

## FERTILIZANTES NITROGENADOS E DENSIDADES DE SEMEADURA PARA A CULTURA DO MILHO IRRIGADO NO INVERNO

RENATO JAQUETO GOES<sup>1</sup>, RICARDO ANTÔNIO FERREIRA RORIGUES<sup>1</sup>, ANDERSON TERUO  
TAKASU<sup>1</sup>, ORIVALDO ARF<sup>1</sup> e JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unesp, Ilha Solteira, SP, Brasil, [renato\\_goes5@yahoo.com.br](mailto:renato_goes5@yahoo.com.br), [ricardo@agr.feis.unesp.br](mailto:ricardo@agr.feis.unesp.br), [teruounesp@yahoo.com.br](mailto:teruounesp@yahoo.com.br),  
[arf@agr.feis.unesp.br](mailto:arf@agr.feis.unesp.br), [jandrade@bio.feis.unesp.br](mailto:jandrade@bio.feis.unesp.br)

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.2, p. 128-137, 2013*

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fertilizantes nitrogenados e de densidades de semeadura na produtividade de grãos e componentes de produção da variedade de milho Isanão-VF1 no período de inverno em Selvíria, MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de dois fertilizantes nitrogenados (ureia e sulfato de amônio) e quatro densidades de semeadura (55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>). O nitrogênio foi depositado ao lado das plantas na dose de 160 kg ha<sup>-1</sup>, com metade da dose aplicada em V<sub>4</sub> e o restante em V<sub>6</sub>. Com a primeira adubação nitrogenada, aplicaram-se 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando como fonte o cloreto de potássio. Foram realizadas as seguintes avaliações: prolificidade, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de fileiras e de grãos por fileira, número de grãos na espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. A variedade utilizada apresenta uniformidade na formação de espigas por planta. O sulfato de amônio aumenta o diâmetro da espiga na menor população. A aplicação de ureia em cobertura origina grãos mais pesados na maior densidade de semeadura. A produtividade de grãos responde de maneira positiva à crescente população de plantas.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L.; sulfato de amônio; ureia; população de plantas.

## NITROGEN FERTILIZERS AND PLANTING DENSITIES FOR IRRIGATED CORN CROP IN THE WINTER

**ABSTRACT** - The objective of this work was to verify the effect of nitrogen fertilizers and planting densities in the corn variety Isanão-VF1 in the winter in Selvíria, MS. Experimental design was randomized blocks in a 2x4 factorial scheme, with four replications. Treatments were constituted of two nitrogen fertilizers (urea and ammonium sulfate) and four planting densities (55,000; 70,000; 85,000 and 100,000 plants ha<sup>-1</sup>). Nitrogen was applied at sidedressing using 160 kg ha<sup>-1</sup> being 50% at V<sub>4</sub> and the rest at V<sub>6</sub> stage. Along with the first nitrogen fertilization, 70 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O was applied using potassium chloride. The follow evaluations were done: prolificacy, ear diameter, ear length, number of rows, grain number per row, grain number per ear, weight of 100 grains and grain yield. The variety used showed uniformity in ear formation. Ammonium sulfate increased ear diameter in the smallest plant population. The urea application at sidedressing resulted in heavier grains in the highest sowing density. Grain yield presented positive response to the increasing plant population.

**Key words:** *Zea mays* L.; ammonium sulfate; urea; plants population.

O aumento da densidade de semeadura é uma alternativa para aumentar a interceptação solar e a produtividade de matéria seca e de grãos na cultura do milho. Entretanto, essa prática também pode trazer algumas consequências negativas quando se utilizam genótipos não tolerantes ao adensamento, podendo resultar na assincronia entre o florescimento masculino e feminino, maior esterilidade feminina e menor eficiência na conversão de fotoassimilados na produtividade de grãos (Hammer et al., 2009).

A ocorrência de alta variabilidade morfológica e fenológica entre plantas é negativa à obtenção de elevadas produtividades de grãos porque diminui a eficiência de uso dos recursos do ambiente (Tokatlidis & Koutroubas, 2004). O estabelecimento desse padrão hierárquico diferenciado de crescimento ocorre já no início do ciclo da cultura e está diretamente associado à intensidade da competição intraespecífica e à resposta da cultivar ao estresse ambiental (Maddoni & Otegui, 2004).

