha com colar visível. Estas marcações nas folhas das plantas amostradas foram imprescindíveis para a identificação da ordem da folha em que a primeira espiga foi inserida e do número total de folhas lançadas pelas plantas.

Aos 70 DAP (Estádio R5 - formação de dente) fez-se a avaliação das seis plantas marcadas, medindo-se: altura da folha bandeira (AFB) - medido do nível do solo até o colar visível da folha bandeira; altura total (AT) - do nível do solo até o ápice do pendão; altura da inserção da primeira espiga (AE) - do nível do solo ao nó de inserção da primeira espiga no colmo da planta; número da folha da inserção da primeira espiga (NFIE); número de folhas verdes (NFV); diâmetro do colmo (DC) - medição feita com paquímetro universal no colmo da planta a 10 cm do solo; diâmetro da espiga com palha (DEPa) - medição feita com paquímetro universal na primeira espiga com palha, ainda no campo, antes da colheita; número de folhas depois da primeira espiga (NFDE) - contagem do número de folhas depois da primeira espiga até a folha bandeira; número de folhas totais (NFT) - número de folhas lançadas em todo ciclo da planta; e número de espigas por planta (NE).

Aos 100 DAP fez-se a coleta de todas as plantas da área útil, separando-se as espigas da parte aérea, procedendo-se a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 45 °C até atingirem teor de água de 11%, aproximadamente, e pesagem da biomassa seca da parte aérea (BTPA). Nas espigas foram avaliadas: massa da espiga com palha (MECP); massa da espiga sem palha

(MESP); massa da palha da espiga (MPALHA); massa do sabugo (MSABUGO); massa dos grãos (MGRAOS); comprimento da espiga (CE); diâmetro da espiga (DE); diâmetro do sabugo (DSABUGO); número de fileiras de grãos por espiga (NFE); número de grãos por fileira (NGF); número de grãos por espiga (NGE) - multiplicação do número de fileiras pelo número de grãos na fileira; índice de colheita (IC) - relação entre a produção de matéria seca de grãos e a produção de matéria seca total da planta (menos raízes); índice de grãos (IG) – razão entre o rendimento de grãos da espiga e a massa total da espiga (grãos, palha e sabugo), multiplicado por 100; índice de sabugo (ISABUGO) – percentagem da massa de sabugo na espiga e produtividade de grãos - produção de grãos por área em  $kg\ ha^{-1}$ .

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## Resultados e discussão

De acordo com o resumo da análise de variância apresentada nas Tabelas 1 e 2, constatou-se que as densidades de plantio para o híbrido 30F35HR não afetaram significativamente ( $p>0,05$ ) as variáveis: número da folha da inserção da primeira espiga (NFIE- 13,92 folhas), altura da inserção da primeira espiga (AE - 103,37 cm), altura da folha bandeira (AFB - 221,60 cm), altura total da planta (AT - 268,97 cm), número de folhas totais (NFT - 20,65 folhas), número de folhas verdes (NFV - 12,46 folhas) e número de folhas depois da primeira espiga (NFDE - 6,7 folhas).

As variáveis diâmetro do colmo (DC) e o diâmetro da primeira espiga com palha (DEPa) foram afetados significativamente pela densidade de plantio aos 70 DAP (Tabela 2). A maior densidade de plantio (62.500

plantas  $ha^{-1}$ ) reduziu os valores do diâmetro tanto do caule quanto da espiga, média de 21,68 mm e 54,71 mm, respectivamente.

Para a variável número da folha da inserção da primeira espiga, observa-se que a primeira espiga estava inserida acima da 12ª e abaixo da 15ª folha lançada pela planta de milho, independentemente da densidade de plantio. A cultivar de milho transgênico híbrido Pioneer 30F35HR, nas condições de cultivo da savana de Roraima, lançou 20,65 folhas, em média, em todo seu ciclo, não sendo esta característica influenciada pelas densidades de plantio, entre 37.500 e 62.500 plantas  $ha^{-1}$ , em espaçamento de 0,80 m entre linhas (Tabela 1).

