

DOSES DE NITROGÊNIO PARA CULTIVARES DE MILHO IRRIGADO

PIZOLATO NETO, Antonio¹
 CAMARGOS, Ayza Eugênio Viana²
 VALERIANO, Taynara Borges¹
 SGOBI, Murilo Augusto³
 SANTANA, Márcio José de⁴

Recebido em: 2016.01.02

Aprovado em: 2016.05.04

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1606

RESUMO: O milho é uma das principais culturas do Brasil, trazendo uma significativa fonte de renda para o agronegócio brasileiro. A adubação nitrogenada, o uso de cultivares que tenham maior produtividade e o manejo da irrigação são fatores importantes no sistema de produção do milho. O experimento foi conduzido em condições de campo, em uma área irrigada por pivô central localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Uberaba. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, disposto em um esquema fatorial 4x5, sendo quatro doses de nitrogênio (35 kg ha⁻¹; 70 kg ha⁻¹; 105 kg ha⁻¹ e 140 kg ha⁻¹) e cinco cultivares (RB 9110; RB 9210; RB 9308 YG; BR 206 e Impacto TL). Foram determinados altura de planta, diâmetro de colmo, altura de inserção de espiga, comprimento e diâmetro de espiga, diâmetro de sabugo, comprimento de grão, número de fileiras de grãos por espiga, peso de 100 grãos e produtividade. A adubação nitrogenada proporcionou aumento linear na produtividade do milho, onde o maior valor encontrado foi na dosagem de 140 kg ha⁻¹ de N, que proporcionou uma produtividade de 6065,89 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Adubação nitrogenada. Desempenho de cultivares.

NITROGEN RATES FOR IRRIGATED MAIZE CULTIVARS

SUMMARY: The maize crop is very important in Brazil, bringing a significant source of income for Brazilian agribusiness. Nitrogen fertilization, the use of cultivars that have higher yield and the irrigation management are important factors in the production system of maize. The experiment was conducted in the field conditions on an irrigated area by a pivot sprinkler located at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-Uberaba. The experimental design was a randomized block with three repetitions, arranged in a factorial design of 4x5, four nitrogen rates (35 kg ha⁻¹; 70 kg ha⁻¹; 105 kg ha⁻¹; and 140 kg ha⁻¹) and five cultivars (RB 9110; RB 9210; RB 9308 YG; BR 206; and Impacto TL). It was determined plant height, culm diameter, ear insertion height, ear length and diameter, cob diameter, grain length, number of kernel rows per ear of corn, 100 grains weight and yield. The Nitrogen fertilization afforded the linear increase in maize yield, where the highest value was found at the 140 kg ha⁻¹ N rate, which gave a yield of 6065.89 kg ha⁻¹.

Keywords: *Zea mays* L., Nitrogen fertilization. Cultivars performance.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é uma das mais importantes no mundo em função de seu rendimento de grãos, composição química e valor nutritivo. O Brasil tem fatores que proporcionam o cultivo produtivo dessa cultura, mas a redução de custos é essencial e deve ser estudada com critério (FANCELLI; DOURADO NETO, 1996).

Entre os fatores limitantes para o sucesso da cultura a adubação com Nitrogênio (N) e a disponibilidade hídrica para a cultura merecem destaque, pois o nitrogênio é um dos nutrientes que

¹UNESP-JABOTICAB

²UNESP-BOTUCATU

³UNESP-ILHA SOLTEIR

⁴Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Câmpus Uberaba

apresenta os efeitos mais expressivos no aumento da produção de grãos, tendo uma 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). Devido a sua dinâmica no solo, apresenta um complexo manejo, sendo, geralmente, o elemento mais caro no sistema de produção da cultura do milho (BASTOS et al., 2008; CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

A resposta à adubação nitrogenada deve-se à alta demanda por esse nutriente na cultura do milho, especialmente em solos com alta fertilidade ou corrigidos e também ao fato de que o N não é acumulado no solo em formas prontamente disponíveis às plantas (PEREIRA et al., 2009). De acordo com Coelho e França (2009), a cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do país. Comumente, o aumento das doses aplicadas na cultura gera aumentos consideráveis de produtividade. Sendo o macronutriente absorvido e exportado em maiores taxas na cultura do milho (COELHO, 2008).

