



IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010

XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010

Vitória - ES, Brasil, 25 a 29 de julho 2010

Centro de Convenções de Vitória



## ÁGUA, NITROGÊNIO E POTÁSSIO VIA FERTIRRIGAÇÃO NO TEOR DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

POLIANA R. D. MOTA<sup>1</sup>, ADERSON S. DE ANDRADE JÚNIOR<sup>2</sup>, MICHEL A. BARROS<sup>3</sup> JOSÉ A. L. DUARTE<sup>3</sup>, ROBERTO L. VILLAS BÔAS<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, D.Sc., Profra. Adjunta, DEAS/UFPI/Teresina - PI, fone: (0XX86) 3215.5745, [polimota@yahoo.com.br](mailto:polimota@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.SC., Pesquisador Embrapa Meio-Norte/Teresina - PI.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Bolsista Embrapa Meio-Norte/Teresina - PI.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, UNESP/Botucatu - SP.

Apresentado no

IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010

XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010

25 a 29 de julho de 2010 - Vitória - ES, Brasil

**RESUMO:** O Brasil vem se destacando como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, demandando cultivos tecnificados para elevar a produtividade e qualidade. O trabalho foi conduzido na Usina COMVAP, grupo Olho D'Água, município de União, Piauí, Brasil. Teve como objetivo determinar a influência de níveis de água, nitrogênio e potássio na concentração de macro e micronutrientes na folha diagnóstica, cultivar RB867515. O delineamento experimental foi blocos casualizados, duas repetições. Os tratamentos constaram da aplicação por irrigação, gotejamento subsuperficial, de cinco níveis de água (50, 75, 100, 125 e 150% da ETo), nitrogênio (40, 70, 100, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) e potássio (40, 70, 100, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), esquema fatorial fracionário, 1/5 de 5x5x5, totalizando 50 parcelas. Os níveis de água, N e K<sub>2</sub>O aplicados não afetaram o teor de nutrientes na folha da cana-de-açúcar, tendo havido diferença apenas entre as épocas avaliadas. Houve aumento no teor de 17, 18 e 8 % de N, P e Cu, respectivamente, e decréscimo nos teores de K, Ca, Mg, S, B, Fe Mn e Zn (11, 17, 3, 102, 125, 25, 4 e 58 %, respectivamente). A ordem decrescente dos teores dos macronutrientes foi: N>K>Ca>S>Mg>P, e dos micronutrientes: Fe>Mn>B>Zn>Cu.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise foliar, manejo de fertirrigação, *Saccharum* spp. (L.).

### WATER, NITROGEN AND POTASSIUM LEVELS BY FERTIGATION IN THE SUGARCANE LEAF NUTRIENTS CONTENT

**ABSTRACT:** Brazil has been increasing as the largest producer of sugarcane in the world and with that comes the demand for crops techniques to raise the productivity and quality. This work aimed in COMVAP farm, group Olho D'Água, in União city, Piauí, Brazil. Aimed to determine the influence of water, nitrogen and potassium levels in concentration of macro and micronutrients in leaf diagnosis, cultivar RB867515. The experimental design was a randomized block with two replications. The treatments were applied by subsurface irrigation drip, five water levels (50, 75, 100, 125 and 150% ETo), nitrogen (40, 70, 100, 130 and 160 kg ha<sup>-1</sup>) and potassium (40, 70, 100, 130 and 160 kg ha<sup>-1</sup>), fractional factorial equal to 1/5, 5 x 5 x 5, totalizing 50 plots. The treatments slightly affected the nutrient content of the sugarcane in each season sampled, with some difference between them. There was an increase in the leaf diagnosis content of 17, 18 and 8% of N, P and Cu, respectively and a decrease of K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn and Zn (11, 17, 3, 102, 125, 25, 4 and 58%, respectively). The order of the macronutrients levels in the leaf diagnosis were: N>K>Ca>S>Mg>P and for the micronutrients levels: Fe>Mn>B>Zn>Cu.

