

## RENDIMENTO DO MILHO DOCE SOB FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POPULAÇÕES DE PLANTAS

Paulo César da Silva<sup>1</sup>, Talvanes Cruz de Araújo<sup>2</sup>, Paulo Matheus Romão dos Santos<sup>3</sup>, Allan Cunha Barros<sup>4</sup>, Ademária Aparecida de Souza<sup>5</sup>, Antônio Lucrécio dos Santos Neto<sup>6</sup>

**RESUMO:** O milho doce apresenta características sensoriais atrativas para o consumo na forma de “milho verde”. As informações técnicas a respeito deste tipo de milho ainda são escassas, principalmente aquelas relacionadas à adubação nitrogenada via fertirrigação e a densidade populacional de plantas. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio em cobertura e populações de plantas no rendimento agroindustrial do milho doce fertirrigado. O experimento foi conduzido no município de Arapiraca-AL, entre o período de novembro de 2017 e janeiro de 2018. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com vinte tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro doses de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N); e as subparcelas por cinco populações de plantas (40.000, 45.000, 50.000, 55.000 e 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>). Foram avaliadas as características agronômicas das plantas em campo e as industriais após a colheita das espigas. A semeadura de milho doce na população de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> resulta em maior rendimento de grãos por espiga. A produtividade de grãos são superiores com a adoção da dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N e a população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* var. *sacharatta*, adubação nitrogenada, densidade populacional.

## SWEET CORN YIELD UNDER FERTIRRIGATION NITROGEN AND PLANT

**ABSTRACT:** Sweet corn has attractive sensory characteristics for consumption in the form of "green corn". The technical information about this type of corn is still scarce, especially

<sup>1</sup> Me., *Campus* Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, *Campus* Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, *Campus* Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Curso de Agronomia, *Campus* Arapiraca, UFAL, Av. Manoel Severino Barbosa - Bom Sucesso, CEP 57309-005, Arapiraca, AL. Fone (82) 22511141. e-mail: allan.cunha.barros@gmail.com

<sup>5</sup> Profa. Doutora, Curso de Administração, *Campus* Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Curso de Agronomia, *Campus* Arapiraca, UFAL, Arapiraca, AL.

those related to nitrogen fertilization via fertirrigation and the population density of plants. The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of nitrogen on cover and plant populations on the agronomic yield of fertirrigated sweet corn. The experiment was conducted in the municipality of Arapiraca-AL, between November 2017 and January 2018. The experimental design was a randomized complete block design with twenty treatments and four replicates. The plots consisted of four nitrogen doses (50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup> of N); and subplots per five plant populations (40,000, 45,000, 50,000, 55,000 and 60,000 ha<sup>-1</sup> plants). The agronomic characteristics of the field and industrial plants were evaluated after ear harvest. The data were submitted to analysis of variance and the means were evaluated through regression analysis. Sweet corn sowing in the population of 40,000 ha<sup>-1</sup> plants results in higher grain yield per spike. Grain yields are higher with the adoption of the 150 kg ha<sup>-1</sup> dose of N and the population of 60,000 ha<sup>-1</sup> plants.

**KEYWORDS:** *Zea mays* var. *sacharatta*, nitrogen fertilization, population density.

## INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* var. *sacharatta* L., Poaceae) é uma planta originária do milho comum através da ação de um gene mutante caracterizado pela alta concentração de açúcar e baixo teor de amido, de grande importância na América do Norte e com aumento de relevância na Ásia oriental, Europa e América do Sul (TRACY, 2001).

No Brasil, 90% da área plantada com milho doce estão concentradas no estado de Goiás, por possuir um amplo parque industrial (LUZ et al., 2015). O consumo desse tipo de milho ainda é pequeno quando comparado ao milho comum, porém, devido às suas excelentes características sensoriais, tem grande demanda destinada a produção de milho verde industrial na forma de conservas e enlatados, além de possuir um elevado potencial de utilização na forma cozida, agregando valor ao produto por apresentar o caráter doce em seu endosperma (BARBIERI et al., 2005; PEREIRA et al., 2006).