Quanto a disponibilidade hídrica na cultura do milho, no Brasil o milho sempre foi cultura típica de sequeiro, porém, com a expansão da fronteira agrícola para a região dos cerrados, o crescimento das áreas plantadas com milho se expandiu; nessas áreas, predominantemente em propriedades médias e grandes, a cultura foi implementada com nível tecnológico mais elevado; a região dos cerrados, no entanto, apresenta características climáticas bem distintas das regiões originalmente cultivadas, com precipitação média anual menor e chuvas que se concentram no período de novembro a março, com ocorrência de longos períodos de estiagem (RESENDE et al., 2000).

De acordo com Borges et al. (2006), a produtividade do milho irrigado pode ser superior de 30% a 40% em relação à área de sequeiro; nesta situação, a cultura do milho irrigado pode ser uma opção bastante interessante principalmente na entre safra, Christofidis (2002) ressalta ainda que o cultivo de milho em áreas irrigadas permite incrementos na produção, sem aumentar a área cultivada, pois ameniza um dos principais fatores de limitação da produtividade de grãos das culturas, que é a falta de água.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de cultivares do milho irrigado em função de doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob irrigação no pivô central, em Uberaba, MG (latitude 19° 39' S e longitude de 47° 57' W). O clima do local, segundo a classificação internacional de Köppen é do tipo Aw, isto é, tropical quente úmido, com inverno frio e seco com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e 21°C, respectivamente.

A área experimental apresentava solo pertencente à classe textural Franco Arenosa, com as seguintes características químicas pH em água = 6,1; fósforo (mg dm^{-3}) = 65,6; potássio (mg dm^{-3}) = 48,0; cálcio (cmolc dm^{-3}) = 1,9; magnésio (cmolc dm^{-3}) = 0,5; alumínio (cmolc dm^{-3}) = 0,1; H + Al (cmolc dm^{-3}) = 1,9; soma de bases (cmolc dm^{-3}) = 2,5; CTC efetiva (cmolc dm^{-3}) = 2,6; CTC a pH 7 (cmolc dm^{-3}) = 4,4; saturação por bases (%) = 57,0; saturação por alumínio (%) = 3,8; matéria orgânica (dag kg^{-1}) = 1,6; e fósforo remanescente (mg L^{-1}) = 58,7.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, disposto em um esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro doses de N (35 kg ha^{-1} ; 70 kg ha^{-1} ; 105 kg ha^{-1} e 140 kg ha^{-1}) e cinco cultivares (RB 9110 YG; RB 9210; RB 9308 YG; BR 206 e IMPACTO TL).

Antes do plantio das cultivares de milho a área foi preparada com uma aração e duas gradagens. A semeadura do milho foi realizada manualmente, com população aproximada de 62.500 plantas por hectare. As parcelas eram compostas por 5 linhas com 5 m de comprimento e espaçadas 0,80 m, considerando-se

como área útil as 3 linhas centrais e no espaço de 4 m, desconsiderando 0,5 m das extremidades das linhas. A semeadura foi realizada no dia 21 de maio de 2011. A adubação de plantio foi de 350 kg ha⁻¹ do formulado 4-20-20, sendo adicionados 14 kg ha⁻¹ de ureia e 18 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio na mesma, a fim de atender a necessidade da cultura de acordo com o CFSEMG (1999). As adubações de cobertura foram realizadas no estágio de 4-6 folhas e 8-10 folhas, aplicando-se a ureia em superfície, na dose conforme apresentado nos tratamentos. Na primeira adubação de cobertura foi realizada a adubação KCl na dose de 40 kg ha⁻¹.

