



Semina: Ciências Agrárias

ISSN: 1676-546X

semina.agrarias@uel.br

Universidade Estadual de Londrina  
Brasil

Meireles de Oliveira, Franklin; Batista de Aguiar, Poliana; Ferreira França Teixeira, Matheus; Aspiazú, Ignacio; Pinto Monção, Flávio; da Silva Antunes, Ana Paula  
Características agrotecnológicas de cana-de-açúcar em diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação

Semina: Ciências Agrárias, vol. 35, núm. 3, mayo-junio, 2014, pp. 1587-1606  
Universidade Estadual de Londrina  
Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744141037>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## Características agrotecnológicas de cana-de-açúcar em diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação

### Agrotecnological characteristics of cane sugar at different times of suppression of irrigation and fertilizer levels

Franklin Meireles de Oliveira<sup>1\*</sup>; Poliana Batista de Aguiar<sup>2</sup>;  
Matheus Ferreira França Teixeira<sup>3</sup>; Ignacio Aspiazú<sup>4</sup>; Flávio Pinto Monção<sup>2</sup>;  
Ana Paula da Silva Antunes<sup>2</sup>

#### Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho agrotecnológico de duas variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes épocas de supressões de irrigação e níveis de adubação. As características avaliadas foram: Altura de planta (m), Diâmetro do colmo (mm), N° de perfilho por m<sup>-1</sup>, Brix em caldo, Pol da cana, Pol do caldo, Açúcar redutor, e Produtividade total. O experimento foi instalado em área na Fazenda Experimental da Unimontes, em Janaúba na região Norte de Minas Gerais. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, em parcelas subdivididas (2 x 3 x 6), duas variedades de cana-de-açúcar, RB85 5453 e SP80 1816, três épocas diferentes de supressão de irrigação (DIAP) e seis níveis distintos de adubação NK. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve diferença significativa pelo teste F, realizou-se a comparação das médias pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis estudadas, utilizando-se do programa software SISVAR. As variedades apresentaram comportamento diferente em maturidade, tendo a variedade RB85 5453 maiores valores em qualidade tecnológica e menores índices em produtividade. As variedades obtiveram média geral de 24,3° Brix, 17,6 % Pol da cana, 21 % Pol do caldo, 0,6 % AR, 3,08 metros na altura, 29,2 mm em diâmetro, 18,9 perfilhos m<sup>-1</sup>, 11,1 colmos m<sup>-1</sup>, 159,8 t ha<sup>-1</sup> em produtividade. As variedades responderam às diferentes épocas de supressão de irrigação (DIAP). O nível 6 de adubação proporcionou melhor desempenho nas condições de realização deste trabalho. As variedades RB85-5453 e SP80-1816 são promissoras para região Nortemineira.

**Palavras-chave:** Variedades de cana, disponibilidade hídrica, fertilização, produtividade, qualidade tecnológica

#### Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of Agrotechnological two varieties of cane sugar influenced by different times of deletions irrigation and fertilization levels. The characteristics evaluated were: plant height (m), stem diameter (mm), number of tillers m<sup>-1</sup>, Brix broth, sugar cane Pol,

<sup>1</sup> Tecnólogo em Produção de Cachaça; Mestre em Agronomia do Deptº de Ciências Agrárias, Manejo de Grandes Culturas, CCET, Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Taiobeiras, MG. E-mail: franklin.meireles@bol.com.br

<sup>2</sup> Zootecnistas, Mestres em Zootecnia, Deptº de Ciências Agrárias, Nutrição e Produção Animal, CCET/UNIMONTES, Janaúba, MG. E-mail: poliana.aguiar@bol.com.br; moncaomoncao@yahoo.com.br; anapaula-antunes@hotmail.com

<sup>3</sup> Engº Agrº, Mestre em Agronomia, Deptº de Ciências Agrárias, Manejo de Grandes Culturas, CCET/UNIMONTES, Janaúba, MG. E-mail: matheus.ferreira@terra.com.br;

<sup>4</sup> Prof. Dr. em Fitotecnia, Deptº de Ciências Agrárias, Manejo de Grandes Culturas, CCET/UNIMONTES, Janaúba, MG. E-mail: aspiazu@unimontes.br

