

## ● AGRONOMIA

# DOSES DE NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO GIRASSOL IRRIGADO

\*Taynara Tuany Borges Valeriano<sup>1</sup>, Ayza Eugenio Camargo Viana<sup>2</sup>, Antonio Pizolato Neto<sup>3</sup>, Márcio José de Santana<sup>4</sup>, Ana Flávia Oliveira<sup>5</sup>.

**RESUMO:** Objetivou-se com esse trabalho avaliar a produtividade do girassol (*Helianthus annuus* L.) submetido a adubação nitrogenada em um sistema irrigado. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, sendo utilizada a cultivar HELIO 358. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso sendo os tratamentos cinco doses de nitrogênio (N), 0 kg ha<sup>-1</sup>; 30 kg ha<sup>-1</sup>; 60 kg ha<sup>-1</sup>; 90 kg ha<sup>-1</sup> e 120 kg ha<sup>-1</sup>. A ureia foi o fertilizante utilizado como fonte de nitrogênio. O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão via pivô central e o manejo da irrigação foi realizado obtendo a evapotranspiração por meio do tanque Classe A. As variáveis avaliadas foram, altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, diâmetro externo e interno de capítulo. Para as variáveis dos componentes de produção foram avaliados, produtividade e peso de 100 aquênios. Foram obtidos ainda, os valores da eficiência do uso de água e a eficiência do uso de nitrogênio. As doses de nitrogênio aplicadas na cultura do girassol obtiveram diferenças estatísticas em relação a produtividade, sendo que houve uma resposta linear, onde a maior produtividade encontrada, 7004,03 kg ha<sup>-1</sup>, correspondeu a maior dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. Outro fator importante observado neste trabalho foi o correto manejo da irrigação, que também contribuiu na obtenção de uma produtividade elevada.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Adubação nitrogenada. Manejo de irrigação.

## NITROGEN LEVELS FOR IRRIGATED SUNFLOWER

**ABSTRACT:** The main of this work was evaluate the yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) submitted to nitrogen fertilization in an irrigated system. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education Science and Technology, Triangulo Mineiro - Campus Uberaba, using the cultivar HELIO 358. The experimental design was randomized blocks and the treatments five doses of nitrogen (N), 0 kg ha<sup>-1</sup>; 30 kg ha<sup>-1</sup>; 60 kg ha<sup>-1</sup>; 90 kg ha<sup>-1</sup> and 120 kg ha<sup>-1</sup>. Urea was the fertilizer used as a nitrogen source. The irrigation system used was by central pivot spraying and irrigation management was performed by obtaining evapotranspiration through the Class A tank. The variables evaluated were plant height, stem diameter, number of leaves, external and internal diameter chapter. For the variables of the production components were evaluated yield and weight of 100 achenes. The values of water use efficiency and nitrogen use efficiency were also obtained. The nitrogen rates applied to sunflower crop obtained statistical differences in relation to yield, and there was a linear response, where the highest yield, 7004.03 kg ha<sup>-1</sup>, corresponded to the highest dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> N. Another important factor observed in this study was the correct management of irrigation, which also contributed to the achievement of high productivity.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L. Nitrogen fertilization. Irrigation management.

\* Autor correspondente: taynarabvaleriano@gmail.com

1 Doutoranda em Produção Vegetal. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP, Brasil. taynarabvaleriano@gmail.com;

2 Mestra em Agricultura, Universidade Estadual Paulista (Unesp) Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Botucatu, SP, Brasil. ayzacamargos@hotmail.com

3 Doutorando em Genética e Melhoramento Vegetal, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, SP, Brasil. antoniopizolatoneto@gmail.com

4 Professor, Dr. em Irrigação e Drenagem. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil. marcosantana@iftm.edu.br;

5 Engenheira Agrônoma. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberaba, MG, Brasil. na.fl.ol@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura anual, de ciclo curto que se destaca na versatilidade de seus produtos, dentre eles o óleo comestível, com excelente qualidade industrial e nutricional, e a torta do girassol com 45% de proteína, ótima opção para alimentação animal (SOARES et al., 2016), outro fator de interesse no cultivo do girassol, é a busca de uma alternativa viável na para a obtenção do biodiesel (PINTO et al., 2013). Diante deste cenário, no Brasil o cultivo de girassol constitui em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas que envolvem rotação ou sucessão de culturas (SOARES et al., 2015), devido a capacidade da ciclagem de nutrientes no solo, beneficiando o desenvolvimento e a melhoria do estado nutricional das culturas subsequentes (SOARES et al., 2016).