Do total de folhas produzidas, 12,46 folhas, em média, permaneceram verdes até 70 DAP (Tabela 2), independentemente das densidades de plantio. Portanto, 60,34% das folhas produzidas pelas plantas realizaram fotossíntese, contribuindo para o enchimento dos grãos, neste estágio reprodutivo ( $R_5$  - formação de dente). Os grãos neste estágio reprodutivo estão em fase de transição do estado pastoso para o farináceo.

As variáveis, número da folha da inserção da primeira espiga (NFIE), número de folhas totais (NFT), número de folhas verdes (NFV) e número de folhas depois da primeira espiga (NFDE), não são avaliadas na maioria das pesquisas com a cultura do milho, mas estas informações podem indicar o estado ideal de nutrição das plantas para o enchimento dos grãos, pois estresse ambiental nessa fase pode antecipar o aparecimento da formação da camada preta, indicadora da maturidade fisiológica. A redução na produção, nesse caso, seria relacionada à massa dos grãos e não ao número de grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Gilo *et al.* (2011), estudaram o comportamento de híbridos de milho no cerrado sul-matogrossense sob diferentes espaçamentos entre linhas, verificaram que

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância do número da folha da inserção da primeira espiga - NFIE, altura da inserção da primeira espiga - AE (cm), altura da folha bandeira - AFB (cm), altura total da planta - AT (cm) e número de folhas totais - NFT do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR, submetido a três densidades de plantio na savana de Roraima, aos 70 DAP

F.V.	G.L.	Quadrado Médio				
		NFIE	AE	AFB	AT	NFT
Bloco	7	0,24 **	144,78 *	161,95 *	159,21 <sup>n.s</sup>	0,26 *
Densidade de plantio	2	0,11 <sup>n.s</sup>	27,53 <sup>n.s</sup>	1,91 <sup>n.s</sup>	4,74 <sup>n.s</sup>	0,12 <sup>n.s</sup>
Resíduo	14	0,05	41,90	50,24	1.090,63	0,08
C.V. (%)		1,58	6,26	3,20	3,28	1,34
Média		13,92	103,37	221,60	268,97	20,65

<sup>ns</sup>, \*\*, \* - Não significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.



**Tabela 2** - Resumo da análise de variância do número de folhas verdes - NFV, número de folhas depois da primeira espiga - NFDE, diâmetro do colmo - DC (mm) e diâmetro da espiga com palha - DEPa (mm) do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR, submetido a três densidades de plantio na savana de Roraima, aos 70 DAP

F.V.	G.L.	Quadrado Médio			
		NFV	NFDE	DC	DEPa
Bloco	7	1,58 ***	0,12 n.s	4,89 *	3,29 n.s
Densidades de plantio	2	0,37 n.s	0,01 n.s	9,83 **	21,08 **
Resíduo	14	0,21	0,11	2,24	1,99
C.V. (%)		3,68	4,94	4,91	2,50
Densidades de plantio	37.500	-	-	23,69 a	57,85 a
	50.000	-	-	23,50 a	56,98 a
(plantas ha <sup>-1</sup> )	62.500	-	-	21,68 b	54,71 b
Média			12,46	6,70	-

n.s, \*\*\*, \*\*, \*- Não significativo, significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

numa população de 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>, os espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,90 m, não modificaram a altura da primeira espiga, com média de 87,12 cm, mas houve diferença significativa para esta variável entre os híbridos estudados, variando entre 76,12 e 94,00 cm, destacando-se com maior altura de inserção da primeira espiga o híbrido Pioneer 30F35. Estes resultados estão coerentes com os alcançados nesta pesquisa, em que não foi observada influência da densidade de plantio na altura de inserção da primeira espiga. No entanto, a altura média da primeira espiga para o híbrido Pioneer 30F35HR (103,37 cm) ficou acima da encontrada por Gilo *et al.* (2011).

Merotto Júnior *et al.* (1997), constataram que a altura de inserção da primeira espiga de milho acima de 1,0 m é favorável à colheita mecanizada em cultivo de milho intercalado com outras culturas no sistema plantio direto.