Entretanto, no cultivo do milho doce ainda existem algumas etapas do sistema produtivo que precisam ser estudadas com o intuito de melhorar a qualidade da matéria prima e aumentar seu rendimento, dentre eles destacam-se o manejo da adubação nitrogenada e o uso de população de plantas que garanta uma alta produtividade.

O nitrogênio é o nutriente mais extraído pelas plantas de milho, mas os solos brasileiros apresentam baixos teores desse elemento e quando ocorre seu fornecimento via adubação

convencional, ocorrem perdas significativas por lixiviação e volatilização, resultando em baixa produtividade (HE et al., 2012).

Uma das formas de aplicação eficiente do nitrogênio na cultura do milho doce pode ser através do uso da fertirrigação. A fertirrigação é um método de fornecimento de fertilizantes via água de irrigação, em que os nutrientes podem ser disponibilizados paulatinamente, ao ritmo de absorção de água e nutrientes demandados pelas plantas. Apesar da importância, é necessário conhecer a dose de máxima eficiência agrônômica, uma vez que poucos estudos foram realizados com este tipo de aplicação de nitrogênio na cultura do milho doce.

Além da adubação nitrogenada, o uso de populações de plantas inadequadas pode diminuir a produtividade do milho doce. Densidades populacionais elevadas podem causar redução na atividade fotossintética e na eficiência de conversão de fotoassimilados nas plantas, conseqüentemente haverá aumento de esterilidade feminina e redução no número de grãos por espiga e rendimento de grãos. Por outro lado, baixas populações podem limitar a produtividade da cultura, uma vez que as plantas de milho foram melhoradas para produzirem apenas uma espiga de alto rendimento por planta (MARCHÃO et al., 2006).

É comum a indicação pelas empresas produtoras de sementes de milho destinado ao consumo “in natura” a população de 50 mil plantas por hectare, porém o aumento na densidade de plantas tem sido um fator importante por elevar o rendimento de grãos do milho, pela otimização dos fatores ambientais como água, luz e nutrientes (SOARES NETO et al., 2017), mas é necessário analisar sua influência no tamanho das espigas e grãos produzidos.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio em cobertura e populações de plantas sobre o rendimento agroeconômico do milho doce fertirrigado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado entre o período de novembro de 2017 a janeiro de 2018, na área experimental da Indústria Hada/Asa Branca, localizada no município de Arapiraca-AL. Inicialmente, foi realizada a amostragem na camada de 0,00-0,20 m e a análise do solo da área experimental (Tabela 1), para interpretação e recomendação das possíveis correções e adubações para o cultivo do milho verde.

**Tabela 1.** Características químicas do solo da área experimental

Características químicas <sup>1</sup>									
Prof.	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	H+Al	pH
m	%	mg dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>		CaCl <sub>2</sub>
0,00-0,20	-	63	54	1,6	0,8	-	0,00	2,6	6,7
Prof.	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn	M.O	CTC	V
m				mg dm <sup>-3</sup>			g dm <sup>-3</sup>		%
0,00-0,20	34	1,23	-	0,5	69,6	10,6	15,9	2,7	50,8

<sup>1</sup>Profundidade (Prof); Extrator de P e K, Mehlich<sup>-1</sup>; Matéria Orgânica (M.O); Capacidade de troca de cátions (CTC); Porcentagem de saturação de bases (V).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, constituído por 20 tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram formadas por quatro doses de nitrogênio em cobertura (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N) e as subparcelas por cinco espaçamentos entre plantas (20,83; 22,73; 25; 27,78 e 31,25 cm), totalizando populações de plantas estimadas de 40.000, 45.000, 50.000, 55.000 e 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A cultivar de milho doce industrial utilizada foi a transgênica “Thunder”, sendo necessário o plantio de uma área de refúgio, utilizando-se 10% da área experimental com a semeadura da cultivar convencional AG1051. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 7,0 m, com espaçamento de 0,8 m entre fileiras e entre plantas de acordo com a população de plantas testada. Como parcela útil foram consideradas as três plantas das duas linhas centrais de cada parcela.