A adubação nitrogenada exerce um papel fundamental na produtividade da cultura do girassol, pois o nitrogênio (N) desempenha importante função no metabolismo e na sua nutrição, sendo esse nutriente o mais limitante na sua produção (VASCONCELOS et al., 2015). A sua deficiência pode causar desordem nutricional, enquanto o excesso pode ocasionar um decréscimo na porcentagem de óleo, além de poder aumentar a incidência de pragas e doenças (BISCARO et al., 2008). Desta forma, o N tem sido objeto de vários estudos nos quais busca entender a importância da adubação nitrogenada nas características morfológicas da cultura e seus eventuais reflexos na produtividade (FREITAS et al., 2012).

Soares et al. (2016), avaliando o crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e de fósforo, encontram uma resposta linear, onde a maior dose de nitrogênio aplicada (100 kg ha<sup>-1</sup>), proporcionou a maior produtividade (877,23 kg ha<sup>-1</sup>). Enquanto que, outros trabalhos, como o desenvolvido por Braga (2010), utilizando doses superiores, obteve uma produtividade máxima de 2.992 kg ha<sup>-1</sup>, correspondente a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, entretanto essa grande diferença na produtividade também foi influenciada pelo sistema não irrigado, adotado no primeiro trabalho.

Diante da importância da adubação nitrogenada e de como a mesma pode proporcionar diferentes resultados em função das condições de manejo, o objetivo do presente estudo foi de avaliar a resposta do rendimento da cultura do girassol irrigado em função de doses de nitrogênio, no município de Uberaba, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área de produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *Campus* Uberaba, situado a "19° 39' 19" S e 47° 57' 27" W e de 800 m acima do nível do mar com pluviosidade média anual de 1500 mm, temperatura média anual de 21 °C e umidade relativa média de 68%. O clima é classificado como Aw, tropical quente segundo a classificação de Köppen apresentando inverno frio e seco (TORRES, 2005).

O solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho distrófico e pertence à classe textural Franco Arenosa, cujas características químicas foram analisadas pelo Laboratório de Análise do Solo da EPAMIG em Uberaba, com as seguintes características químicas e físicas: pH em água= 6,1; P (mg dm<sup>-3</sup>)= 65,6; K (mg dm<sup>-3</sup>)=48,0; Ca<sup>2+</sup> (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 1,9; Mg<sup>2+</sup> (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 0,5; Al<sup>3+</sup> (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 0,1; H + Al (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 1,9; SB (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 2,5; t (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 2,6; T (cmolc dm<sup>-3</sup>)= 4,4; V (%)= 57,0; m (%)= 3,8; M.O. (dag kg<sup>-1</sup>)= 1,6; P-rem (mg L<sup>-1</sup>)= 58,7.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos e 5 blocos, totalizando 25 parcelas. Cada parcela experimental foi composta por 5 linhas de semeadura com 5 metros de comprimento, espaçadas 0,80 m. Os tratamentos constituíram de 5 doses de N: (N0= 0 kg ha<sup>-1</sup>, N30= 30 kg ha<sup>-1</sup>, N60= 60 kg ha<sup>-1</sup>, N90= 90 kg ha<sup>-1</sup> e N120= 120 kg ha<sup>-1</sup>). Foi utilizada a ureia como fonte, com uma porcentagem de 45% de N em sua composição. A cultivar utilizada foi a HELIO 358, um híbrido simples com cor do aquênio preta com teor de óleo entre 45% a 58%, com maturação fisiológica entre 75 a 100 dias, proveniente da empresa Helianthus do Brasil Ltda., localizada em Uberlândia, Minas Gerais. Na área do experimento foram realizadas duas gradagens e uma aração. A semeadura manual, foi realizada em uma profundidade de 3 cm utilizando o espaçamento entre linhas de plantio de 0,80 m por 0,20 m entre plantas, sendo a densidade de 5 plantas metro<sup>-1</sup> (62.500 plantas ha<sup>-1</sup>).