Para a altura de inserção da espiga e altura total da planta, as pesquisas têm demonstrado que estas variáveis são influenciadas pela densidade populacional, quanto menor o espaçamento das linhas e maior a densidade de plantio, maiores os valores destas variáveis (ARGENTA *et al.*, 2001; PENARIOL *et al.*, 2003; SCHEEREN *et al.*, 2004; MARCHÃO *et al.*, 2005; ALVAREZ *et al.*, 2006; VON PINHO *et al.*, 2008). No entanto, Takasu *et al.* (2012), observaram que a altura da espiga só foi aumentada na redução do espaçamento das linhas de 0,90 m para 0,45 m, e que densidades de plantas até 100.000 plantas ha<sup>-1</sup> foram favoráveis a maior altura das plantas, mas não afetou a altura da primeira espiga.

Para diâmetro do colmo, os resultados encontrados nesta pesquisa estão condizentes com a literatura científica. Demétrio *et al.* (2008), avaliando o desempenho de

híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais, entre 30.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, constataram que o diâmetro do colmo diminuiu com o aumento da densidade populacional. Estes resultados são, também, coerentes com os resultados alcançados por Dourado Neto *et al.* (2003) e Penariol *et al.* (2003).

Portanto, o aumento da densidade populacional no cultivo do milho interfere na massa individual das plantas, obtendo-se decréscimo de matéria seca individual, principalmente do colmo, como resultado da competição pelos recursos do meio (GROSS *et al.*, 2006). Segundo Demétrio *et al.* (2008), as plantas tendem a ficar mais suscetíveis ao quebramento e, ou, acamamento com o incremento populacional, havendo diferenças entre genótipos.

Sangoi *et al.* (2002) e Argenta *et al.* (2001) relataram que a altura das plantas será tanto mais elevada quanto maior for a população de plantas, devido ao efeito combinado da competição intraespecífica por luz, com consequente estímulo da dominância apical das plantas. Von Pinho *et al.* (2008) definiram que para aumento de 1.000 plantas na densidade haverá acréscimo de 0,20 m na altura das plantas de milho, mas para 10.000 plantas ha<sup>-1</sup> o acréscimo é de 0,03 m (SILVA *et al.*, 2008). Considera-se que essa resposta em altura pelo aumento populacional depende do material genético empregado.

A média da massa da espiga com palha (MECP), média da massa da espiga sem palha (MESP), média da massa da palha (MPALHA) e média da massa do sabugo (MSABUGO) foram afetadas significativamente pelas densidades de plantios (Tabela 3).

A maior densidade de plantio reduziu a massa da espiga com e sem palha, a massa das palhas da espiga e a

**Tabela 3** - Resumo da análise de variância da média da massa da espiga com palha – MECP (g), média da massa da espiga sem palha – MESP (g), média da massa da palha – MPALHA (g) e média da massa do sabugo – MSABUGO (g) do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR, submetido a três densidades de plantio na savana de Roraima, aos 100 DAP

F.V.	G.L.	Quadrado Médio			
		MECP	MESP	MPALHA	MSABUGO
Bloco	7	429,71 *	335,12 *	9,47 *	8,38 <sup>ns</sup>
Densidades de plantio	2	6.225,91 ***	4.757,99 ***	98,88 ***	114,49 ***
Resíduo	14	119,40	90,35	3,21	5,32
C.V. (%)		5,76	5,69	7,88	9,33
Densidades de plantio (plantas ha <sup>-1</sup> )	37.500	219,93 a	193,33 a	26,60 a	28,71 a
	50.000	184,70 b	162,84 b	21,86 ab	24,26 b
	62.500	164,85 c	145,12 c	19,73 b	21,19 c

ns, \*\*\*, \*- Não significativo, significativo a 0,1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

massa do sabugo (Tabela 3). Estes resultados influenciaram na produção da biomassa total da parte aérea. Portanto, as menores densidades de plantio tendem a apresentar plantas de milho com espigas mais pesadas, individualmente, não refletindo, necessariamente, em aumento de produção por área.

A média da massa dos grãos (MGRAOS), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE) e diâmetro do sabugo (DS) foram afetadas pelas densidades de plantios (Tabela 4).