Os dados climáticos foram obtidos diariamente na estação climatológica. O turno de rega adotado foi de 3 dias. O manejo da irrigação utilizado foi por meio de estimativa de evapotranspiração, utilizando-se o tanque Classe A. Foi determinado Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) utilizando a metodologia de Cabello (1996), e a uniformidade média observada no sistema de irrigação foi de 84%. Foram obtidos os valores diários de evapotranspiração de referência (ET_o) conforme Equação 1. Os valores de K_t utilizados foram de acordo com Doorenbos & Kassam (1994).

$$ET_o = K_t \cdot ECA \quad (1)$$

em que:

ET_o= evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

K_t= coeficiente de correção, adimensional;

ECA= evaporação obtida por meio do tanque classe A, mm dia⁻¹.

A partir dos valores de ET_o diários e dos coeficientes de cultura (K_c) nas diferentes fases de desenvolvimento, foi estimada a evapotranspiração máxima (ET_c), utilizando a Equação 2. Os valores de K_c utilizados foi segundo (Doorenbos & Kassam, 1994.) O valor de K_s foi considerado igual a 1 (um) devido o tipo de solo (franco arenoso).

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \cdot K_s \quad (2)$$

em que:

ET_c= evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹;

ET_o= evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

K_c= coeficiente de cultura, adimensional;

K_s= coeficiente de umidade do solo, adimensional.

Considerou-se como lâmina líquida (LL) a evapotranspiração da cultura (ET_c). A lâmina bruta foi obtida conforme Equação 3.

$$LB = LL / (Ea \cdot CUC) \quad (3)$$

em que:

LB = lâmina bruta de irrigação, mm dia⁻¹;

LL= lâmina líquida de irrigação, mm dia⁻¹;

Ea= eficiência de aplicação, % (considerada 0,85);

CUC= coeficiente de uniformidade de Christiansen (0,84).

As variáveis analisadas foram produtividade, peso de 100 grãos, número de fileiras de grãos por espiga, número de fileiras de grãos por espiga, comprimento de grão, diâmetro de sabugo, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, altura de inserção de espiga (essa avaliação foi realizada no estágio final do florescimento da cultura), diâmetro de caule e altura de planta (essas avaliações foram realizadas aos 55, 70, 85 e 100 dias após a semeadura - DAS). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio da aplicação do Teste F e na ocorrência de diferenças de ordem significativa os dados foram submetidos ao Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ou regressão conforme necessidade (utilizando o software SISVAR para Windows versão 5.1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmina total aplicada durante o experimento foi de 574,5 mm, no período houve uma precipitação pluvial total de 35,41 mm. Os valores médios de temperatura máxima e mínima observados foram de 29,34°C e 14,94°C, respectivamente. Nas Tabelas 1 e 2 encontra-se o resumo dos dados da análise de variância. Na Tabela 3 encontram-se as médias conforme teste Scott-Knott para verificar as diferenças entre as cultivares.

Tabela 1. Valores médios de altura de planta (AP) e diâmetro de colmo (DC).

F.V	G.L	Quadrados médios							
		AP (cm)				DC (mm)			
		55 DAS	70 DAS	85 DAS	100 DAS	55 DAS	70 DAS	85 DAS	100 DAS
Cultivares (C)	4	425,72**	1262,54**	896,29 ^{NS}	1923,93**	14,2 ^{NS}	29,33 ^{NS}	7,92 ^{NS}	2,65 ^{NS}
Doses (D)	3	74,06 ^{NS}	751,89*	812,64 ^{NS}	1144,55*	33,5 ^{NS}	28,04 ^{NS}	19,27 ^{NS}	16,95 ^{NS}
C x D	12	78,05 ^{NS}	407,04 ^{NS}	827,47 ^{NS}	146,86 ^{NS}	19,17 ^{NS}	22,47 ^{NS}	7,65 ^{NS}	7,21 ^{NS}
Bloco	2								
Erro	38								
CV(%):		16,39	15,91	16,5	8,71	22,54	23,77	13,55	10,57
Média geral:		40,52	89,83	135,82	192,15	20,83	25,13	26,26	29,38

**significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, *significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F, ^{NS} não significativo, pelo teste F; G.L = grau de liberdade; F.V = fonte de variação.