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se uma semente por cova numa profundidade de 0,05 m. O sistema de irrigação adotado foi o localizado por gotejamento, com espaçamento de 0,20 m entre emissores. O manejo da irrigação foi realizado diariamente de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETC), calculada pelo produto da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), método de Hargreaves Samani, e o coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>), de acordo com Doorenbos & Kassam (1979), sendo os dados obtidos diariamente da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Arapiraca-AL.

As adubações de cobertura foram realizadas através de fertirrigações (Venturi) iniciadas 10 dias após a semeadura (estádio V3) e parceladas em 12 vezes ao longo do ciclo da cultura com as seguintes doses: 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando-se a ureia (46% de N) como fonte de nitrogênio e cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) como fonte de potássio, na dose fixa de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para todos os tratamentos.

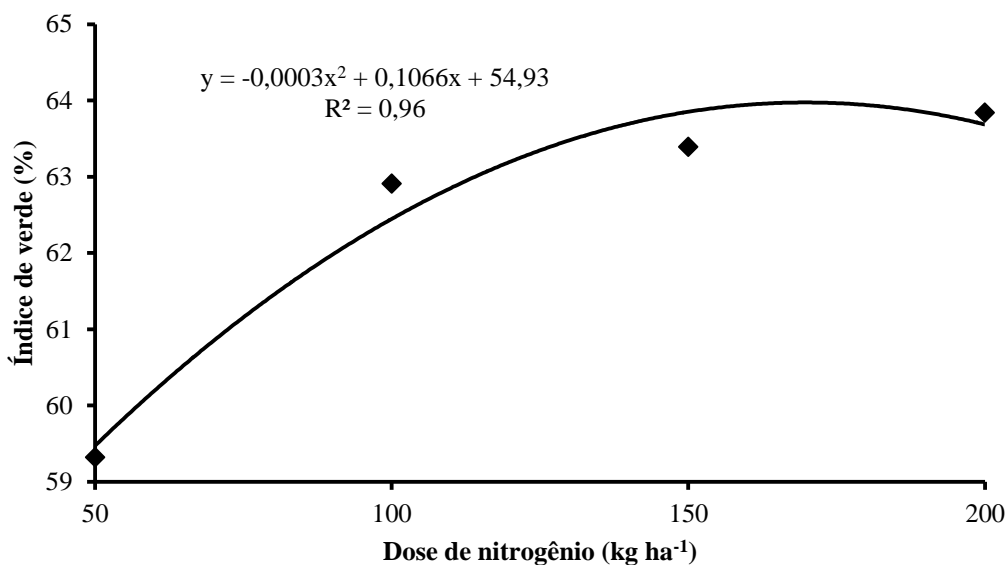
Para o controle das plantas daninhas, foi utilizado o herbicida à base de glifosato, pulverizado com uma bomba costal, aplicado no estágio V2. No controle das pragas utilizou-se os inseticidas com ingredientes ativos lambda-cialotrina ( $21,2 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ) + tiametoxam ( $28,2 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ ).

A colheita do milho foi feita no estágio R3. Foram realizadas as seguintes avaliações da parcela útil: índice de verde; altura de planta; altura da inserção da espiga; diâmetro do colmo; peso, comprimento e diâmetro de espiga empalhada e despalhada; número de fileiras por espiga; brix e pH; peso de grãos por espiga e produtividade de espiga com palha e de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, após a verificação do teste F, as médias foram submetidas à análise de regressão a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico Sisvar e os gráficos confeccionados no Software Sigmaplot.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