A morte de plântulas é um problema frequentemente observado no campo. Quando o produtor semeia o número de sementes requerido para obter a densidade de plantas desejada, uma porcentagem destas pode não emergir como plântulas, devido ao baixo teor de água no solo, à compactação superficial do solo, aos danos ocasionados por insetos, doenças, pássaros, roedores e aos resíduos de herbicidas (Pommel & Bonhomme, 2008). No Brasil, ainda é comum encontrar agricultores que utilizam densidades abaixo de cinco plantas por metro quadrado como forma de reduzir os riscos por adversidades climáticas, principalmente por deficiência hídrica. O uso de populações subótimas aumenta o tempo

para o fechamento do espaçamento entrelinhas e reduz a interceptação da radiação solar incidente devido à baixa plasticidade morfológica e fenológica das plantas de milho (Silva et al., 2006).

Quando se trabalha com altas densidades de plantas, deve-se considerar também a quantidade necessária de nutrientes. Entre os nutrientes requeridos pelas plantas, o nitrogênio é um dos que apresenta os efeitos mais expressivos no aumento da produção de grãos na cultura do milho. Tem grande importância como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (Gross et al., 2006).

A disponibilidade de nitrogênio no solo para as plantas é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e pela maneira com que este nutriente é fornecido à cultura, sendo que, quando são utilizadas culturas com baixa relação C: N na matéria seca, em rotação ou sucessão, aliado ao manejo de incorporação dos restos culturais, a decomposição e a mineralização são mais rápidas e a ciclagem do N ocorre em curto espaço de tempo (Pavinato et al., 2008).

Muitas pesquisas foram realizadas com o intuito de se obter a melhor dose aliada à melhor fonte nitrogenada em cobertura e os resultados ainda são inconsistentes, talvez pela incapacidade de se controlar todos os fatores envolvidos na dinâmica desse nutriente no solo. Oliveira & Caires (2003) não constataram diferença na produção de milho com a utilização de ureia e o sulfato de amônio. Entretanto, Lara Cabezas et al. (2005) verificaram que a aplicação do sulfato de amônio, independentemente da época de aplicação (pré-semeadura e cobertura), proporcionou

acréscimos significativos (em média 847 kg ha<sup>-1</sup>) de grãos de milho em relação à aplicação da ureia. Meira et al. (2009) não verificaram diferenças entre a ureia, o sulfato de amônio e o Entec® na produtividade de grãos de milho.

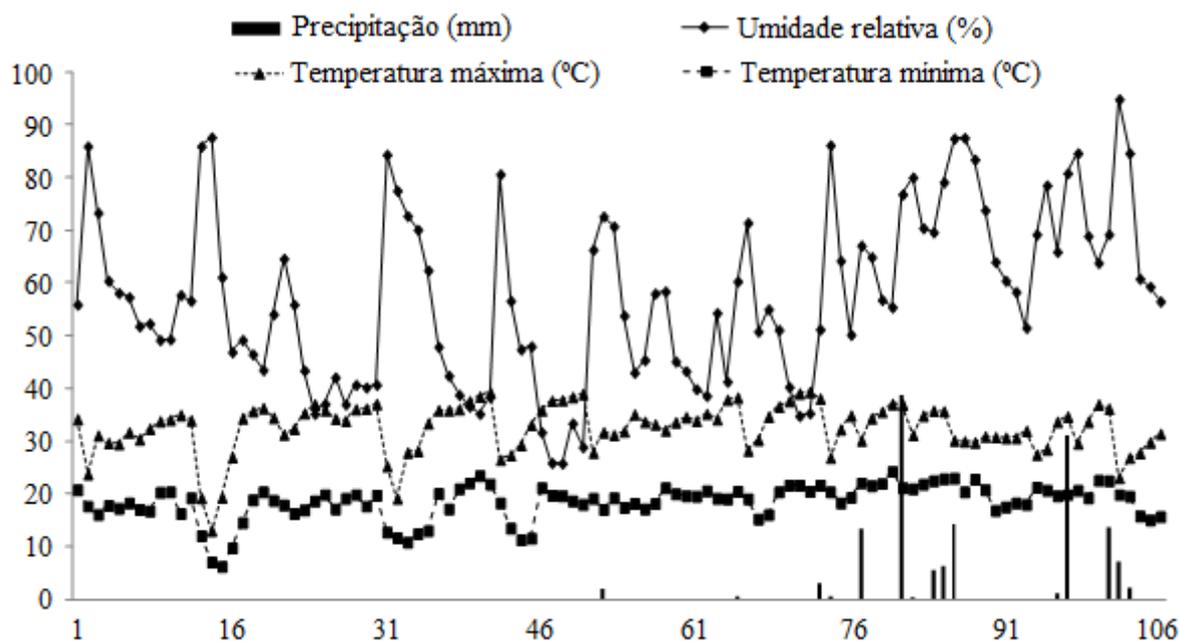
Dessa forma, é necessária a busca por técnicas alternativas que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência de utilização do nitrogênio e, conseqüentemente, a produtividade de grãos na cultura do milho, principalmente em sistemas irrigados no período de inverno, tornando esta época atrativa aos produtores, aumentando, com isso, o volume de produção deste grão no cenário nacional.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de fertilizantes nitrogenados e de densidades de semeadura na produtividade de grãos e componentes de produção na variedade de milho Isanão-VF1 no período de inverno em Selvíria, MS.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado no ano de 2011 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria, MS, situada a 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro, epieutrófico álico de textura argilosa (Santos et al., 2006). A temperatura média anual da região é de 23,5 °C, com precipitação média anual de 1.370 mm e umidade relativa média do ar entre 70 e 80% (Hernandez et al., 1995). Os valores diários da precipitação pluvial, a umidade relativa e as temperaturas máxima e mínima registrados durante o período de manejo do experimento estão expressos na Figura 1.