**KEYWORDS:** leaf analysis, fertigation management, *Saccharum* spp. (L.).

**INTRODUÇÃO:** Sendo o Brasil o maior produtor de cana-de-açúcar e maior exportador de açúcar e álcool, em nível mundial, é detentor de tecnologia avançada nesta área e apresenta características climáticas e de solo ideais para seu cultivo (Macedo, 2007). Para que continue competitivo, existe um interesse crescente por pesquisas, especialmente sobre os aspectos de qualidade, devido a instalação de

novas usinas e aumento das áreas cultivadas, sendo a disputa por mercado intensa e a qualidade final do produto determinante. A distribuição irregular das precipitações pluviométricas e o inadequado fornecimento de nutrientes à cultura são fatores decisivos no processo produtivo da cana, quer seja para a produção do álcool (hidratado e anidro), visando a utilização de combustível ecologicamente correto, do açúcar, da cachaça, rapadura, dentre outros. É necessário obter a resposta ao incremento da produção de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial. O manejo da irrigação com técnicas modernas como a utilização da evapotranspiração a partir de dados provenientes de estações agrometeorológicas possibilitam o fornecimento de água na quantidade adequada, uma vez definida por pesquisas. O diagnóstico nutricional também é importante, pois alguns elementos podem apresentar sintomas de carência durante o ciclo e o sintoma visual pode não expressar claramente a deficiência ou o excesso deste, ou ainda uma sintomatologia que pode ser semelhante para vários nutrientes. De acordo com Samuels (1969), a expressão análise foliar na cultura da cana-de-açúcar já é consagrada pelo uso, desde que o objetivo seja o de prever o estado e as necessidades nutricionais. Por isso, conduziu-se esse trabalho objetivando determinar como os níveis de água, nitrogênio e potássio, aplicados via fertirrigação por gotejamento subsuperficial, podem influenciar no conteúdo de macro e micronutrientes na folha diagnóstico (+3) da cana-de-açúcar, cultivar RB867515.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em área experimental da Usina COMVAP (04°51'S; 42°52'W e 68 m de altitude), grupo Olho D'Água, no município de União, Piauí, Brasil. Teve o objetivo de determinar como níveis de água, nitrogênio (N) e potássio podem influenciar no conteúdo de macro e micronutrientes na folha diagnóstico (+3) da cana-de-açúcar, cultivar RB 867515, em duas épocas da cana planta: aos 100 e 135 dias após o plantio (DAP). O delineamento adotado foi blocos casualizados, com duas repetições. Os tratamentos constaram da aplicação de cinco níveis de água (50, 75, 100, 125 e 150% da ETo), nitrogênio (40, 70, 100, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de uréia; e potássio (40, 70, 100, 130 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de cloreto de potássio, dispostos em um esquema fatorial fracionário correspondente a 1/5 de 5 x 5 x 5, totalizando 50 parcelas. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras duplas de 12 m de comprimento, com área total de 86,4 m<sup>2</sup>, sendo a área útil 36 m<sup>2</sup>, compreendendo as duas fileiras centrais, de 10 m de comprimento. O solo da área experimental é um Plintossolo (Embrapa, 1999). O clima, segundo Thornthwaite e Mather (1955) é sub-úmido (C2) (Andrade Júnior et al., 2005), com precipitação anual de 1.500 mm, temperatura do ar média anual de 27 °C e umidade relativa do ar média anual de 70% (Andrade Júnior et al., 2004). O plantio foi realizado em espaçamento de fileiras duplas de 0,5 m e de 1,8 m, entre elas, com uma densidade de 15 gemas por metro e em sulcos com 30 cm de profundidade. Na adubação de fundação foram aplicados 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. A irrigação deu-se de modo que cada tratamento recebesse a quantidade de água preestabelecida, utilizando os registros diários de evapotranspiração de referência (ETo) obtidos na estação agrometeorológica automática instalada na Usina. Estimou-se a ETo pelo método de Penman-Monteith. Utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial, com uma linha gotejadora instalada entre as fileiras duplas, a 25 cm de profundidade. Os emissores eram do tipo "in line", a cada 50 cm, vazão nominal de 2,8 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 200 kPa. As fertirrigações foram realizadas com uma bomba TMB, tendo uma vazão de injeção de 60 L h<sup>-1</sup>. Os fertilizantes foram dissolvidos em recipientes plásticos com capacidade de 20 L. O fornecimento de N e K<sub>2</sub>O às plantas deu-se de acordo com a marcha de absorção, apresentada na Tabela 1. O período de aplicação dos tratamentos se estendeu dos 60 dias após o plantio (DAP) (26/11/2007) até aos 120 DAP (25/01/2008), antes do previsto, devido às fortes chuvas na região.

TABELA 1. Fracionamento para o fornecimento de N e K<sub>2</sub>O (%) para a cultura da cana-de-açúcar.