Tabela 2. Valores médios de altura de inserção de espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), comprimento de grão (CG), número de fileiras de grãos por espiga (NFG), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (P).

F.V	G.L	Quadrados médios							
		AIE (cm)	CE (cm)	DE (mm)	DS (mm)	CG (mm)	NFG	P100 (g)	P (kg ha ⁻¹)
Cultivares (C)	4	486,31**	10,49**	15,69 ^{NS}	54,97 ^{NS}	3,73**	7,07**	23,24*	14624235,86**
Doses (D)	3	444,72*	4,79 ^{NS}	28,42 ^{NS}	24,89 ^{NS}	1,08*	0,03 ^{NS}	0,07 ^{NS}	6599502,64**
C x D	12	73,23 ^{NS}	3,77 ^{NS}	13,26 ^{NS}	12,45 ^{NS}	0,30 ^{NS}	0,21 ^{NS}	7,18 ^{NS}	747106,10 ^{NS}
Bloco	2								
Erro	38								
CV(%):		8,98	8,98	10,34	16,24	6,26	3,97	9,94	15,53
Média geral (cm):		150,92	15,09	49,83	32,29	8,71	15,21	27,22	5390,28

**significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, *significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F, ^{NS} não significativo, pelo teste F; G.L. = grau de liberdade.

Tabela 3. Altura média de planta (AP), altura média de inserção de espiga (AIE), comprimento médio de espiga (CE), comprimento médio de grão (CG), número médio de fileiras por espiga (NFE), peso médio de 100 grãos (P100) e produtividade média (P).

Cultivares	AP (cm)			AIE (cm)	CE (cm)	CG (mm)	NFE	P100	P (kg ha ⁻¹)
	55 DAS	70 DAS	100 DAS						
Impacto TL	43,66 a ¹	94,41 a ¹	195,17 b ¹	94,92 a ¹	13,76 b ¹	8,54 b ¹	15,95 a ¹	26,97 b ¹	6065,89 a ¹
BR 206	32,91 b	73,50 b	178,50 b	82,08 b	14,57 b	9,43 a	14,67 c	26,04 b	4509,26 b
RB 9308 YG	35,75 b	86,16 a	211,83 a	98,50 a	16,14 a	8,27 b	16,03 a	25,97 b	3905,28 b
RB 9110 YG	43,00 a	98,16 a	190,58 b	91,67 a	15,39 a	9,30 a	14,30 c	28,42 a	6171,62 a
RB 9210	47,25 a	96,91 a	184,67 b	87,75 b	15,60 a	8,29 b	15,10 b	28,97 a	6299,34 a

¹Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott- Knott.

Nota-se que para altura de planta (AP) aos 55 dias após a semeadura houve diferença estatística apenas entre as cultivares, onde as cultivares com maiores médias foram: Impacto TL (43,66 cm), RB 9110 YG (43,00) e RB 9210 (47,25 cm). Já aos 70 e 100 dias após a semeadura houve diferença estatística entre as cultivares e doses de nitrogênio, no qual aos 70 DAS a cultivar com a menor altura média foi a BR206 (73,50 cm); aos 100 DAS a cultivar que apresentou maior altura média foi a RB 9308 YG (211,83 cm) (Tabela 3).

Na Figura 1 e Figura 2 estão os valores médios de altura de planta em função das doses de N aplicadas. Nota-se que a dose que proporcionou a máxima altura de planta está entre de 110 kg ha⁻¹ a 113 kg ha⁻¹, sendo que os valores abaixo ou acima desses pode promover um declínio na altura. O resultado deste trabalho foi confirmado por Deuner et al. (2008), quando os autores aplicaram diferentes concentrações de ureia via solo, encontram o ponto máximo que a adubação favoreceu o crescimento para altura de planta, evidenciando que o excesso ou déficit são limitantes para essa variável.

Figura 1. Altura média de plantas em função das doses de nitrogênio aos 70 DAS.