\* Autor para correspondência

Pol broth, Sugar reducer, and overall productivity. The experiment was conducted in the Experimental Farm area Unimontes in Janaúba in northern Minas Gerais. The experimental design was a randomized complete block design with three replications in a split plot ( $2 \times 3 \times 6$ ), two varieties of cane sugar, RB85 and 5453 SP80 1816, three different times suppression of irrigation (DIAP) and six different levels of NK fertilization. Data were subjected to analysis of variance, and when significant differences were the F test was performed to compare the means by Scott Knott ( $p < 0.05$ ) for all variables, using the software program SISVAR. The varieties showed different behavior at maturity, having variety RB85 5453 higher values in technological quality and productivity at lower rates. The varieties obtained overall average of 24.3 ° Brix, Pol 17.6 % of sugarcane, 21 % Pol broth, 0.6 % AR, 3:08 meters in height, 29.2 mm in diameter, 18.9 tillers  $m^{-1}$ , 11.1 stems  $m^{-1}$ ,  $t ha^{-1}$  159.8 productivity. The varieties responded to different eras of suppression irrigation (DIAP). 6 The level of fertilization provided better performance in terms of this work. The RB85 - 5453 and SP80 - 1816 varieties are promising for Nortemineira region.

**Key words:** Varieties of sugarcane, water availability, fertilization, productivity, technological quality

## Introdução

Considerada um dos produtos de maior competitividade no cenário do agronegócio, a cana-de-açúcar gera aproximadamente um milhão de empregos diretos e representa cerca de 8% do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola nacional. O estado de São Paulo conta com a maior parte da área de plantio, com 4,4 milhões de hectares. Em seguida vêm Minas Gerais (706 mil hectares), Paraná (613,7 mil hectares), Goiás (599,3 mil hectares) e Alagoas (438,6 mil hectares) (UNICA, 2010).

Para os próximos anos, as projeções de aumento da produção nacional são bastante positivas e, dentre todos os estados da federação, Minas Gerais é o que apresenta as maiores estimativas de crescimento (CONAB, 2012). Híbridos interespecíficos, oriundos dos programas de melhoramento genético, resistentes a diversas condições ambientais permitiram a expansão da cultura pelo mundo (FIGUEIREDO, 2006).

Segundo Araújo (2006), a escolha de cultivar para plantio é um dos pontos que merece especial atenção, não só pela sua importância econômica, como atividade geradora de massa verde e riqueza em açúcar, mas também pelo seu processo dinâmico, visto que, anualmente, surgem novas variedades, sempre com melhorias tecnológicas quando comparadas com aquelas que estão sendo cultivadas.

Na região norte de Minas, esse potencial de crescimento é particularmente expressivo. Trata-se de uma região que vem expandindo suas fronteiras para a cultura da cana-de-açúcar e que conta com o clima semiárido, favorável ao cultivo. Contudo, a má distribuição das chuvas torna-se um forte obstáculo, fazendo com que seja crescente a demanda por novas tecnologias que proporcionem melhorias no cultivo, principalmente no que diz respeito à água aplicada e adubos químicos.

Apesar dessa representatividade, recomendações de adubação para soqueiras nestas regiões têm sido pouco estudadas, sobretudo tendo em vista que, atualmente, pretende-se aumentar a eficiência e diminuir custos do sistema de produção dessa cultura. A isso se soma o fato de que a cultura é bastante exigente quanto à nutrição, sendo que, na ordem de extração de nutrientes, verifica-se que o potássio é extraído em maior quantidade que o nitrogênio ( $K > N > Ca > Mg > P$ ) (WEBER et al., 2001).

É sabido que o N é um constituinte indispensável para a adequada nutrição das plantas. Na biosfera, encontra-se disponível para as plantas em diferentes formas, incluindo o N molecular ( $N_2$ ), amônia ou óxidos de nitrogênio ( $NH_3$  e  $NO_x$ ), N mineral ( $NO_3^-$  e  $NH_4^+$ ) e N orgânico como aminoácidos e peptídeos (VON WIRÉN; GAZZARRINI; FROMMER, 1997). Segundo Espironelo (1989) a adubação nitrogenada elimina sintomas de deficiência de N, melhora o perfilhamento e o desenvolvimento das

plantas (folhas mais longas e largas de coloração verdes intensos e menos ásperas). Em cana-planta, o nitrogênio promove aumentos lineares na produção de colmos (20 e 37 t ha<sup>-1</sup>) e no teor de açúcar (2,2 e 7,4 kg t<sup>-1</sup> cana). Alvarez, Segalla e Wutke (1963) constataram que a adubação nitrogenada em cobertura de cana-soca queimada, obtiveram 10 % de aumento na produção da cana-de-açúcar com a aplicação de 75 kg ha<sup>-1</sup> de N comparado a testemunha.

Tanto a cana-planta como as soqueiras apresentam boa resposta a potássio. O excesso de potássio no solo e/ ou sua falta pode diminuir a qualidade da matéria-prima, influenciando as porcentagens do teor de sacarose (Pol) e a fibra industrial da cana. Santos et al. (1979) afirmam que o potássio provocou aumento na produtividade com adubação de até 440 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e aumentou o teor de açúcar teórico recuperável nos experimentos de campo, em algumas regiões do Nordeste.