Nutrientes	Meses após o plantio							
	3	4	5	6	7	8	9	10
N	10	10	20	20	15	15	10	
K <sub>2</sub> O	10	10	10	10	15	15	15	15

Após a colheita das plantas na área experimental, 100 e 135 DAP, as mesmas foram conduzidas para o Laboratório da Embrapa Meio-Norte, onde procedeu-se o corte da folha diagnóstico (+3), de acordo com Dillewijn (1952), e preparo da amostra, segundo Malavolta et al. (1997), posteriormente enviadas à FCA/UNESP. Foram determinados os teores nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca),

magnésio (Mg) e enxofre (S), e micronutrientes: boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) (MALAVOLTA et al., 1997). A análise de variância foi realizada para todos os parâmetros em função dos níveis dos fatores. Ajustaram-se funções de respostas do tipo polinomial quadrática. Quando estas foram significativas, as funções foram simplificadas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As quantidades totais de água em função dos níveis de ETo, N e K<sub>2</sub>O, aplicadas durante o experimento, estão apresentadas na Tabela 2. A precipitação pluviométrica acumulada durante o mesmo período foi de 635,7 mm. Com a suspensão da aplicação dos tratamentos devido ao acamamento das plantas, causado pelo elevado desenvolvimento associado à chuva e as rajadas de ventos, aplicaram-se, apenas 50% e 30% das doses de N e K<sub>2</sub>O inicialmente previstas, respectivamente. Não foi possível observar um aumento dos teores de N e K<sub>2</sub>O na folha com o aumento das quantidades aplicadas. Rossetto et al. (2005), estudando níveis de potássio em plantios de cana-de-açúcar, constataram que a análise de folha não indicou aumentos consistentes no teor de K<sub>2</sub>O. Na Tabela 3 encontram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg e S. Na Tabela 5 listam-se os teores dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, obtidos aos 100 e 135 DAP, bem como as equações de regressão, quando estes foram significativos.

TABELA 2. Quantidade total de água, nitrogênio e potássio aplicada durante o período experimental.

Fontes de variação	Tratamento				
	1	2	3	4	5
W (mm)	118	176	235	294	353
N (kg ha <sup>-1</sup> )	20	35	50	65	80
K (kg ha <sup>-1</sup> )	12	23	33	43	53

TABELA 3. Teor de macronutrientes na folha diagnóstico da cana-de-açúcar, em duas épocas amostradas.

Época (DAP)	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
100	17	1,5	12	5	2,6	3,1
135	20	1,8	11	4	2,5	1,5

Aos 100 DAP, dentre os macronutrientes (Tabela 4), o P apresentou efeito significativo a 5% de probabilidade, para o K, houve significância ao nível de 1%, o Ca foi significativo ao nível de 5% de probabilidade e o macronutriente S foi significativo ao nível de 5% de probabilidade. O Cu foi o único micronutriente (Tabela 5) que apresentou significância, ao nível de 1% de probabilidade. Aos 135 DAP o Ca foi o único macronutriente que apresentou significância no seu teor, sendo esta ao nível de 5% de probabilidade. O B apresentou significância ao nível de 1% de probabilidade. Para o Cu, houve significância ao nível de 1% de probabilidade. O Zn apresentou efeito significativo a 1% de probabilidade (Tabela 6). De acordo com valores determinados por Malavolta (1992), os teores de N e Mn encontram-se dentro da faixa adequada e estando abaixo, os teores de P, K, Ca, Mg, Cu e Zn. A concentração de B aos 135 DAP abaixo; teores de S, aos 100 DAP acima e Fe nas duas épocas amostradas com valores superiores.

TABELA 4. Função de resposta ajustada para os termos significativos obtidos para macronutrientes.

Nutriente	100 DAP	135 DAP
P	$Y = 1,6249 - 0,0045K$	-
K	$Y = 15,7164 - 0,1488N + 0,0017N^2 - 0,0334K$	-
Ca	$Y = 6,7967 + 0,04514N - 0,0006N^2 - 0,0204W + 0,0001W^2$	$Y = 5,4386 - 0,0037W$
S	$Y = 2,6775 + 0,0295N - 0,0003N^2$	-

TABELA 5. Teor de micronutrientes na folha diagnóstico da cana-de-açúcar, em duas épocas amostradas.

Época (DAP)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>				
100	34	5	272	127	16
135	15	6	217	122	10

TABELA 6. Função de resposta ajustada para os termos significativos obtidos para micronutrientes.