A adubação de plantio foi realizada oito dias antes da semeadura utilizando, de acordo com Comissão de Fertilizante do Solo do Estado de Minas Gerais (1999), 20 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, 30 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 50 kg ha<sup>-1</sup> do formulado de NPK 4-14-8, atendendo a necessidade da cultura do girassol no plantio. A adubação de cobertura foi realizada 45 dias após semeadura (DAS) diferenciando os tratamentos de acordo com o sorteio das parcelas experimentais: 0 kg ha<sup>-1</sup> de N= 0g de ureia por metro; 30kg ha<sup>-1</sup> de N= 5,33 g de ureia por metro; 60kg ha<sup>-1</sup> de N= 10,66 g de ureia por metro; 90 kg ha<sup>-1</sup> de N= 16,0 g de ureia por metro e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N=21,32 g de ureia por metro. Foi aplicado 1 kg ha<sup>-1</sup> de boro aos 50 DAS via pulverização no solo das linhas de plantio na área experimental.

O sistema de irrigação utilizado foi via pivô central e o manejo da irrigação foi realizado obtendo-se a evapotranspiração da cultura por meio do tanque Classe A. Foi realizado antes da instalação da cultura teste a fim de verificar a uniformidade de fornecimento de água pelo equipamento por meio do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) utilizando a metodologia de Cabello (1996), em que a uniformidade média observada no sistema foi de 84%.

O turno de rega adotado foi de três dias. Os dados climáticos foram obtidos diariamente na estação climatológica do IFTM- *Campus* Uberaba, sendo contabilizados e relacionados com o coeficiente de tanque Kt Food and Agriculture Organization of The United Nations (1979), a fim de se obter valores de evapotranspiração de referência (ETO) diários conforme

Equação 1. Os valores de Kt utilizados foram de acordo com Doorenbos e 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 e  $ECA$  = evapotranspiração obtida por meio do tanque classe A,  $mm\ dia^{-1}$ .

A partir dos valores de  $ET_o$  diários, dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) das diferentes fases de desenvolvimento de acordo com FAO (1979) e o valor de  $K_s$  foi considerado igual a 1 (um) devido o tipo de solo (franco arenoso) (DOORENBOS; KASSAM 1994), foi estimada a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), utilizando a Equação 2.

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

em que:  $ET_c$  = evapotranspiração da cultura,  $mm\ dia^{-1}$ ;  $ET_o$  = evapotranspiração de referência,  $mm\ dia^{-1}$ ;  $K_c$  = coeficiente de cultura, adimensional e  $K_s$  = coeficiente de umidade do solo, adimensional.

**Tabela 1.** Coeficientes de cultura ( $K_c$ ) (FAO, 1979)

Estádios fenológicos da cultura	$K_c$
Estádio inicial (20 a 25 dias)	0,3
Desenvolvimento (35 a 40 dias)	0,7
Florescimento (40 a 50 dias)	1,05
Formação de grãos	0,7
Maturação até a colheita	0,35

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

As variáveis avaliadas aos 40 DAS, 55 DAS, 70 DAS e 85 DAS foram: altura de plantas, diâmetro de caule, e ao final do experimento foram avaliados diâmetro externo e interno de capítulo e as variáveis de produção: peso de 100 aquênios, segundo prescrições estabelecidas pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e a produtividade de grãos, procedeu-se a colheita manual dos capítulos, das três linhas centrais desconsiderando as linhas de bordadura, num total de 8 capítulos por parcela, aos 118 DAS dos capítulos que apresentavam coloração amarelo-castanho, e com o capítulo voltado para baixo. Foi efetuada a secagem dos capítulos colhidos, em ambiente protegido e obtida a umidade dos grãos em estufa de aeração forçada, à temperatura de  $105^\circ C$  por 24 horas, por fim a produtividade foi calculada, corrigido pela umidade considerada para a colheita dos grãos de girassol (13% base úmida).

