

## ACUMULO DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO PELA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA UTILIZANDO-SE TÉCNICA DE DILUIÇÃO ISOTÓPICA DE $^{15}\text{N}$

N. F. da Silva<sup>1</sup>, F. N. Cunha<sup>2</sup>, M. B. Teixeira<sup>3</sup>, F. A. L. Soares<sup>4</sup>, E. C. da Silva<sup>5</sup>,  
L. C. de Moura<sup>6</sup>

**RESUMO:** A partir da hipótese de que a fonte e a dose de adubação nitrogenada influenciam o acúmulo de nitrogênio na cana-de-açúcar irrigada, objetivou-se com este estudo avaliar o acúmulo de nitrogênio de diferentes doses de nitrato de amônio e de ureia pela cana-de-açúcar irrigada, no ciclo de cana-planta, utilizando-se técnica de diluição isotópica de  $^{15}\text{N}$ , em um Latossolo Vermelho distrófico argiloso, fase Cerrado. O experimento foi conduzido na Usina Raízen, localizada no município de Jataí-GO, Brasil. Utilizou-se a variedade IACSP95-5000, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, analisado em fatorial 4 x 2, com três repetições. Os tratamentos foram quatro doses de N (30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>); duas fontes de fertilizante marcadas com isótopo  $^{15}\text{N}$  (ureia e nitrato de amônio). Os fertilizantes marcados com isótopo  $^{15}\text{N}$  foram aplicados em uma microparcela de 1,0 m dentro das parcelas, que continham 6,0 linhas de 5,0 m, cuja área útil foram as duas linhas centrais. A irrigação foi por aspersão, realizada por um pivô central. Foi avaliado a variável nitrogênio acumulado pela cana, em kg ha<sup>-1</sup>. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F ( $p < 0,05$ ), análise de regressão para doses de N e comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para fontes de N. O nitrato de amônio proporcionou um acúmulo de nitrogênio na parte aérea da cana-de-açúcar 15,18% superior à ureia.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum* spp., N-fertilizante, isótopo  $^{15}\text{N}$ , Cana-planta.

## ACUMULATION OF SOURCES AND DOSES OF NITROGEN BY IRRIGATED SUGARCANE USING $^{15}\text{N}$ ISOTOPIC DILUTION TECHNIC

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, Laboratório de Hidráulica e Irrigação do IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - GO. Email: nelmiciofurtado@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - GO. Email: fernandonobrecunha@hotmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Agronomia, IF Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde – GO. Email: marconibt@gmail.com

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Agronomia, IF Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde – GO. Email: fredalsoares@hotmail.com

<sup>5</sup> Pós-doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - GO. Email: edsoncabralsilva@gmail.com

<sup>6</sup> Eng. de Alimentos, Doutoranda em Ciências Agrárias - Agronomia, IF Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - GO. Email: ligiacamposilva@gmail.com

**ABSTRACT:** From the hypothesis that the source and the dose of nitrogen fertilization influence the accumulation of nitrogen in the irrigated sugarcane, this study aimed to evaluate the nitrogen accumulation of different doses of ammonium nitrate and urea by sugarcane irrigated in the cane-plant cycle, using  $^{15}\text{N}$  isotopic dilution technic, in a clayey dystrophic Red Latosol, Cerrado phase. The experiment was conducted at the Raízen Mill, located in the municipality of Jataí-GO, Brazil. Was used the variety IACSP95-5000 in a randomized block design, analyzed in a 4 x 2 factorial, with three replicates. Treatments were four doses of N (30, 60, 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup>); Two fertilizer sources marked with  $^{15}\text{N}$  isotope (urea and ammonium nitrate). Fertilizers labeled with  $^{15}\text{N}$  isotope were applied in a 1.0 m microparticle within the plots, containing 6.0 rows of 5.0 m, whose useful area were the two central lines. The irrigation was by sprinkling, performed by a central pivot. Was evaluated the variable nitrogen accumulated by sugarcane, em kg ha<sup>-1</sup>. The results were submitted to analysis of variance by the F test ( $p < 0.05$ ), regression analysis for N doses and Tukey test comparison ( $p < 0.05$ ) for N sources. Ammonia provided a nitrogen accumulation in the aerial part of sugarcane 15.18% higher than urea.