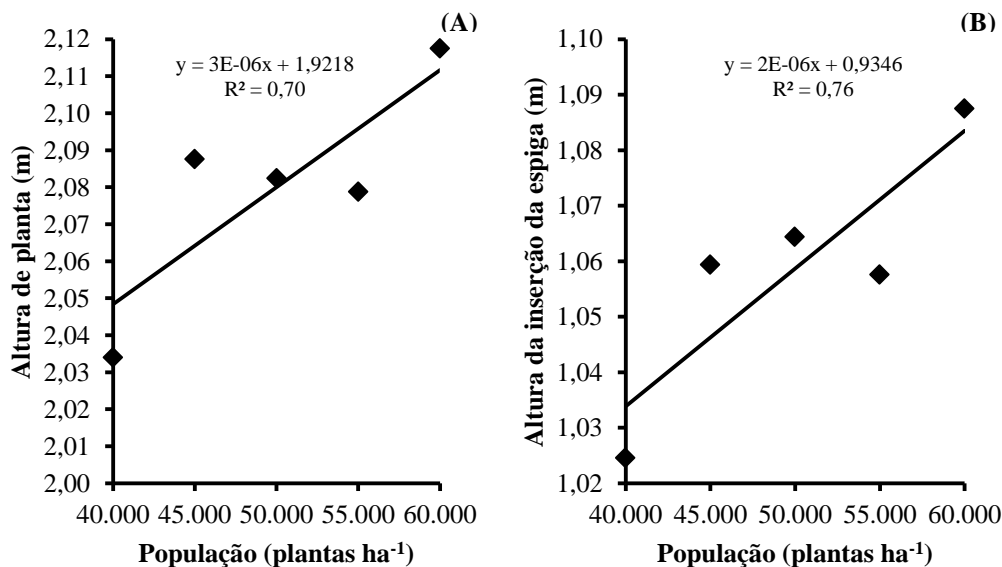
O índice de verde das folhas de milho doce em função da aplicação das diferentes doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação é apresentado na Figura 1. Houve uma resposta quadrática para o teor de clorofila em função das doses de nitrogênio. Pela derivação do modelo de regressão, nota-se que a dose de aproximadamente  $170 \text{ kg ha}^{-1}$  proporcionou um teor máximo de clorofila de 63,9 unidades de SPAD.



**Figura 1.** Índice de verde de folhas de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio.

Segundo Taiz & Zeiger (2009), a coloração verde das plantas está diretamente associada com o teor de clorofila, e este, inteiramente relacionado com o teor de Nitrogênio presente nas plantas. Os pigmentos fotossintéticos (clorofilas a, b e total e carotenoides) são essenciais para o desenvolvimento das plantas, pois são responsáveis pela captura da energia solar usada na fotossíntese.

Para a altura de planta (AP), observa-se comportamento linear crescente em função do aumento na população de plantas (Figura 2A). Com a menor densidade de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> obteve-se AP de 2,05 m e com a maior densidade, 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>, a AP foi de 2,11 m. Percebe-se, ainda, o incremento de 0,15% na altura das plantas para cada unidade de planta aumentada.



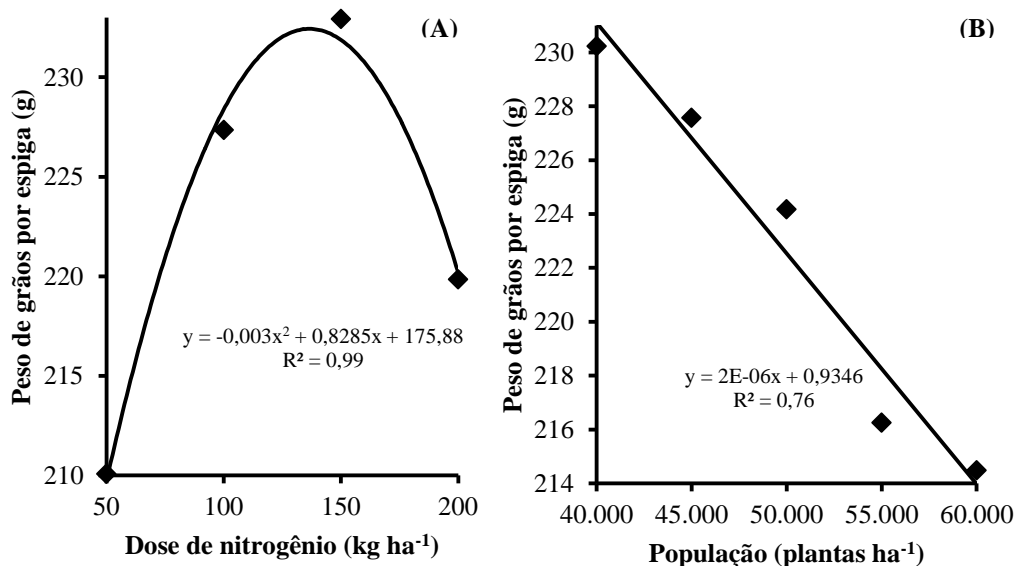
**Figura 2.** Altura de planta (A) e da inserção da espiga (B) de milho doce produzido em diferentes populações de plantas.