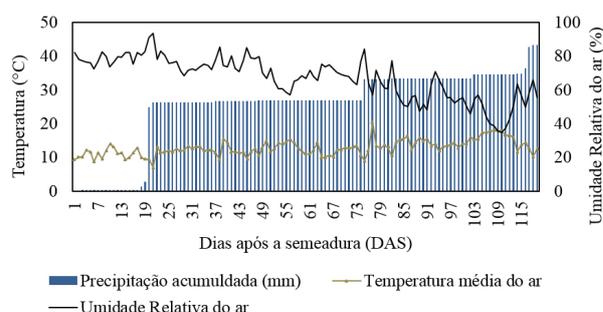
Foi avaliado ainda, a eficiência do uso de água, por meio da relação entre lâminas de água recebida em cada parcela e produtividade final e a eficiência do uso do uso de nitrogênio, de acordo com a relação entre quantidade de nitrogênio recebido em cada tratamento e sua produtividade final.

Os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste F a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR. Na ocorrência de diferenças estatísticas, o fator doses de nitrogênio foi estudado mediante análise de regressão, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos, no valor do coeficiente de determinação e no significado agrônômico do comportamento.

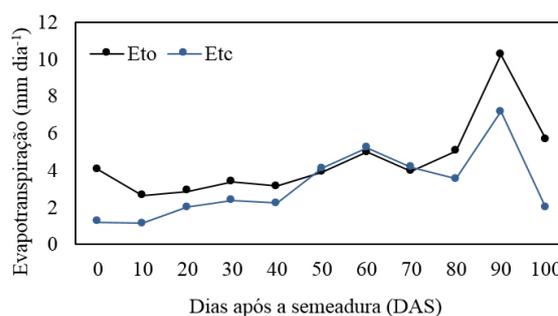
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média e a Umidade Relativa média do ar durante a realização do experimento foram de  $22,14^\circ C$ ,  $57,71\%$ , respectivamente, enquanto que a precipitação acumulada foi de  $43,7\ mm$ . (Figura 1). O valor médio da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) durante o ciclo foi de  $4,73\ mm\ dia^{-1}$ , totalizando ao final da cultura  $501,25\ mm$  (Figura 2). Houve um aumento nos valores de  $ET_o$  entre os 70 dias após semeadura (DAS) até 90 DAS com um acréscimo de aproximadamente  $10\ mm\ dia^{-1}$ , quando a cultura encontra-se no final de sua floração e enchimento de grãos. Segundo Silva et al. (2009), neste período o consumo de água pelas plantas é significativo, portanto, é necessário o suprimento adequado de nutrientes para que a cultura do girassol possa expressar todo seu potencial.

**Figura 1-** Temperatura média do ar ( $^\circ C$ ), Umidade Relativa do ar média (%) e Precipitação acumulada durante o experimento.



**Figura 2-** Evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) em função de dias após a semeadura para a cultura do girassol (médias decendiais).



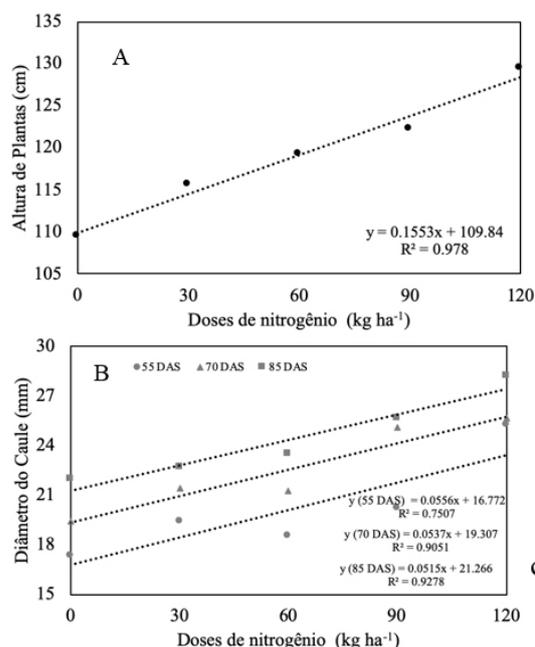
Quanto a evapotranspiração da cultura (ETc), houve um aumento gradativo em seus valores até os 90 DAS, fase final de enchimento dos grãos (Figura 1). A partir desse ponto, houve um decréscimo nos valores de ETc. Tal comportamento pode ser explicado, pelo fato de que a partir de 90 dias a cultura encontra-se em fase maturação fisiológica e posteriormente a senescência, necessitando de menor taxa de energia fotossintética, diminuindo assim a evapotranspiração da cultura.