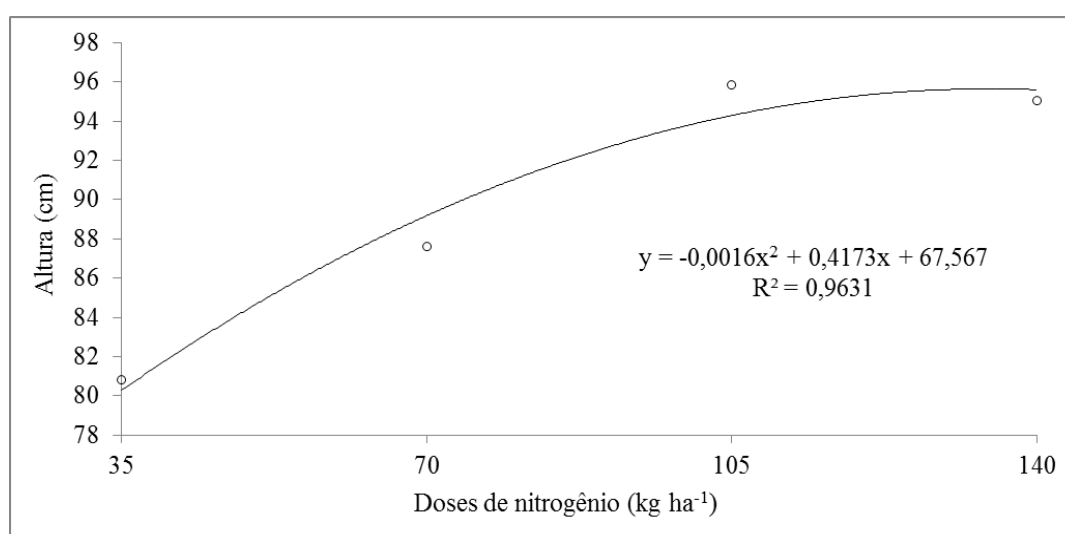
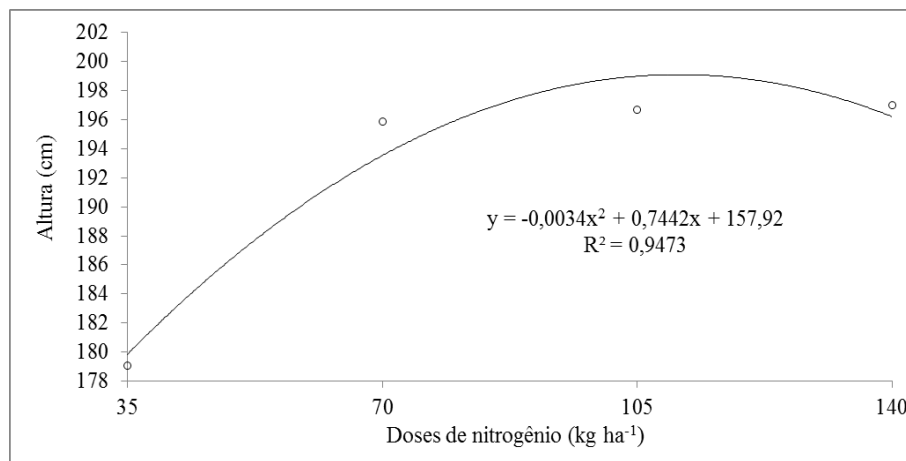
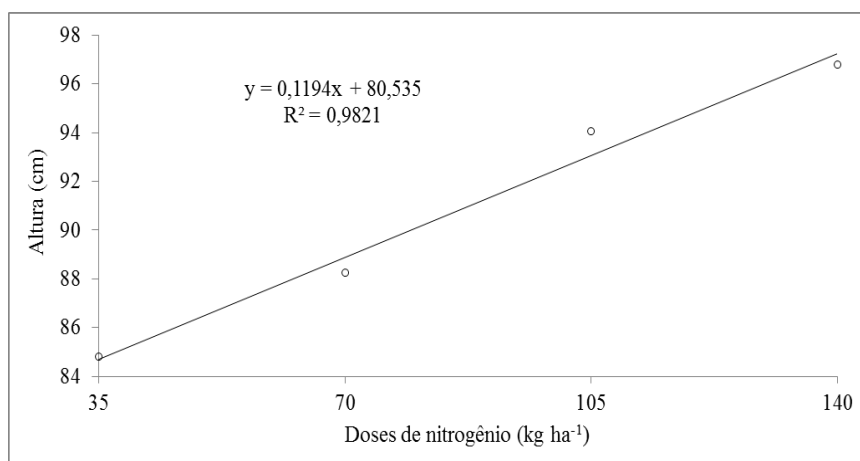