Antes da instalação do experimento, coletaram-se 20 amostras de solo na profundidade de



**FIGURA 1.** Valores diários da precipitação pluvial, umidade relativa e temperatura máxima e mínima registrados durante o período de manejo do experimento. Selvíria, MS, 2011.

0,0 - 0,2 m e realizou-se a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001), a qual revelou as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,0; 31,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 3,1; 15,0; 8,0; 36,0; 26,1 e 62,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 19,0 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 42,0.

Para o preparo do solo, realizaram-se uma gradagem aradora e duas gradagens niveladoras. O milho foi semeado manualmente no dia 16 de julho, utilizando-se a variedade experimental de milho Isanão-VF1, cuja característica principal é ser braquítica (de porte baixo e colmos robustos), fisiologicamente mais adaptada a altas densidades populacionais. Na adubação de semeadura, utilizaram-se 450 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 04-30-10 + 0,3% de Zn. As sementes foram tratadas com 45 g de Carbendazim + 150 g de Thiram por 100 kg. Para o controle de plantas daninhas, aplicou-se em pós-emergência 1.500 g ha<sup>-1</sup> de Atrazina quando as plantas apresentavam a segunda folha totalmente expandida (V2), 60 g ha<sup>-1</sup> de Nicosulfuron em V4 e 100,8 g ha<sup>-1</sup> de Tembotriona em V6. O controle de insetos-praga foi realizado pela aplicação de 129 g de Metomil + 24 g de Triflumuron ha<sup>-1</sup> em V3 e em V5.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi estimada pela leitura da evaporação de água (ECA) obtida diariamente do tanque Classe A instalado no posto agrometeorológico distante aproximadamente 200 m do local, multiplicada pelo coeficiente do tanque Classe A (K<sub>p</sub>) proposto por Doorenbos & Pruitt (1976), o qual é função da área circundante, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar. Para o cálculo da evapotranspiração da cultura, multiplicou-se o valor

de ET<sub>o</sub> com os coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>'s) propostos por Fancelli & Dourado Neto (1997), utilizando-se os valores de 0,52 - 0,92 (emergência das plântulas até 12 folhas completamente expandidas), 0,97 - 1,10 (pendoamento a grãos leitosos) e 1,04 - 0,92 (grãos pastosos até maturidade fisiológica dos grãos). Após estas leituras, quando necessária, foi realizada irrigação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de dois fertilizantes nitrogenados (ureia e sulfato de amônio) e quatro densidades de semeadura (55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>). As parcelas foram compostas de quatro linhas de plantas com 4 m de comprimento, espaçadas 0,45m entre si, e a área útil foi constituída pelas duas linhas centrais, totalizando 3,6 m<sup>2</sup>.