Ao final do experimento foi encontrada uma evapotranspiração total da cultura de 375,50 mm, e um valor médio de 3,54 mm dia<sup>-1</sup> de ETc. Este resultado corrobora com os encontrados por C. Júnior et al. (2013), que avaliaram a necessidade hídrica para o girassol em Apodi, Rio Grande do Norte, os autores constataram que ao final do experimento a ETc total foi de 442 mm.

Para a variável altura de plantas houve diferença estatística apenas aos 85 DAS. Verificou-se um incremento maior na altura nas fases iniciais de crescimento, e um aumento linear em função das doses de nitrogênio aplicadas (Figura 3A), resultado que concorda com o obtido por Soares et al. (2016), em que foi obtida uma resposta linear para a resposta da altura de plantas em função das doses de nitrogênio. Obteve-se para as doses de 0 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup>, 60 kg ha<sup>-1</sup>, 90 kg ha<sup>-1</sup> e 120 kg ha<sup>-1</sup> a altura média de plantas de 109,4 cm, 115,6 cm, 119,2 cm, 122,2 cm e 129,4 cm, respectivamente (aos 85 DAS), resultado que corrobora com o obtido por Smiderle, Mourão Júnior e Gianluppi (2005), que avaliando genótipos da cultura do girassol, em Monte Cristo, Roraima, encontraram valores de altura entre 128,5 cm a 143,3 cm. Entretanto, este trabalho obteve valores inferiores aqueles encontrados por Lira et al. (2010), que com a mesma cultivar, sob condições climáticas do Rio Grande do Norte encontraram valor médio para a altura das plantas de 194 cm.

Para diâmetro de caule aos 40 DAS não houve diferenças estatísticas, entretanto, aos 55, 70 e 85 DAS verificou-se diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Sendo que também houve um efeito linear (Figura 3B). Para a maior dose aplicada (120 kg ha<sup>-1</sup>) as médias de diâmetro de caule foram: 19,52 mm aos 40 DAS; 25,2 mm aos 55 DAS; 25,60 mm aos 70 DAS e 28,15 mm aos 85 DAS. Em média ocorreu um aumento de 2 mm a 4 mm no diâmetro de caule, em função da dose de nitrogênio aplicada. Castro, Balla e Castiglioni (1999), trabalhando com a cultura do girassol em um latossolo eutrófico com doses de nitrogênio e diferentes métodos de aplicação, verificaram resultados semelhantes, com valores de diâmetro de caule entre 22,60 mm a 28,00 mm. Os resultados obtidos neste trabalho foram próximos aos valores observados por Góes (2010) (20,6 mm), Braga (2010) (20,11 mm) e Biscaro et al. (2008) (18,40 mm).

**Figura 3** - Altura de plantas aos 85 DAS (cm) e diâmetro de caule (mm) em função das doses de nitrogênio aplicadas.



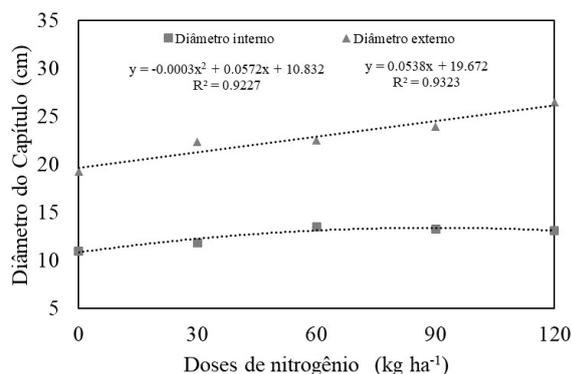
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis Altura de plantas e Diâmetro do caule.