**KEYWORDS:** *Saccharum* spp., N-fertilizer,  $^{15}\text{N}$  isotope, Cane-plant.

## INTRODUÇÃO

Com a expansão da cultura canavieira no Brasil, geralmente, em solos de baixa fertilidade natural, é de fundamental importância manter um nível adequado de nutrientes no solo para sustentar produções econômicas. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é um dos absorvidos em maior quantidade pela cana-de-açúcar, sendo superado apenas pelo potássio (K). Segundo Trivelin et al. (1995) para uma produtividade de 100 t ha<sup>-1</sup> de colmos, a cultura extrai cerca de 200 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. As quantidades de N exportadas pelos colmos são semelhantes ou até menores do que as doses aplicadas ao longo do ciclo, sem contar as perdas de N do sistema solo-planta (CANTARELLA et al, 2007). Diversas composições de N na planta foram encontradas e a extração e exportação variam entre variedades (OLIVEIRA et al., 2011) e com a disponibilidade hídrica (GAVA et al., 2010; TEODORO, 2011; KÖLLN, 2012). A recuperação do N aplicado como fertilizante pela cana-de-açúcar ou por outros vegetais depende da forma e local de aplicação, da precipitação, da variedade (OLIVEIRA et al., 2011) e da fonte de N aplicada (BASANTA et al., 2003).

O isótopo estável do nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) ocorre na natureza em concentrações mais baixas do que seu homólogo  $^{14}\text{N}$ . O uso dos isótopos de N é baseado no fato de que a proporção  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  ocorre naturalmente numa razão quase constante de 273:1 (0,366% de átomos de  $^{15}\text{N}$ ). Técnicas baseadas na mensuração das concentrações relativas desses isótopos são úteis para avaliar vários fenômenos ligados à nutrição nitrogenada das plantas (OLIVEIRA, 2012). Trabalhos realizados com fertilizantes nitrogenados marcados com o isótopo  $^{15}\text{N}$  evidenciaram ser variável o aproveitamento do  $^{15}\text{N}$ -fertilizante pela cultura da cana-de-açúcar. No entanto, segundo Franco et al. (2008) nas condições brasileiras, os resultados de recuperação do  $^{15}\text{N}$ -fertilizante pela cana-de-açúcar, obtidos no ciclo de cana-planta em condições de campo, são incipientes. Portanto, é importante avaliar o aproveitamento do  $^{15}\text{N}$ -fertilizante pela cana-planta em experimentos de campo, principalmente pelo fato de ser a adubação nitrogenada em cana-planta uma das questões ainda não esclarecidas no manejo dos canaviais e, com isso, a utilização de fertilizantes nitrogenados marcados com  $^{15}\text{N}$  auxiliaria no entendimento dessa lacuna.

A partir da hipótese de que a fonte e a dose de adubação nitrogenada influenciam o acúmulo de nitrogênio na cana-de-açúcar irrigada, objetivou-se com este estudo avaliar o acúmulo de nitrogênio de diferentes doses de nitrato de amônio e de ureia pela cana-de-açúcar irrigada, no ciclo de cana-planta, utilizando-se técnica de diluição isotópica de  $^{15}\text{N}$ , em um Latossolo Vermelho distrófico argiloso, fase Cerrado.

## MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em área da Fazenda Rio Paraíso II, pertencente à Usina Raízen, no município de Jataí, GO. As coordenadas geográficas do local são  $17^{\circ}44'2.62''\text{S}$  e  $51^{\circ}39'6.06''\text{O}$ , com altitude média de 907 metros. O clima do local é do tipo Aw, tropical, com chuva nos meses de outubro a abril, e seca nos meses de maio a setembro. A temperatura máxima oscila de  $35^{\circ}$  a  $37^{\circ}\text{C}$ , e a mínima de  $12^{\circ}$  a  $15^{\circ}\text{C}$  (no inverno há ocorrências de até  $5^{\circ}$  graus). A precipitação anual chega a 1.800 mm aproximadamente, porém mal distribuídas ao longo do ano, conforme os dados climáticos dispostos na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, muito argiloso, fase cerrado (EMBRAPA, 2013). As características químicas, físico-hídricas, granulométricas e classificação textural estão descritas na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, analisado em fatorial  $4 \times 2$ , com três repetições. Os tratamentos foram quatro doses de fertilizante marcado com

isótopo  $^{15}\text{N}$  (30, 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup>); duas fontes de fertilizante marcado com isótopo  $^{15}\text{N}$  (ureia e nitrato de amônio).