O adubo nitrogenado foi depositado ao lado das plantas na dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, com metade da dose em V4 e o restante em V6. Com a primeira adubação nitrogenada, aplicaram-se 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando como fonte o cloreto de potássio.

As seguintes avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais das parcelas - prolificidade: relacionou-se o número total de espigas em cada área útil com o número de plantas nas mesmas; diâmetro de espiga: com auxílio de um paquímetro digital, foram realizadas leituras na parte central de cinco espigas tomadas aleatoriamente por parcela; comprimento de espiga: com uma régua milimetrada, mediu-se o comprimento de cinco espigas em cada parcela com resultados expressos em centímetros; fileiras por espiga e grãos na fileira: foi obtido pela contagem das fileiras e dos grãos em quatro fileiras escolhidas

ao acaso em cinco espigas por parcela; grãos por espiga: para esta avaliação, multiplicou-se o número de fileiras por espiga pelo número médio de grãos nas fileiras; massa de 100 grãos: foi realizada com base na pesagem de duas subamostras de 100 grãos por parcela com ajuste para 13% de umidade; produtividade de grãos: após a colheita da área útil das parcelas, as espigas foram trilhadas e, após a pesagem, converteram-se os valores encontrados para 13% de umidade (base úmida).

Para a análise estatística dos resultados obtidos, utilizou-se o software ESTAT, para níveis de 1 e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo de densidades ou interação significativa entre fertilizantes e densidades de semeadura, foram realizadas análises de regressão e a comparação das médias entre os fertilizantes foi feita pelo teste de Tukey.

## Resultados e Discussão

No que se refere à prolificidade, verificou-se que não houve efeito significativo dos tratamentos e da interação fertilizantes nitrogenados x densidades de semeadura (Tabela 1). Este comportamento indica que o número de espigas por planta é constante, tanto em altas quanto em baixas populações, o que torna evidente a capacidade desta variedade em adaptar-se a altas populações. Cruz et al. (2007) verificaram redução do número de espigas por planta em função do aumento da densidade de semeadura. Demétrio (2008), por sua vez, menciona que, em baixas densidades populacionais, a competição entre as plantas pelos recursos do meio é pequena, disponibilizando às mesmas os recursos necessários para a formação de mais de uma espiga por planta, fato não observado no presente experimento.

**TABELA 1.** Valores médios de prolificidade (PRL), diâmetro (DE) de espiga, comprimento de espiga (CE) e número de fileiras de grãos na espiga (FG) para a cultura do milho irrigado, em função de fertilizantes nitrogenados e densidades de semeadura no inverno. Selvíria, MS, 2011.

Tratamentos		PRL	DE (mm)	CE (cm)	FG
Fertilizante nitrogenado (FN)	Ureia	1,05	43,33	16,40	14,12
	Sulfato de amônio	1,04	42,71	16,26	14,05
Densidade de semeadura (DS) (plantas ha <sup>-1</sup> )	55.000	1,07	43,28	15,57	13,95
	70.000	1,03	43,33	16,62	14,51
	85.000	1,05	42,39	16,07	14,05
	100.000	1,02	43,06	17,06	13,85
Teste F	FN	0,20 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
	DS	2,17 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	2,84 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>
	FN x DS	0,44 <sup>ns</sup>	3,06*	3,00 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
CV (%)		4,47	3,12	6,65	5,79

<sup>ns</sup>não significativo. \*\*significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

**TABELA 2.** Desdobramento da interação significativa para o diâmetro de espiga (cm) para a cultura do milho em função de fertilizantes nitrogenados e densidades de semeadura no inverno. Selvíria, MS, 2011<sup>1</sup>.

Populações (plantas ha <sup>-1</sup> )	Ureia	Sulfato de amônio	Teste F
55.000	44,73 a	41,83 b	9,39**
70.000	43,73 a	42,98 a	0,61 <sup>ns</sup>
85.000	42,13 a	42,65 a	0,29 <sup>ns</sup>
100.000	42,71 a	43,41 a	0,53 <sup>ns</sup>
-	2,92 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem em nível de 5% pelo teste de Tukey. <sup>ns</sup>não significativo. \*\*significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