Observa-se que todas as variáveis apresentadas na Tabela 4 tiveram suas médias reduzidas com o aumento da densidade de plantio. A maior magnitude de redução deu-se na massa de grãos provenientes de espigas colhidas na densidade populacional de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

O comprimento da espiga sofreu redução com o aumento da densidade de plantio, corroborando com Gilo *et al.* (2011), os quais afirmaram que entre diferentes adensamentos de milho, o comprimento da espiga será menor quanto maior for a população de plantas. Segundo Dourado Neto *et al.* (2003), quando há um aumento na densidade populacional na cultura do milho, o comprimento das espigas é reduzido, porém, a produção é compensada pelo aumento do número espigas por área.

Quanto ao diâmetro da espiga, Marchão *et al.* (2005), Brachtvogel *et al.* (2009) e Gilo *et al.* (2011), confirmam os resultados obtidos neste estudo, que a maior densidade de plantio reduz o diâmetro da espiga.

Para o diâmetro do sabugo (DS), verifica-se que os maiores diâmetros foram encontrados nas menores

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância da média da massa dos grãos - MGRAOS (g), comprimento da espiga - CE (cm), diâmetro da espiga - DE (mm) e diâmetro do sabugo - DS (cm) do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR, submetido a três densidades de plantio na savana de Roraima, aos 100 DAP

F.V.	G.L.	Quadrado Médio			
		MGRAOS	CE	DE	DS
Bloco	7	216,73 *	0,91 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,0071 <sup>ns</sup>
Densidades de plantio	2	3.095,09 ***	12,19 ***	0,18 ***	0,10 *
Resíduo	14	67,96	0,58	0,001	0,0098
C.V. (%)		5,95	4,98	1,92	3,12
Densidades de plantio (plantas ha <sup>-1</sup> )	37.500	158,94 a	16,55 a	4,95 a	3,29 a
	50.000	136,90 b	15,16 b	4,79 b	3,16 ab
	62.500	119,69 c	14,09 c	4,65 c	3,06 b

<sup>ns</sup>, \*\*\*, \*- Não significativo, significativo a 0,1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

densidades de plantio. Marchão *et al.* (2005) afirmaram que o diâmetro do sabugo decresce de acordo com o aumento da densidade populacional.

A variável número de fileiras de grãos por espiga (NFE) não foi afetada pelas densidades de plantio (Tabela 5), com média de 17,01; mas influenciaram significativamente ( $p \leq 0,001$ ) as variáveis: número de grãos por fileira (NGF) e número de grãos por espiga (NGE).

Corroborando com este trabalho, Gilo *et al.* (2011) confirmaram que o aumento das populações de plantas não influenciou no número de fileiras de grãos por espiga. No entanto, Dourado Neto *et al.* (2003), Scheeren *et al.* (2004) e Marchão *et al.* (2005), observaram que as menores populações proporcionaram os maiores valores médios para número de fileiras por espiga. A variação do número de fileiras de grãos é um caráter genético e sua variação com a população pode estar relacionado com a cultivar.

O número de grãos por fileira reduziu de 37,85 para 31,91 e o número de grãos por espiga de 654,32 para 533,52 grãos, da densidade de 37.500 para 62.500 plantas  $ha^{-1}$  (Tabela 5). Esses resultados estão condizentes com a literatura, os quais relacionam negativamente densidade populacional na cultura do milho com número de grãos por fileira e número de grãos por espiga (DOURADO *et al.*, 2003; PENARIOL *et al.*, 2003; SCHEEREN *et al.*, 2004; AMARAL FILHO *et al.*, 2005; MARCHÃO *et al.*, 2005; DEMÉTRIO *et al.*, 2008; SERPA *et al.*, 2012; TAKASU *et al.*, 2012.). Portanto, verifica-se que número de grãos por fileira, ao contrário do número de fileiras, é o

que mais contribuiu para o valor final do número e grãos por espiga, sendo variável importante a ser mensurada na cultura do milho.

O índice de sabugo (IS), com média de 13,01%, não foi afetado pelas três densidades de plantio, mas afetaram, significativamente, o índice de colheita, índice de grãos, biomassa total da parte aérea e produtividade de grãos (Tabela 6).