Figura 2. Altura média de plantas em função das doses de nitrogênio aos 100 DAS.

Para o diâmetro de colmo (DC), diâmetro médio de espiga (DE) e diâmetro médio de sabugo (DS) verifica-se que não houve diferença estatística entre as cultivares e doses de N (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por Valderrama et al. (2011) onde os autores estudando doses crescente de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura, observaram que o uso de nitrogênio não afetou o diâmetro de colmo.

Para altura de inserção de espiga (AIE) observa-se diferença estatística entre as cultivares e as doses de nitrogênio, não havendo diferença na interação entre os fatores estudados. Na Tabela 3 verifica-se que as cultivares BR 206 e RB 9210 foram as que apresentaram menor altura média de inserção da espiga. De acordo com Kappeset al. (2011) quanto maior é a relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de quebra de colmo, uma vez que o milho aloca cerca de 50% da fitomassa total nos grãos ao final do ciclo. Em razão disso melhoristas estão visando buscar plantas que possuam menor inserção de espiga.

Na Figura 3 observa-se que o nitrogênio interfere linearmente na altura de inserção de espiga, resultado assemelha ao encontrado por Lange et al. (2014) que ao estudar fontes e doses de nitrogênio obteve uma resposta positiva na altura de inserção de espiga em doses mais elevadas de N. Esta é uma característica específica de cada híbrido, mas que pode variar em decorrência de condições ambientais pontuais ou de anos agrícolas, indicando que o nitrogênio faz com que genótipo responda de maneira positiva em relação a altura de inserção de espiga (MADDONNI et al., 2001)

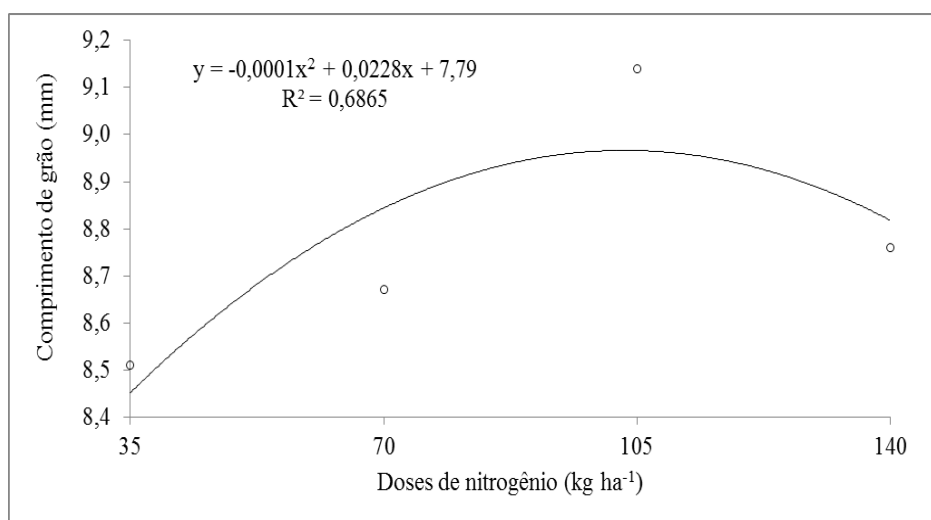
Figura 3. Altura média de inserção de espiga em função das doses de nitrogênio.