A densidade populacional pode influenciar a qualidade de luz recebida pelas plantas. Quanto mais alta a densidade populacional, ocorrerá a interferência na qualidade da luz que é absorvida no interior do dossel, aumentando a quantidade de vermelho distante (VD) em detrimento ao vermelho (V). Essa relação de VD/V pode interferir diretamente na arquitetura da planta, estimulando a dominância apical, com a alongação do colmo (BALLARÉ et al., 2000; SANGOI, 2000).

A altura da inserção da espiga (AIEesp) (Figura 2B) apresentou desempenho semelhante ao observado para a altura de plantas, com comportamento linear crescente em função do aumento da densidade populacional, obtendo a maior AIEesp de 1,08 m na densidade de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Observa-se, ainda, o incremento de 0,20% na AIEesp a cada unidade de planta acrescentada (Figura 3).

Argenta et al. (2001) e Alvarez et al. (2006) observaram maiores AP e AIEesp com o aumento da densidade populacional, fator que pode está relacionado a uma tendência natural de alongamento das plantas em situações de alta densidade. Porém, altura da inserção da espiga muito elevada em relação à altura de planta pode provocar o acamamento se não houver razoável diâmetro de caule.

Na Figura 3A é possível observar que a produção de grãos por espiga foi influenciada pelo uso das diferentes doses de nitrogênio em cobertura, atingindo um ponto de máxima de 233,08 g na dose de 138,08 kg ha<sup>-1</sup> de N. Segundo Uhart & Andrade (1995) o nitrogênio está diretamente relacionado com a translocação de açúcares dos órgãos vegetativos (folhas) para outros drenos, principalmente os grãos. Além disso, o N favorece o crescimento do sistema radicular, que proporciona às plantas uma maior absorção de água e outros nutrientes, que contribuem para a obtenção das maiores produtividades do milho (RAO et al., 1992).



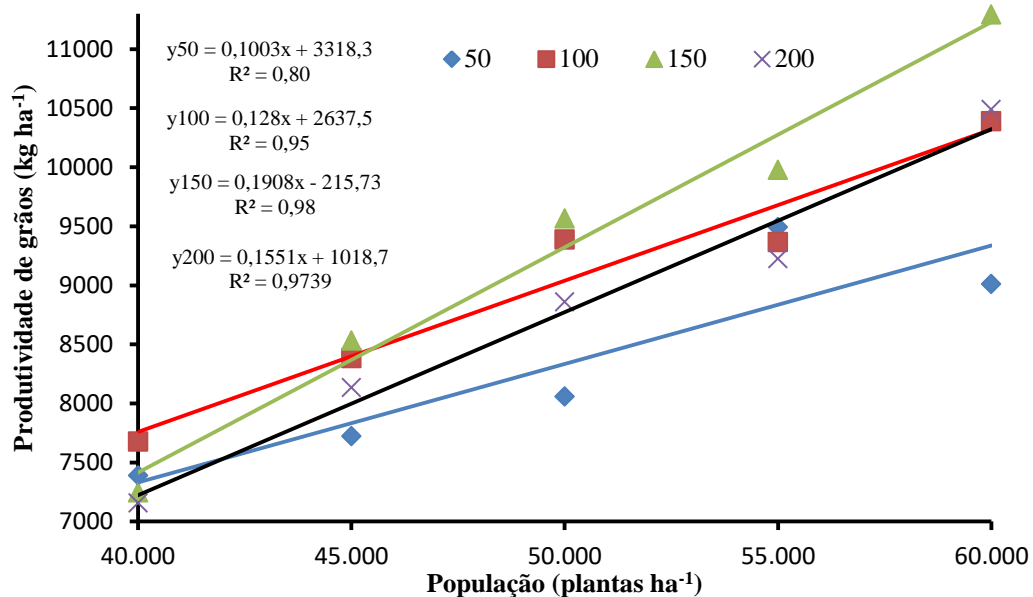
**Figura 3.** Peso de grãos por espiga em diferentes doses de nitrogênio (A) e populações de plantas (B) de milho doce.