A adubação nitrogenada foi de acordo com os tratamentos, aos 60 dias após o plantio. Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com fósforo  $\text{P}_2\text{O}_5$  (100 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de superfosfato triplo, potássio  $\text{K}_2\text{O}$  (80 kg ha<sup>-1</sup>) na forma de cloreto de potássio, e micronutrientes, conforme resultados das análises de solo e recomendação de Sousa & Lobato (2004).

Os fertilizantes ureia e nitrato de amônio foram enriquecidos, respectivamente, com 1,91 e 1,18% de isótopo  $^{15}\text{N}$  e aplicados a lanço em uma microparcela de 1,0 m localizada centralizada na segunda linha dentro das parcelas que continham 6,0 linhas de 5,0 m, cuja área útil foram as 2,0 linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 1,5 m em cada extremidade.

O preparo do solo foi realizado pelo sistema convencional, por meio de aração e gradagem, seguido de abertura dos sulcos de plantio mecanizado dos toletes. A variedade escolhida para ser implantada no experimento foi a IACSP95-5000, nas condições de cana-planta, plantada em 05/08/2014.

Os tratos culturais referentes ao uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e demais produtos relacionados com o controle de plantas invasoras, pragas e doenças foram utilizados conforme a necessidade e avaliação de infestação, e de acordo com a experiência da Usina Raízen.

A irrigação foi realizada por um Pivô central marca ZIMMATIC, modelo PC 08-64/03-647/01-646/L4 + AC, em aço galvanizado, baixa pressão, com 12 torres de sustentação, com uma área total irrigada de 139,31 ha, velocidade de 268 m h<sup>-1</sup> na última torre, aplica uma lâmina bruta mínima para uma volta a 100% de 1,35 mm. A tubulação adutora possui 800 m de comprimento, com diâmetro de 162,2 mm feito em PVC de 150/60. Pressurizado por uma bomba simples IMBIL modelo ITA 100-400, com vazão prevista de 128,99 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>, e pressão prevista de 63,90 mca, rotação de 1750 rpm e potência do motor de 47,49 CV.

O monitoramento da lâmina de irrigação foi realizado de acordo com a experiência da Usina Raízen. Durante o ciclo da cultura, diariamente foram coletados os dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima (°C), umidade relativa máxima e mínima (%), velocidade do vento (m s<sup>-1</sup>), radiação solar (kJ m<sup>2</sup>) e precipitação diária (mm), obtidos através da estação da meteorológica da Usina Raízen. A partir da coleta destes dados, foi gerado o balanço hídrico e o balanço de água no solo com o auxílio de um software de gerenciamento de irrigação (IRRIGER<sup>®</sup>). No software, o monitoramento climático é utilizado

para estimar o consumo hídrico diário da cana-de-açúcar, gerando o balanço hídrico diário e calculando a lâmina de irrigação a ser aplicada, permitindo o controle do momento adequado para irrigar.

A colheita foi realizada em 25/08/2015, a produtividade de colmo e ponteiro foi determinada através da pesagem total dos colmos presentes nas respectivas parcelas, quantificado o peso dos colmos e ponteiros em 2 m das duas linhas centrais, cujo valor foi extrapolado para t ha<sup>-1</sup>. Para tanto, realizou-se o corte o mais rente possível do solo. Os colmos foram então despalhados e tiveram o ponteiro destacado. Em seguida, foram pesados em balança digital tipo gancho, marca Soil Control (precisão = 0,02 kg), com capacidade de 50 kg. Foi determinado o número de perfilhos industrializáveis médio por metro linear através da contagem do número de plantas em 5 m das duas linhas centrais das parcelas.

Foram coletadas as plantas centrais de cada linha das microparcelas, na época da colheita dos colmos. As plantas foram pesadas e colocadas para secar ecoletadas amostras de colmos e ponteiros, que foram utilizados para determinar a concentração de <sup>15</sup>N na cana-de-açúcar. As amostras foram fragmentadas, misturada e retiradas. A seguir, foram secas a 65°C por 72 horas, depois finamente moídas em peneira de 40 mesh, pesadas em balança de precisão (cinco casas decimais) e determinados do teor N total e da abundância de <sup>15</sup>N. As determinações do N-total e da abundância em <sup>15</sup>N no material vegetal no Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP, em espectrômetro de massa (IRMS), acoplado a analisador automático 20-20 ANCA-SL, da Europa Scientific, Crewe, conforme metodologia descrita em Barrie & Prosser (1996).