Para o diâmetro de espiga, não houve efeito isolado dos tratamentos e a interação entre ambos foi significativa. O desdobramento da interação significativa entre fertilizantes nitrogenados e densidades de semeadura para diâmetro de espiga (Tabela 2) indica que a ureia se destacou em relação ao sulfato de amônio na população de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Quanto às densidades de semeadura dentro de fertilizantes nitrogenados,

não houve ajuste significativo, tanto para a ureia, quanto para o sulfato de amônio. O fato pode estar relacionado à melhor translocação de fotoassimilados para os grãos e ao aumento do período da atividade fotossintética, após o início do enchimento dos grãos proporcionado pelo uso da ureia em cobertura. Kappes (2010) verificou comportamento contraditório ao deste trabalho em pesquisa desenvolvida com os híbridos AG 6010, XB 6012, XB

**TABELA 3.** Valores médios de grãos por fileira (GPF), grãos por espiga (GPE), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) para a cultura do milho em função de fertilizantes nitrogenados e densidades de semeadura no inverno. Selvíria, MS, 2011.

Tratamentos	GPF	GPE	MCG (g)	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	
Fertilizante nitrogenado (FN)	Ureia	33,48	473,15	16,20	6166,9
	Sulfato de amônio	32,92	463,84	17,23	6478,2
Densidade de semeadura (DS) (plantas ha <sup>-1</sup> )	55.000	32,68	456,61	15,89	4313,9 <sup>1</sup>
	70.000	34,24	498,10	18,27	6576,1
	85.000	32,83	461,65	15,54	6408,0
	100.000	33,04	457,63	12,27	7992,2
Teste F	FN	0,92 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	8,12**	1,98 <sup>ns</sup>
	DS	1,45 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	11,44**	47,16**
	FN x DS	0,05 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	7,14**	2,34 <sup>ns</sup>
CV (%)	4,99	9,17	6,21	9,87	

<sup>1</sup>Y = 708,03 + 0,072x; R<sup>2</sup> = 0,85. <sup>ns</sup>não significativo. \*\*significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

**TABELA 4.** Desdobramento da interação para a massa de 100 grãos (g) para a cultura do milho em função de fertilizantes nitrogenados e densidades de semeadura no inverno. Selvíria, MS, 2011<sup>1</sup>.

Populações (plantas ha <sup>-1</sup> )	Ureia	Sulfato de amônio	Teste F
55.000	16,32 a	15,47 a	1,32 <sup>ns</sup>
70.000	17,76 a	18,77 a	1,94 <sup>ns</sup>
85.000	15,42 a	15,67 a	0,12 <sup>ns</sup>
100.000	15,25 b	19,01 a	26,17**
-	0,69 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem em nível de 5% pelo teste de Tukey. <sup>ns</sup>não significativo. \*\*significativo, ao nível de 1%, pelo teste de F.

7253, XB9003 e AG 9010 nas densidades de 50.000, 60.000, 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, verificando redução do diâmetro da espiga em todos os híbridos avaliados em função do aumento da densidade de semeadura.

Com relação ao comprimento de espiga, também não houve efeito significativo dos tratamentos e da interação entre eles. Os resultados do presente estudo são discordantes daqueles obtidos por Brachtvogel (2008) e Paulo & Andrade (2003), que verificaram progressiva redução no comprimento de espiga em função do aumento da população de plantas.

No que se refere ao número de fileiras de grãos, não houve efeito dos tratamentos e a interação fertilizantes nitrogenados x densidades de semeadura não mostrou significância. Souza et al. (2011) também não verificaram diferença entre o sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação, sulfato de amônio e ureia para o número de fileiras de grãos por espiga no híbrido AG5020, enquanto Furtado (2005) observou uma redução do número de grãos por fileira à medida que se aumentou a população de plantas.

Para o número grãos por fileira e grãos por espiga, não houve efeito dos tratamentos e a interação

fertilizantes nitrogenados x densidades de semeadura também não foi significativa. Para o número de grãos por espiga, Souza & Soratto (2006) e Souza et al. (2011) obtiveram resultados corroborantes aos deste trabalho. Estes autores não verificaram diferença entre a ureia, o sulfato de amônio e o sulfonitrato de amônio para o número de grãos na espiga. A falta de resposta pode estar associada à condição irrigada em que o experimento foi desenvolvido e à aplicação de irrigação logo após a adubação de cobertura, o que, aliadas à baixa precipitação observada durante a condução do experimento, pode ter contribuído para reduzir as perdas de amônia por volatilização.