O índice de colheita é indicador da eficiência da planta em converter produção total de fitomassa acima do solo em produção total de parte colhida e comercializada da cultura, sendo considerados ideais, para a cultura do milho, índices entre 50 e 60% (MARTINS; COSTA, 2003; DEMÉTRIO *et al.*, 2008). No presente estudo, apenas a densidade de 50.000 plantas  $ha^{-1}$  apresentou índice de colheita acima de 50% (Tabela 6).

Demétrio *et al.* (2008), observaram que os índices de colheita foram maiores, entre 50.000 e 70.000 plantas  $ha^{-1}$ , e que populações fora desta faixa reduziram o índice de colheita, sendo coerente com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Observa-se que o maior índice de grãos (73,62%) foi obtido com a densidade de 50.000 plantas  $ha^{-1}$ , não havendo diferença significativa entre as demais densidades de plantio (Tabela 6).

A biomassa total da parte aérea ( $kg\ ha^{-1}$ ) e a produtividade de grãos ( $kg\ ha^{-1}$ ) apresentaram médias superiores com o aumento da densidade de plantio, com a maior produtividade ( $7.504,38\ kg\ ha^{-1}$ ) alcançada na maior densidade de plantas (Tabela 6). Portanto, densidades

**Tabela 5** - Resumo da análise de variância do número de fileiras por espiga - NFE, número de grãos por fileira - NGF e número de grãos por espiga - NGE do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR, submetido a três densidades de plantio na savana de Roraima, aos 100 DAP

F.V.	G.L.	Quadrado Médio		
		NFE	NGF	NGE
Bloco	7	0,32 <sup>ns</sup>	9,50 <sup>*</sup>	4.412,73 <sup>*</sup>
Densidades de plantio	2	0,65 <sup>ns</sup>	70,52 <sup>***</sup>	29.186,53 <sup>***</sup>
Resíduo	14	0,22	2,53	1.463,41
C.V. (%)		2,77	4,56	6,44
Densidades de plantio	37.500	-	37,85 a	654,32 a
(plantas $ha^{-1}$ )	50.000	-	34,81 b	594,05 b
	62.500	-	31,91 c	533,52 c
Média		17,0	-	-

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*\*</sup>, <sup>\*</sup> - Não significativo, significativo a 0,1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6** - Resumo da análise de variância do índice de colheita - IC (%), índice de grãos - IG (%) índice de sabugo - IS (%), biomassa total da parte aérea - BTPA (kg ha<sup>-1</sup>) e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR, submetido a três densidades de plantio na savana de Roraima aos 100 DAP

F.V.	G.L.	Quadrado Médio				
		IC	IG	IS	BTPA	Produtividade
Bloco	7	3,57 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>n.s</sup>	0,94 <sup>n.s</sup>	3.253.160,6 <sup>*</sup>	504.719,05 <sup>n.s</sup>
Densidades de plantio	2	23,63 <sup>***</sup>	9,05 <sup>***</sup>	0,13 <sup>n.s</sup>	22.698.054,2 <sup>***</sup>	4.867.321,86 <sup>***</sup>
Resíduo	14	1,74	0,52	0,38	1.087.477,9	190.698,07
C.V. (%)		2,72	1,00	4,75	7,50	6,47
Densidades de plantio	37.500	47,87 b	71,50 b	-	12.298,13 c	5.946,25 c
(plantas ha <sup>-1</sup> )	50.000	50,57 a	73,62 a	-	13.783,13 b	6.791,86 b
	62.500	47,38 b	72,33 b	-	15.659,38 a	7.504,38 a
Média		-	-	13,01	-	-

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*\*</sup>, <sup>\*</sup> - Não significativo, significativo a 0,1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

maiores devem ser estudadas para que o híbrido transgênico Pioneer 30F35HR possa expressar seu maior potencial produtivo nas condições de cultivo da savana de Roraima.