A recuperação do N do fertilizante foi calculada considerando-se a quantidade e o respectivo enriquecimento (% de átomos de <sup>15</sup>N) das fontes de N aplicadas (ureia e nitrato de amônio), descontados da abundância natural do isótopo estável de <sup>15</sup>N, que é de 0,3663% conforme as equações a seguir:

Nitrogênio acumulado pela cana (NA, kg ha<sup>-1</sup>)

$$NA = \frac{N \times MS}{1000} \quad (1)$$

Em que:

N = Concentração de nitrogênio (g kg<sup>-1</sup>);

MS = Matéria seca (kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, e em casos de significância, foi realizado análise de regressão para os níveis de

adubação nitrogenada e teste de média Tukey a 5% de probabilidade para o fator fonte de nitrogênio, utilizando-se o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância, observa-se que houve interação significativa entre os fatores fonte e dose para variável nitrogênio acumulado pela cana (NA, kg ha<sup>-1</sup>), o que evidencia que o efeito da fonte de adubação nitrogenada foi dependente da dose de N aplicada à cana-de-açúcar (Tabela 2).

No desdobramento do fator dose para cada fonte de adubação nitrogenada, para a variável nitrogênio acumulado (NA) no colmo, observa-se que houve um acúmulo de 470,67 e 451,98 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com as doses de 118,49 e 138,25 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que correspondeu a aumentos de até 69,91 e 53,41% para nitrato de amônio e ureia respectivamente (Figura 2A). Já o nitrogênio acumulado no ponteiro, observa-se que houve um acúmulo de 374,52 e 397,69 kg ha<sup>-1</sup> com as doses de 119,08 e 126,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, correspondendo a aumentos de até 70,14 e 56,98%, respectivamente, para nitrato de amônio e ureia (Figura 2B). Esses resultados mostram que houve maior acúmulo de nitrogênio no colmo da cana-de-açúcar em relação ao ponteiro e que a fonte nitrato de amônio contribuiu com a maior parte desse acúmulo no colmo em relação à ureia. Isto é diferente do que ocorreu no ponteiro, onde a fonte ureia contribuiu para um maior acúmulo de nitrogênio. O N exportado no colmo representou cerca de 54,44% (461,32 kg ha<sup>-1</sup>) do acumulado na biomassa de parte aérea, cujo valor é próximo aos 56% encontrados por Oliveira et al. (2010) para as variedades variedade RB867515, RB92579 e RB863129 e 50% obtidos por Franco et al. (2008) para a variedade SP31-3250. Esse é um comportamento importante, já que os resíduos ou palhada remanescente no campo é composto das folhas e do ponteiro, e no presente estudo acumulou quase 45,50% do N da parte aérea. A decomposição dos resíduos de folhas e ponteiros retornados ao solo pode disponibilizar N para as plantas através de um processo lento e dependente de fatores envolvidos (BASANTA et al., 2003, GAVA et al., 2003; VITTI et al., 2011), uma vez que a mineralização do N orgânico é mediada pela microbiota quimiorganotrófica (heterotrófica), por sua vez, dependente de 3 fatores climáticos, sobretudo umidade e temperatura (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002; CANTARELLA et al., 2007).

No desdobramento do fator fonte para cada dose de adubação nitrogenada para a variável nitrogênio acumulado (NA) no colmo, observa-se que houve um maior acúmulo de N, com a aplicação das doses de 30 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, correspondendo a