No peso de grãos por espiga (PGr) em função da densidade populacional de plantas observou-se um decréscimo linear de 0,37% a cada unidade de densidade aumentada (Figura 3B), com o maior peso de 231,11 g de grãos obtido com a população de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> e o menor de 213,98 g com a densidade de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A menor densidade de plantas resultou num acréscimo de 7,41% na produção de grãos quando comparada com a maior população de plantas.

De acordo com Bruns e Abbas (2005) a redução no peso dos grãos por espiga é resultante do aumento da densidade populacional, uma vez que, as plantas sujeitas a altas densidades populacionais estão sujeitas a sofrer mais estresse induzido pela competição

intraespecífica por nutrientes, água e luz. Porém, com o aumento no número de plantas por área, essa competição não resulta necessariamente na diminuição da produtividade, uma vez que o grande número de plantas muitas vezes compensa essas perdas.

Em relação à produtividade de grãos por hectare (PGr), houve interação entre os fatores avaliados. No desdobramento da densidade populacional dentro de cada dose de nitrogênio (Figura 16B), verifica-se para todas as doses de N estudadas, que o aumento da população de plantas proporciona um acréscimo na PGr. Nas doses de nitrogênio 50, 100, 150 e 200 observa-se que para cada unidade acrescida na densidade, a PGr promoveu um aumento de 192,235; 245,710; 366,009 e 299,041 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. 21,76% a mais, para 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, 47,48% a mais, para, 150 kg ha<sup>-1</sup> de N e 35,72% a mais, para 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. No entanto, alguns autores como Sangoi et al., (2011) e Van Roekel & Coulter, (2012) não observaram alteração na produtividade de grãos de milho em função do espaçamento entrelinhas.



**Figura 4.** Produtividade de grãos de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e populações de plantas.

## CONCLUSÕES

A semeadura de milho doce na população de 40 mil plantas ha<sup>-1</sup> proporciona maior rendimento de grãos por espiga;

A produtividade de grãos é superior com a adoção da dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N combinada com a semeadura na população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, C.G.D.; PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.402-408, 2006.

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.

BALLARÉ CL; SCOPEL AL; SANCHEZ RA. 2000. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. **Horticultural Science**, 30: 1172-1181.

BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, 2005.

BRUNS, H.A.; ABBAS, H.K. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi valley. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, n.4, p.1136-1140, 2005.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p.

HE, J.; DUKES, M.D.; HOCHMUTH, G.J.; JONES, J.W.; GRAHAM, W.D. Identificação das melhores práticas de manejo de irrigação e nitrogênio para a produção de milho doce em solos arenosos, utilizando o modelo Ceres- milho. **Gainesville**, v.109, p.61- 70, 2012.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em intervalos de colheita. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 1–8, 2015.

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

PEREIRA, R.C. **Relação entre características estruturais e bioquímicas e a textura do grão de milho**. Lavras: UFLA, 2006. 62p.

RAO, A.C.S.; SMITH, J.L.; PARR, J.F.; PAPENDICK, R.I. Considerations in estimating nitrogen recovery efficiency by the difference and isotopic dilution methods. **Fertilizer Research**, The Hague, v. 33, p. 209-217, 1992.

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.; SCHWEITEZER, C.; SILVA, P. R. F.; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 609-616, 2011.

SOARES NETO, J.C.; SANTOS NETO, A. L.; SANTOS, W. M.; BARROS, D.T. S.; SOUZA, A. A.; ALBUQUERQUE NETO, J.C. Performance of irrigated green corn cultivars in different plant populations at sowing. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n.4, p. 267-272, 2017.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009. 848p.

TRACY, W.F. Sweet corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Specialty corns**. 2. Ed. Florida: CRC Press, 2001. p. 155-198.

UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize. II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 1384 - 1389, 1995.

VAN ROEKEL, R. J.; COULTER, J. A. Agronomic responses of corn hybrids to row width and plant density. **Agronomy Journal**, v. 104, n.3, p. 612-620, 2012.