Nutriente	Equação	
	100 DAP	135 DAP
B	-	$Y = 18,4819 - 0,0153W$
Cu	$Y = 8,9143 - 0,0149W$	$Y = 6,6713 - 0,0036W$
Zn	-	$Y = 11,8133 - 0,0347N$

Costa et al. (2007), também obtiveram teores de Ca e S abaixo. Em estudo conduzido por Calheiros et al. (2008) com esta mesma cultivar e fazendo um comparativo com as faixas recomendadas por Malavolta et al. (1997), constataram que houve deficiência nutricional de K, S, Zn, Mn, Cu e B. Concentrações foliares de Cu e Mn, inferiores àquelas consideradas como mínimas pelo mesmo autor, tem sido observadas em plantios de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas. Fazendo uma comparação dos teores de nutrientes preconizada Jones Jr. et al. (1996), o N, P e K obtidos aos 100 DAP foram considerados de baixo a médio; médio para o Ca e Mg, e baixo a suficiente para o S. Aos 135 DAP, baixo para o N, P, Cu, Fe, Mn e Zn; baixo a médio para o B, médio para o K e Mg, médio a alto para o Ca e suficiente para o S. As concentrações de N e P encontradas por Costa (2001), estão próximas às determinadas neste experimento, acima o valor de K, e estando abaixo o Ca, Mg e S. Quanto aos micronutrientes, próximo o valor de Cu e Zn, e inferior B, Fe e Mn. Prado et al. (2002), aos 120 dias após a emergência do broto, concluíram que não houve diferença entre os teores no tecido foliar, tendo encontrado valores de N e K, abaixo do encontrado neste experimento, P e Ca, acima, e valores próximos de Mg e S. Entre as épocas, houve aumento na concentração de 17, 18 e 8 % de N, P e Cu, respectivamente, e decréscimo do K, Ca Mg, S, B, Fe Mn e Zn, representando 11, 17, 3, 102, 125, 25, 4 e 58 % , respectivamente. A ordem decrescente dos teores dos macronutrientes foi: N>K>Ca>S>Mg>P, e micronutrientes: Fe>Mn>B>Zn>Cu.

**CONCLUSÕES:** Há diferença entre as épocas amostradas apresentando aumento na concentração de 17, 18 e 8 % de N, P e Cu, respectivamente, e o decréscimo do K, Ca Mg, S, B, Fe Mn e Zn, representando 11, 17, 3, 102, 125, 25, 4 e 58 %, respectivamente. A ordem dos macronutrientes na folha diagnóstico é: N>K>Ca>S>Mg>P, e para os micronutrientes: Fe>Mn>B>Zn>Cu.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq, pelo apoio financeiro. À FAPEPI e CNPq pela concessão de bolsa de DCR. À Usina COMVAP, Grupo Olho D'Água, por ceder a área experimental e apoio humano e material, para a condução do experimento em campo.

## REFERÊNCIAS

- CALHEIROS, A.S., OLIVEIRA, M.W., FERREIRA, V.M., BARBOSA, G.V. de S. et al. Acúmulo de nutrientes e produção de sacarose da primeira rebrota de duas variedades de cana, em função da adubação fosfatada. In: Congresso Nacional da STAB. 9, Maceió – AL. 2008.
- COSTA, M.C.G. Eficiência agrônômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem despalha a fogo. Piracicaba, 79 p. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2001.
- COSTA, M.C.G., MAZZA, J.A., VITTI, G.C., JORGE, L.A. de C. Distribuição radicular, estado nutricional e produção de colmos e de açúcar em soqueiras de dois cultivares de cana-de-açúcar em solos distintos. R. Bras. Ci. Solo.; v.31, 2007. p.1503-1514.
- DILLEWIJN, C. van. Botany of sugarcane. Waltham: Chronica Botanica. 1952. 371 p.
- JONES Jr., J.B., WOLF, B., MILLS, H.A. Plant analysis handbook. Athens: Micro-Macro Publishing. 1996. 213 p.
- MALAVOLTA, E. ABC da análise de solos e folhas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1992.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1997. 201p.
- PRADO, R. de M., FERNANDES, F.M., NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. Scientia Agrícola.; v.59, n.1, 2002. p.129-135.
- ROSSETTO, R., SPIRONELLO, A., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., JARDIM, R.R. Adubação e calagem em cana-de-açúcar. O Agrônomo, Campinas, 57(2). 2005.

SAMUELS, G. Foliar diagnosis sugarcane. Chicago, Adams Press. 1969.