aumentos de 29,35 e 26,11%, respectivamente, em relação ao uso de nitrato de amônio (Tabela 3). Já em relação ao nitrogênio acumulado no ponteiro, observa-se que houve um maior acúmulo com o uso de ureia, nas doses de 30 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, correspondendo a aumentos de 34,52 e 23,17%, respectivamente, em relação ao nitrato de amônio. Esses resultados mostram que em condições de baixa ou elevada quantidade de nitrogênio a ureia contribuiu para um maior acúmulo de N, o que pode ser explicado pela alta concentração de N na ureia quando comparado ao nitrato de amônio, além da sua maior disponibilidade em um curto espaço de tempo, diferente de doses medianas como 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> que não apresentaram efeito significativo. Segundo Taiz & Zeiger (2013) os vegetais são capazes de assimilar as formas inorgânicas de N, amônio e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> absorvidas do solo e, ainda obter o N por relações simbióticas com bactérias, proveniente do N molecular (N<sub>2</sub>), e assimilar a amônia, mas o crescimento vegetal torna-se favorecido quando há o alcance das duas formas de N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e o NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, pois ao serem assimiladas desencadeiam no interior da planta um balanço iônico benéfico. Entretanto, pesquisadores confirmaram que algumas espécies vegetais possuem a preferência pela forma amoniacal do N ao invés da nítrica (RICHARDSON et al., 2009; ROBINSON et al., 2011).

## CONCLUSÕES

O nitrato de amônio proporcionou um acúmulo de nitrogênio 15,18% superior a ureia.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG); a Usina Raízen unidade Jataí, GO; ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) ESALQ/USP e ao IF Goiano – Campus Rio Verde, GO, pelo apoio financeiro e estrutural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRIE, A.; PROSSER, S.J. Automated analysis of light-element stable isotopes by isotope ratio mass spectrometry. In: BOUTTON, T.W.; YAMASAKI, S. (Ed.). Mass Spectrometry of soils. New York: Marcel Dekker, 1996, p.1-46.

BASANTA, M. V.; DOURADO-NETO, D.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; OLIVEIRA, J. C. M.; TRIVELIN, P. C. O.; TIMM, L. C.; TOMINAGA T. T.; CORRECHEL, V.; CASSARO, F. A. M.; PIRES, L. F.; MACEDO, J. R. Management effects on nitrogen recovery in a sugarcane crop grown in Brazil. *Geoderma*, v.116, n.12, p.235-248, 2003.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S.; VITTI, G.C. (Ed.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. p.355-412.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; OTTO, R. Aproveitamento pela cana-de-açúcar da adubação nitrogenada de plantio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p. 2763-2770, 2008.

GAVA, G. J. C.; KÖLLN, O. T.; URIBE, R. A. M.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H. Interação entre água e nitrogênio na produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). In: CRUSCIOL, C. A. (Org.). Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar. 1 ed. Botucatu: FEPAF, v. 1, p. 49-66. 2010.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M.W. Recuperação do nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) da ureia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.3, p.621-630, 2003.

KÖLLN, O. T. Interação entre os estresses de nitrogênio e disponibilidade hídrica no fracionamento isotópico de  $^{13}\text{C}$  e na produtividade em soqueira de cana-de-açúcar. 2012. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Editora UFLA, 2002. 625 p.

OLIVEIRA, A. C. Interação da adubação nitrogenada e molíbdica em cana- de-açúcar. 2012. 96p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012.



OLIVEIRA, E. C. A. DE; FREIRE, OLIVEIRA, F. J.; R. I. DE; OLIVEIRA, A. C. DE; FREIRE, M. B. G. DOS S. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. vol.42 n°3, 2011.

RICHARDSON, A.E.; BAREA, J.M.; MCNEILL, A.M.; PRIGENT-COMBARET, C. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. Plant and Soil, The Hague, v. 321, p. 305–339, 2009.

ROBINSON, N.; BRACKIN, R.; VINALL, K.; SOPER, F.; HOLST, J.; GAMAGE, H.; PAUNGFUO-LONHIENNE, C.; RENNENBERG, H.; LAKSHMANAN, P.; SCHMIDT, S. Nitrate paradigm does not hold up for sugarcane. PLoS ONE, São Francisco, v. 6, p. e19045, 2011.