Dias após a semeadura	40 DAS	55 DAS	70 DAS	85 DAS
Altura de Plantas	0,3376 <sup>ns</sup>	0,1437 <sup>ns</sup>	0,3579 <sup>ns</sup>	0,0241*
Média geral (cm)	55,36	107,16	119,16	129,32
CV (%)	25,55	19,39	12,88	9,14
Diâmetro do Caule	0,904 <sup>ns</sup>	0,0004*	0,0004*	0,0023*
Média geral (mm)	16,27	20,11	22,2	24,36
CV (%)	17,11	10,88	9,64	9

Em relação aos diâmetros externos (D.E) e internos (D.I) dos capítulos, as doses de nitrogênio influenciaram significativamente (Tabela 4). Observou-se um aumento linear no diâmetro externo (Figura 3), enquanto que o diâmetro interno obteve uma relação quadrática, com o aumento observado até a dose de N =95 kg ha<sup>-1</sup> e um posterior decréscimo (Figura 3). Borges, Caldas e Lima. (2006) assinalam que esse decréscimo pode ser possivelmente atribuído à função do N no crescimento vegetativo, resultando em alta produção de folhas e diminuição do número de flores.

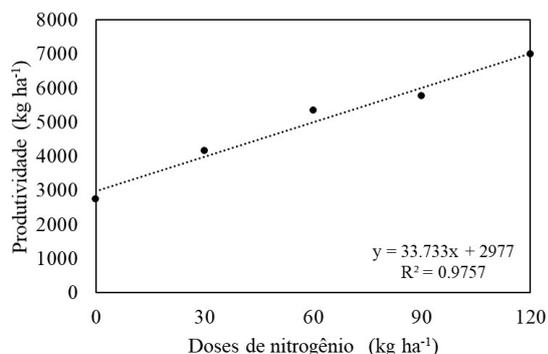
**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis Diâmetro externo e interno do capítulo, peso do capítulo e peso de 100 aquênios.

	Diâmetro Externo do Capítulo	Diâmetro Interno do Capítulo	Produtividade	Peso de 100 aquênios
Pr>Fc	0,0000*	0,0000*	0,00018*	0,6374 <sup>ns</sup>
Média geral	22,9 cm	12,55 cm	5.000,9 kg ha <sup>-1</sup>	7,12 g
CV (%)	4,82	3,48	20,3	27,95

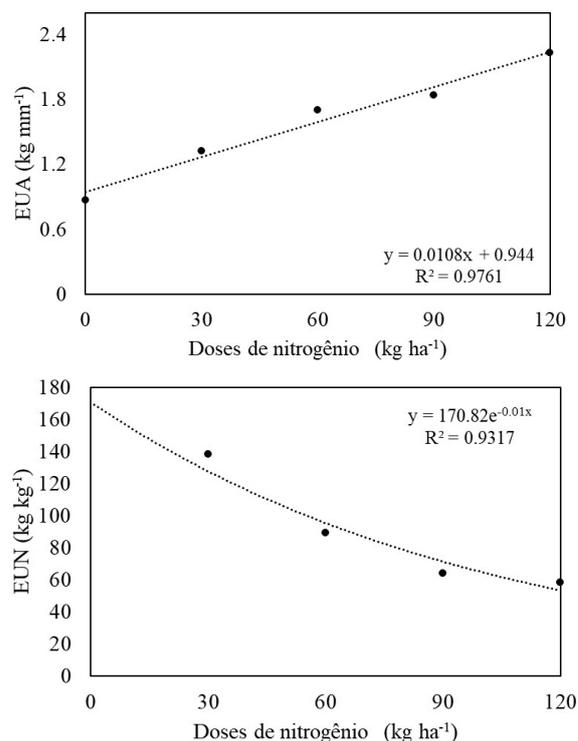
**Figura 4** - Diâmetro interno e externo de capítulo (cm) do girassol em função das doses de nitrogênio aplicadas.