A produtividade de grãos (Tabela 6) está em conformidade com estudos recentes, os quais têm demonstrado respostas positivas ao aumento da produtividade do milho pelo aumento da população de plantas, com produtividades máximas sendo atingidas empregando-se densidade populacional entre 70 a 80 mil plantas por hectare, e diminuindo em populações superiores a estas (DOURADO NETO *et al.*, 2003; MARTINS; COSTA, 2003; PENARIOL *et al.*, 2003; SCHEEREN *et al.*, 2004; MARCHÃO *et al.*, 2005; ALVAREZ *et al.*, 2006; GROSS *et al.*, 2006; DEMÉTRIO *et al.*, 2008; SERPA *et al.*, 2012; TAKASU *et al.*, 2012)

Segundo Marchão *et al.* (2005), as densidades de plantio de milho quando ultrapassam 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>, causam maior incremento na produtividade. No entanto, Demétrio *et al.* (2008), verificaram que densidades superiores a 80.000 plantas ha<sup>-1</sup> de milho reduziram a produtividade devido a maior competição por espaço, luz, nutrientes e CO<sub>2</sub>. Scheeren *et al.* (2004) verificaram que em populações até 87.500 planta ha<sup>-1</sup>, obtiveram as maiores produtividades de grãos.

Os resultados de rendimento de grãos (produtividade em kg ha<sup>-1</sup>) obtidos neste trabalho indicaram que o número de espigas foi mais decisivo na produtividade que características de qualidade como: comprimento, diâmetro da espiga e massa da espiga, que em condições de competição podem ser diminuídos.

## Conclusões

Os valores médios do número da folha da inserção da primeira espiga, altura da inserção da primeira espiga, altura da folha bandeira, altura total da planta, número de folhas totais, número de folhas verdes e número de folhas depois da primeira espiga do milho híbrido transgênico Pioneer 30F35HR não são influenciados pelo aumento da densidade de plantio entre 37.500 e 62.500 plantas ha<sup>-1</sup> em cultivo realizado na savana de Roraima;

O comprimento, diâmetro, massa e número de grãos da espiga de milho reduz com o aumento da densidade de plantio;

O índice de grão e índice de colheita são maiores na densidade de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>;

A biomassa total e produtividade de grãos apresentam incremento de produção à medida que se aumenta a população de plantas por área de 37.500 para 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

## Literatura científica citada

- ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agrônômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.402-408, 2006.
- AMARAL FILHO, J. P. R. do; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.467-473, 2005.



- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.
- BENEDETTI, U. G.; VALE JÚNIOR, J. F. do; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. C. P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.299-312, 2011.
- BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2334-2339, 2009.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivado em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.30, n.5, p.733-739, 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**, 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**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. 1997. 212p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, p. 21-54. 2000.
- GILO, E. G.; SILVA JUNIOR, C. A. da; TORRES, F. E.; NASCIMENTO, E. S.; LOURENÇÃO, A. da S. Comportamento de híbridos de milho no cerrado sul-matogrossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, v.27, n.6, p.908-914, 2011.
- 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.
- HORN, D.; ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; CASSOL, P. C. Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.1, p.77-85, 2006.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, v.26, n.3, p. 1-86, março, 2013.
- LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D. C.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1536-1542, 2007.
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.93-101, 2005.
- 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.
- MARTINS, P. E.; COSTA, A. J. A. Comportamento de um milho híbrido hiperprecoce em dois espaçamentos e diferentes populações de plantas. **Cultura Agrônômica**, v.12, p.77-88, 2003.
- MEROTTO JÚNIOR, A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, v.27, n.4, p.549-554, 1997.
- 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**, v.2, p.52-60, 2003.
- 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.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHET, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, v.79, p.39-51, 2002.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Densidade e arranjo populacional em milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônômico, 2005, p. 27-41.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.
- 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: Agronomy**, v.26, n.2, p.55-60, 2004.
- SERPA, M. da S.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; MARCHESI, D. R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.4, p.541-549, 2012.
- SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.; REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.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, A. G. da; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L. de; IMOLESKI, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agronômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, v.24, n.2, p.89-96, 2008.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; ARF, O.; HAGA, K. I.; LEAL, S. T. Características Agronômicas da Cultura do Milho em Função da Densidade de Semeadura e Espaçamento Entrelinhas no Cerrado no Período da Safrinha. **Anais... XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO** - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

VON PINHO, R. G.; GROSS, M. R.; ANDRÉ GUSTAVO STEOLA(4); MENDES, M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, v.67, n.3, p.733-739, 2008.