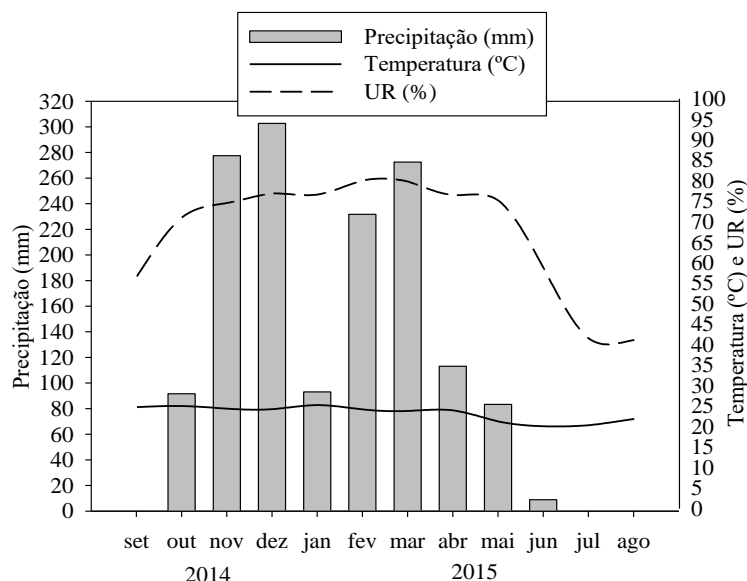
SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa-CPA, 2004. 416 p.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5 ed. Artmed, 2013. 954 p

TEODORO, I. Respostas técnico-econômicas da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada. 2011. 100 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2011.

TRIVELIN, P.C.O.; VICTORIA, R.L.; RODRIGUES, J.C.S. Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônia-<sup>15</sup>N e ureia-<sup>15</sup>N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, n.12, p.1375-1385, 1995.

VITTI, A.C.; FRANCO, H.C.J.; TRIVELIN, P.C.O.; FERREIRA, D.A.; OTTO, R.; FORTES, C.; FARONI, C.E. Nitrogênio proveniente da adubação nitrogenada e de resíduos culturais na nutrição da cana-planta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.3, p.287-293, 2011.



Fonte: Estação Normal INMET – Jataí - GO.

**Figura 1.** Dados mensais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar no período decorrente do experimento, Jataí – GO, 2015.

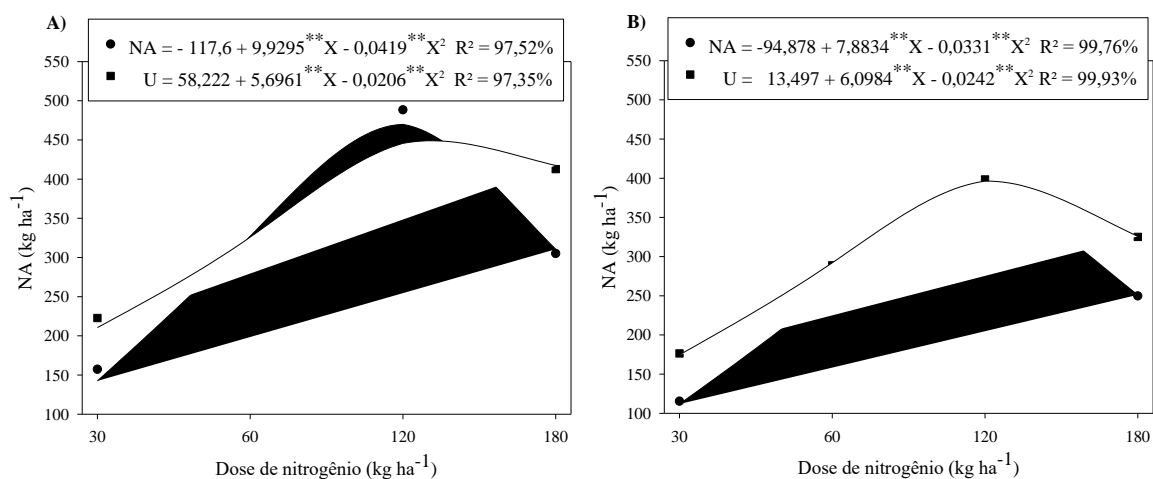
**Tabela 1.** Características químicas, físico-hídricas, granulométricas e classificação textural do solo da área experimental, nas camadas de 0–0,10, 0,10–0,20 e 0,20–0,40 m de profundidade