A análise de variância revelou efeito não significativo para o peso de 100 aquênios. Em trabalho realizado por Biscaro et al. (2008), estes também não encontraram efeito significativo no peso de 100 grãos em aplicação de doses de nitrogênio em cobertura.

As doses testadas apresentaram efeitos significativos quanto à produtividade de grãos. Os tratamentos 0 kg ha⁻¹ de N; 30 kg ha⁻¹ de N; 60 kg ha⁻¹ de N; 90 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de N, proporcionaram uma produtividade média de 2.749,69 kg ha⁻¹, 4.150,65 kg ha⁻¹, 5.338,57 kg ha⁻¹, 5.761,96 kg ha⁻¹ e 7.004,03 kg ha⁻¹, respectivamente. A cultura respondeu linearmente a aplicação de nitrogênio, sendo que a maior dose (120 kg ha⁻¹) resultou em maior produtividade (7004.03 kg ha⁻¹) (Figura 5). Resultado este que discorda do obtido por Vasconcelos et al. (2016), onde na dose máxima de 120 kg ha⁻¹, houve um decréscimo na produtividade, configurando assim uma resposta quadrática. Entretanto os resultados obtidos neste trabalho foram próximos aos obtidos por Khaliq e Cheema (2005), que trabalhando com girassol irrigado e dose de nitrogênio, obtiveram produtividade máxima de 6.442 kg ha⁻¹ kg, e por Gomez et al. (2012) na região de Maringá, PR, que encontraram máxima produtividade de 6.963 kg ha⁻¹. Além da adubação nitrogenada, um fator que foi decisivo para a obtenção de uma alta produtividade foi além do uso de irrigação, o manejo adequado da mesma. De acordo com Goksoy et al. (2004) e Anastasi et al. (2010), a produtividade de grãos de girassol sob irrigação pode superar a 4.000 kg ha⁻¹.

**Figura 5** - Produtividade (em kg ha⁻¹) da cultura do girassol.

Em relação ao consumo de água a cultura apresentou um consumo total de 502,68 mm. Ocorreram apenas duas precipitações, a primeira aos dois DAS de 31,2 mm e a segunda aos 57 DAS de 4,21 mm. Constatou-se que para o total de água aplicado durante o experimento, a maior produção de grãos foi obtida quando foram adicionados ao solo 120 kg ha⁻¹ de N (Figura 6A), verificando assim a maior eficiência do uso de água (2,24 kg ha⁻¹ mm⁻¹). Silva et al. (2007) obtiveram 2,32 kg ha⁻¹ mm⁻¹ de eficiência do uso da água (EUA). Quando não ocorreu aplicação de nitrogênio de cobertura ao solo, a EUA foi de 0,88 kg mm⁻¹, demonstrando que plantas com a quantidade adequada de nutrientes respondem melhor ao fornecimento de água resultando em maior eficiência de seu uso. Sionit, Ghorashi e Kheradnan (1973), relataram que a cultura do girassol possui baixa eficiência no uso da água, sendo que cada litro de água consumido produz menos de dois gramas de matéria seca, porém, em condições de déficit hídrico, essa eficiência aumenta em torno de 20% a 50%. Daí a importância da umidade do solo no desenvolvimento e rendimento do girassol, onde o rendimento máximo é alcançado quando o solo se encontra em capacidade de campo.

**Figura 6** - Eficiência do uso de água (kg mm⁻¹) e eficiência do uso de nitrogênio (kg kg⁻¹) na cultura do girassol em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Para a eficiência do uso do nitrogênio (EUN), o aumento das doses de N, diminuiu a eficiência do uso deste nutriente (Figura 6). Para a dose de 30 kg ha⁻¹ de N a EUN foi de 138,35 kg kg⁻¹, para 60 kg ha⁻¹ de N foi de 88,97 kg kg⁻¹, na dose 90 kg ha⁻¹ foi de 64,02 kg kg⁻¹ e para

a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> foi de 58,36 kg kg<sup>-1</sup>. Em experimento realizado na cultura do meloeiro Monteiro, Costa e Leão (2008) observaram que a EUN tendeu a aumentar com a diminuição das doses de nitrogênio aplicadas a cultura. De acordo com Fernández et al. (1998), um dos mais simples mecanismos para o aumento da eficiência do uso de nitrogênio é a diminuição nas doses de adubos para níveis que sejam produtivos e seguros.

## CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio aplicadas na cultura do girassol obtiveram diferenças estatísticas em relação a produtividade, sendo que houve uma resposta linear, onde a maior produtividade encontrada, 7004,03 kg ha<sup>-1</sup>, correspondeu a maior dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. A produtividade obtida neste trabalho foi superior a outras encontradas na literatura, além da adubação nitrogenada, outro fator que proporcionou este resultado foi o manejo adequado da irrigação. A maior eficiência do uso de água e de nitrogênio no experimento foram de 2,24 kg ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, 58,36 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, obtidas na maior dose aplicada que proporcionou a maior produtividade. Diante do exposto, recomenda-se a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N para a cultura do girassol em condições irrigadas e com correto manejo de irrigação, para a região de Uberaba.

## REFERÊNCIAS

- ANASTASI, U. et al. Yield performance and grain lipid composition of standard and oleic sunflower as affected by water supply. **Field Crops Research**, v.119, n. 1, p.145-153, Oct. 2010.
- BISCARO, G. A. et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.
- BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; LIMA, A. A. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 301-304, 2006.
- BRAGA, D. F. **Adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do girassol em solo alcalino da Chapada do Apodi-RN**. 2010. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)- Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2010.
- CABELLO, F. P. **Riegos Localizados de alta Freqüência (RLAF) goteo, microaspersion**, exudacion. 3. ed. Barcelona: Ediciones Mundi Prensa, 1996. 513 p.
- CASTRO, C. de; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio em girassol. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 827-833, 1999.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 33).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FAO. **Production yearbook**. Rome: FAO, 1979. v. 33.
- FERNANDÉZ, J. E. et al. Reducing fertilization for maize in southwest Spain. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 29, n. 19-20, p. 2829-2840. 1998.
- FREITAS, C. A. S. de. et al. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n.10, p.1031-1039, out. 2012.
- GOKSOY, A. T. et al. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. **Field Crops Research**, v. 87, n.2, p. 167-178, May, 2004.
- GOMES, P. E. et al. Produtividade de grãos, óleo e massa seca de girassol sob diferentes lâminas de irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16. n.3, p. 237-246, 2012. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2014.
- C. JÚNIOR, E. G. et al. Necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.3, p. 261-267, 2013.
- KHALIQ, A.; CHEEMA, Z. A. Influence of irrigation and nitrogen management on some agronomic traits and Yield of hybrid sunflower (*Helianthus annuus* L.) **International Journal Agriculture and Biology**, Pakistan, v. 7, n. 6, p. 915-919, 2005.
- LIRA, A. B. et al. Desempenho produtivo de cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) no estado do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1700-1703.
- MONTEIRO, C. O. R.; COSTA, T. R.; LEÃO, S. C. M. Eficiência do uso da água e nitrogênio na produção de melão. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p.367-377, 2008.
- PINTO, C. de M. et al. Configuração de fileira no consórcio mamona x girassol: produtividade e seus componentes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 8, n. 1, p. 33-41, 2013.

SILVA, A. G. et al. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 31-38, 2009.

SILVA, O. L. de, M. et al. Viabilidade técnica econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, jan./fev. 2007.

SIONIT, N.; GHORASHI, S. R.; KHERADNAN, M. Effect of soil water potential on growth and yield of sunflower. **Journal of Agricultural Science**, v. 81, p.113-116, 1973.

SMIDERLE, J. O.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. **Acta amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 331-336, 2005.

SOARES, L. A. dos. A. Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 336-342, 2015.

SOARES, L. E. et al.. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 19-25, jun. 2016.

TORRES, J. L. R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, jul. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0107/004.PDF](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0107/004.PDF)> Acesso em: 08 out. 2014.

VASCONCELOS, D. V. et al.. Métodos de aplicação e doses de nitrogênio para a cultura do girassol. **Irriga, Botucatu**, v. 20, n. 4, p. 667 – 679, 2015.