Quanto à massa de 100 grãos, verificou-se que houve efeito significativo dos tratamentos e a interação entre eles também mostrou significância. Comparando o efeito de fertilizantes dentro de densidades (Tabela 4), observou-se que o sulfato de amônio foi superior à ureia na densidade de 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A ausência de resposta dos fertilizantes nas densidades menores pode estar relacionada à maneira similar com que as plantas utilizaram este nutriente aplicado em cobertura, haja vista a baixa capacidade desta variedade em emitir novas espigas em densidades menores, a distribuição dos fotoassimilados aos grãos foi

semelhante. Meira (2006), em trabalho com sulfato de amônio, sulfato de amônio e ureia no híbrido AGN 20A20, também não verificou efeito das fontes de nitrogênio na massa de 100 grãos. Com relação ao efeito de densidade dentro de fertilizantes, não houve ajuste significativo de regressão em ambos os fertilizantes testados.

Com relação à produtividade de grãos, houve efeito significativo somente para densidade de semeadura (Tabela 3). Observou-se resposta linear positiva em função do aumento da densidade de semeadura. Esta tendência pode ser atribuída à melhor eficiência da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo aumento da densidade. Entretanto, o efeito da densidade de semeadura depende da interação de diversos fatores, como o espaçamento entrelinhas, a arquitetura foliar do genótipo em avaliação e a disponibilidade de água e nutrientes. Penariol et al. (2003) verificaram que o híbrido AG9010 apresentou aumento linear de produtividade de grãos com o aumento da densidade de plantas, enquanto a variedade BR473 mostrou resposta quadrática em relação ao aumento populacional, com a máxima produtividade ( $4.770 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em população de aproximadamente  $71.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ .

### Conclusões

A variedade utilizada apresenta uniformidade na formação de espigas por planta.

O sulfato de amônio aumenta o diâmetro da espiga na menor população.

A aplicação de ureia em cobertura origina grãos mais pesados na maior densidade de semeadura.

A produtividade de grãos responde de maneira positiva à crescente população de plantas.

### Referências

- BRACHTVOGEL, E. L. **Densidades e arranjos populacionais de milho e componentes agrônômicos**. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.
- DEMÉTRIO, C. S. **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em diferentes arranjos populacionais em Jaboticabal - SP**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water**. 2. ed. Rome: FAO, 1976. 194 p. (Irrigation and Drainage, 24).
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Coord.). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997. p. 131-140.
- FURTADO, M. B. **Sistemas de preparo do solo e populações de plantas em espaçamento reduzido: comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de

- Mesquita Filho”, Botucatu.
- GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.
- HAMMER, G. L.; DONG, Z.; MCLEAN, G.; DOHERTY, A.; MESSINA, C.; SCHUSSLER, J.; ZINSELMEIER, C.; PASZKIEWICZ, S.; COOPER, M. Can changes in canopy and/or root system explain historical maize yield trends in the U.S. Corn Belt? **Crop Science**, Madison, v. 49, p. 299-312, 2009.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; ARRUDA, M. R.; CANTARELLA, H.; PAULETTI, V.; TRIVELIN, P. C. O.; BENDASSOLLI, J. A. Imobilização de nitrogênio da ureia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 215-226, 2005.
- MADONNI, G. A.; OTEGUI, M. E. Intra-specific competition in maize: early establishment of hierarchies among plants affects final kernel set. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 85, p. 1-13, 2004.
- MEIRA, F. A. Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. 2006. 52 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira.
- MEIRA, F. A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. **Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, 2009.
- OLIVEIRA, J. M. S.; CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, p. 351-357, 2003.
- PAULO, E. M.; ANDRADE, J. A. C. Comportamento de um milho híbrido hiperprecoce em dois espaçamentos e diferentes populações de plantas. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 12, p. 77-88, 2003.
- PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 49-54, 2008.
- PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas 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.
- POMMEL, B.; BONHOMME, R. Variations in the vegetative and reproductive systems in individual plants of an heterogeneous maize

- crop. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, p. 39-49, 2008.
- RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- 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. 64 p.
- SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.
- SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E.; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.447-454, 2011.
- TOKATLIDIS, I. S.; KOUTROUBAS, S. D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 88, p. 103-114, 2004.