Para o comprimento médio de espiga (CE) houve diferença estatística somente em relação as cultivares. As que apresentaram os maiores valores de comprimento de espiga foram RB 9308 YG (16,14 cm), RB 9210 (15,60 cm) e RB 9110 YG (15,39 cm). O resultado encontrado difere no estudo feito por Carmo et al. (2012), em que estudando doses e fontes de nitrogênio observaram diferença significativa quando as doses de N foram aumentadas. Para Kappes et al. (2011) o comprimento médio da espiga pode interferir diretamente no número de grãos por fileira e, conseqüentemente, no rendimento da cultura do milho; desse modo indica a escolha de cultivares com maior comprimento de espiga, pois esse fator interfere diretamente em produtividades mais elevadas da cultura.

Para o comprimento médio de grão (CG) houve diferença significativa para cultivares e doses, não havendo diferença significativa na interação dos fatores. As cultivares com maior comprimento de grão foi BR 206 (9,43 mm) e RB9110 YG (9,30 mm). Resultado semelhante foi encontrado por Kappes et al. (2011), onde estudando o desempenho de diferentes cultivares de milho, observaram que o comprimento médio de grão apresenta variação entre as cultivares.

Na Figura 4 pode-se observar que para comprimento de grão a dose que proporciona o máximo comprimento de grão é de 114 kg ha⁻¹. O resultado assemelha ao encontrado por Kappes et al. (2009), que ao avaliarem o comprimento de grão, também pela diferença entre o diâmetro de espiga e sabugo, estudando diferentes épocas de aplicação e fontes de nitrogênio, verificaram que houve diferença significativa para o comprimento de grão.

Figura 4. Comprimento médio de grão em função das doses de nitrogênio.

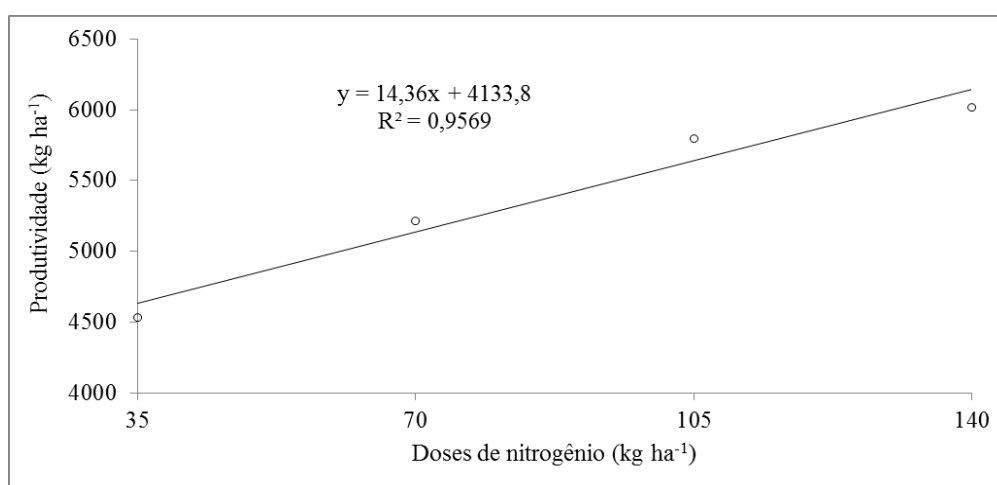


Para o número médio de fileiras de grãos por espiga (NFG) nota-se que houve diferença somente entre as cultivares, não havendo diferença para dose de nitrogênio e a interação entre os fatores estudados. As cultivares que apresentaram o maior número de fileiras de grãos foi a Impacto TL e a RB 9308 YG, aproximadamente 16 fileiras respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Sichoekiet al. (2014), onde estudando doses de nitrogênio constataram que o N não interfere nessa variável.

No peso de 100 grãos (P100) observa-se diferença estatística apenas entre as cultivares, em que as cultivares RB 9110 YG e RB 9210 apresentaram uma maior média do peso de 100 grãos. De acordo com Wang et al. (1999), essa resposta é devido que a massa do grão é produto da duração do período de enchimento e da taxa de crescimento do grão, que é dependente de fatores que controlam a oferta de assimilados para o seu pleno enchimento, sendo esse fator um importante na produção na cultura do milho.