| Camada (m) | pH CaCl <sub>2</sub>                | M.O. (g kg <sup>-1</sup> ) | P -- (mg dm <sup>-3</sup> ) | S -- (mg dm <sup>-3</sup> ) | K    | Ca                     | Mg | Al  | H+Al | CTC   | V (%) |
|------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|------------------------|----|-----|------|-------|-------|
| 0–0,10     | 5,9                                 | 7,2                        | 45                          | 9,9                         | 53   | 22                     | <1 | 22  | 13   | 106,9 | 79    |
| 0,10–0,20  | 5,6                                 | 4,6                        | 13                          | 12,1                        | 31   | 12                     | <1 | 28  | 26   | 83,1  | 66    |
| 0,20–0,40  | 5,2                                 | 4,1                        | 8                           | 8,9                         | 15   | 6                      | <1 | 31  | 91   | 60,9  | 49    |
| Camada (m) | B                                   |                            | Cu                          |                             | Fe   | Mn                     |    | Zn  |      |       |       |
|            | ----- mg dm <sup>-3</sup> -----     |                            |                             |                             |      |                        |    |     |      |       |       |
| 0–0,10     | 0,28                                |                            | 1,2                         |                             | 39   | 3,4                    |    | 2,1 |      |       |       |
| 0,10–0,20  | 0,17                                |                            | 1,6                         |                             | 36   | 1,6                    |    | 1,0 |      |       |       |
| 0,20–0,40  | 0,12                                |                            | 1,4                         |                             | 25   | 0,7                    |    | 0,3 |      |       |       |
| Camada (m) | Granulometria (g kg <sup>-1</sup> ) |                            |                             | CC                          | PMP  | Classificação textural |    |     |      |       |       |
|            | Areia                               | Silte                      | Argila                      | ----- % -----               |      |                        |    |     |      |       |       |
| 0–0,10     | 96                                  | 82                         | 822                         | 46,3                        | 22,6 | Muito argiloso         |    |     |      |       |       |
| 0,10–0,20  | 97                                  | 82                         | 822                         | 46,3                        | 22,6 | Muito argiloso         |    |     |      |       |       |
| 0,20–0,40  | 85                                  | 71                         | 845                         | 45,8                        | 22,6 | Muito argiloso         |    |     |      |       |       |

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis nitrogênio acumulado pela cana (NA, kg ha<sup>-1</sup>) em função da fonte e dose de adubação nitrogenada, Jataí – GO, safra 2014/15

| FV               | GL | Nitrogênio acumulado (kg ha <sup>-1</sup> ) |                     |
|------------------|----|---|---------------------|
|                  |    | Colmo                                       | Ponteiro            |
| Quadrados médios |    |   |                     |
| Fonte (F)        | 1  | 8374,99**                                   | 13916,31**          |
| Dose (D)         | 3  | 84319,52**                                  | 59472,67*           |
| Interação F x D  | 3  | 5540,84**                                   | 923,13**            |
| Bloco            | 2  | 619,69 <sup>ns</sup>                        | 56,98 <sup>ns</sup> |
| Resíduo          | 14 | 619,69                                      | 613,50              |
| CV (%)           |    | 5,87  | 9,07                |

<sup>ns</sup> não significativo; \*\*, \* significativo respectivamente a 1% e 5% de significância segundo teste F. FV – Fontes de variação; GL – Grau de Liberdade e CV – Coeficiente de Variação.



\*\* significativo respectivamente a 1% de probabilidade segundo teste F.

**Figura 2.** Nitrogênio acumulado pela cana (NA) em função da aplicação de diferentes doses de nitrato de amônio (NA) e ureia (U) Colmo (A) e Ponteiro (B), Jataí – GO, safra 2014/15.

**Tabela 3.** Médias de nitrogênio acumulado pela cana (NA) nas diferentes fontes de nitrogênio, Jataí – GO, safra 2014/15

| Fonte             | NA (kg ha <sup>-1</sup> ) |                        |                         |                         |
|-------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | 30 kg ha <sup>-1</sup>    | 60 kg ha <sup>-1</sup> | 120 kg ha <sup>-1</sup> | 180 kg ha <sup>-1</sup> |
| Colmo             |                           |                        |                         |                         |
| Ureia             | 222,75 a                  | 299,32                 | 460,86                  | 412,78 a                |
| Nitrato de amônio | 157,38 b                  | 303,19                 | 488,44                  | 305,00 b                |
| Ponteiro          |                           |                        |                         |                         |
| Ureia             | 176,38 a                  | 288,86                 | 398,43                  | 325,17 a                |
| Nitrato de amônio | 115,49 b                  | 252,03                 | 378,86                  | 249,83 b                |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.