Para a variável produtividade média (P) não houve interação entre os fatores estudados, havendo diferença estatística para cultivares e doses de N. Nota-se que as cultivares Impacto TL (6065,89 kg ha⁻¹), RB 9110 YG (6171,62 kg ha⁻¹) e RB 9210 (6299,34 kg ha⁻¹), alcançaram as maiores produtividades médias. Na Figura 5 estão os valores médios de produtividade em função das doses de nitrogênio onde se observa que há um aumento linear da produtividade da cultura do milho em função das doses de N aplicadas. A dose de 140 kg ha⁻¹ de N proporcionou uma produtividade de 6065,89 kg ha⁻¹, o que corresponde ao acréscimo de 32,69 % em relação ao tratamento 35 kg ha⁻¹. Resultado semelhante foi encontrado por Valderrama et al. (2011); Kappes et al. (2013) e Sichoeki et al. (2014), onde estudando doses de nitrogênio na cultura do milho os autores observaram que o nitrogênio interfere positivamente na produtividade do milho; isso pode estar relacionado ao nitrogênio que está ligado à produção de proteínas, e ao crescimento e desenvolvimento da planta.

Figura 5. Produtividade média em função das doses de nitrogênio.



CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada proporcionou aumento linear na produtividade do milho, onde o maior valor encontrado foi na dosagem de 140 kg ha⁻¹ de N, que proporcionou uma produtividade de 6065,89 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, E. A. et al. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 02, p. 275-280, 2008.
- BORGES, I. D. et al. Efeito das épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, Das fontes de nitrogênio e dos espaçamentos entre fileiras Na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n.305, p 75-81, 2006.
- CABELLO, F. P. **Riegos Localizados de alta Freqüência (RLAF) Goteo, microaspersion, exudacion**. 3. ed. Barcelona: Ediciones Mundi Prensa, 1996. 513 p.
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agronômicas**, n. 122, p. 12-14, 2008.

CARMO, M.S.et al.Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (Zeamaysconvar. saccharatavar. rugosa). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, Supplement1, p. 223-231, 2012.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Revista ITEM (Irrigação & Tecnologia Moderna)**, Brasília, DF, v. 54, n. 2, p. 46-55, 2002.

COELHO, A. M. Adubação e Nutrição do Milho. In: CRUZ, J. C.et al. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 6, p. 131-157.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. Brasília, DF: Embrapa/CNPMS, 2009.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. 1999. Lavras, MG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**. Viçosa: UFV. 359p.

DEUNER, S.et al. Adubação foliar e via solo nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1359-1365, 2008.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO, Estudos de irrigação e Drenagem, 33).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Cultura do milho: aspectos fisiológicos e manejo da água. **Informações Agronômicas**, n.73, p.1-4, 1996.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de sementeira e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

KAPPES, C.et al. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70 n. 2, p. 334-343, 2011.

KAPPES, C.et al. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

KAPPES, C.; ORIVALDO, A. R. F.; ANDRADE, J. A. C.. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.5, p. 1310-1321, 2013.

LANGE,A.et al. Produtividade de milho safrinha em consórcio com capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, p. 35-47, 2014.

MADDONNI, G.A.et al. Light interception of contrasting azimuth canopies under square and rectangular plant spatial distributions: simulations and crop measurements. **Field Crops Research**, v.70, p.1-13, 2001.

PEREIRA, H.S.et al. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6, p.1685-1694, 2009.

RESENDE, M.; FRANÇA,G. E.; COUTO, L. **Cultura do milho irrigado**. Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 2000. 39p.

SICHOCKI, D.et al. Resposta do milho safrinha à doses de nitrogênio e de fósforo . **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, p. 48-58, 2014.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

WANG, G.; KANG, M. S.; MORENO O. Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 61, n. 3, p. 211-222, 1999.