Nesse sentido, os níveis adequados implicam conhecer os padrões de crescimento de cada variedade, fazendo com que as fases de máximo desenvolvimento coincidam com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar, permitindo que a cultura expresse todo seu potencial genético (KEATING et al., 1999; STONE; SORENSEN; JAMIESON, 1999). Para a cana-de-açúcar, uma precipitação pluvial anual a partir de 1.000 mm, bem distribuída, é suficiente para a obtenção de uma alta produtividade, caso não ocorra, à reposição de água com irrigação é a solução, desde que apropriadas técnicas conservacionistas sejam utilizadas. Esses ganhos podem resultar em um crescimento de 23% na produtividade e de 77% no teor de sacarose da cana (RESENDE SOBRINHO, 2000).

Doorenbos e Kassan (1994) relatam que os rendimentos da cana-de-açúcar produzida em condições de sequeiro nos trópicos úmidos, variam entre 70 a 100 t ha<sup>-1</sup> e, nos trópicos e sub-trópicos secos, com irrigação, rendimentos entre 100 e 150

t ha<sup>-1</sup>, que podem ser considerados satisfatórios. Os autores comentam, ainda, que o teor de açúcar parece diminuir ligeiramente com o aumento do rendimento de colmos da cultura e, para isto, deve-se evitar o crescimento exuberante durante a maturação da cana, o que pode ser obtido com temperaturas baixas, dose reduzida de nitrogênio e suprimento limitado de água.

Azevedo (2002) em experimento de campo realizado na Destilaria Miriri, no Estado da Paraíba, com a cultivar de cana-de-açúcar SP791011, cana-planta, em doses de adubação de cobertura de 85 kg ha<sup>-1</sup> (44 kg de N mais 41 kg de K<sub>2</sub>O), 167 kg ha<sup>-1</sup> (86 kg de N mais 81 kg de K<sub>2</sub>O), 305 kg ha<sup>-1</sup> (157 kg de N mais 148 kg de K<sub>2</sub>O) e 458 kg ha<sup>-1</sup> (236 kg de N mais 222 kg de K<sub>2</sub>O) e aplicando lâmina de irrigação de 27,5 mm, encontrou produtividade média de colmos de 82,78, 86,20, 92,78 e 95,93 t ha<sup>-1</sup>, o que proporcionou rendimentos médios de açúcar de 13,65, 13,76, 15,61 e 15,33 t ha<sup>-1</sup> e rendimentos médios de álcool de 9570, 9664, 10983 e 11530 l ha<sup>-1</sup>.

Regiões semiáridas brasileiras vêm sofrendo com as baixas precipitações ocorridas na região nos últimos anos, que ocasionaram queda na produção de cana-de-açúcar, levando os produtores a recorrerem a novas técnicas, como a irrigação suplementar, para a melhoria do cultivo. No entanto, para uma melhor eficiência do uso da água de irrigação é importante a utilização de fertilização equilibrada, de maneira eficiente e lucrativa.

Dentro desse enfoque, procurando atender às necessidades atuais, de forma a oferecer opções de cultivo de cana-de-açúcar associadas à irrigação e adubação, o objetivo deste artigo foi relatar os resultados de estudos sobre o comportamento de duas variedades comerciais de cana-de-açúcar, quanto às características agronômicas (biométricas) e tecnológicas influenciadas por diferentes épocas de supressão de irrigação e distintos níveis de adubação, nas condições edafoclimáticas da região de Janaúba no norte do estado de Minas Gerais.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros, em Janaúba, Minas Gerais (43°16'18,2" W e 15°49'51,5" S e altitude de 540 m), situada no perímetro irrigado da Associação dos Irrigantes da Margem Esquerda do Rio Gorutuba.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura média, (LVd) (EMBRAPA, 1999). O histórico da área nos últimos dois anos de cultivo referiu-se a plantações de milho e sorgo, com correções do solo com utilização de Gesso Agrícola e posteriores adubações químicas diversificadas.

A pluviosidade média da região é de aproximadamente 870 mm, com temperatura média anual de 24°C, insolação de 2.700 horas anuais e umidade relativa média de 65%. O experimento iniciou-se com o corte de uma área de cana-de-açúcar, assim homogeneizando-a no dia 20 de outubro de 2009, caracterizando uma cana-soca de segundo corte de produção.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, em parcelas subdivididas (2 x 3 x 6), sendo utilizadas na parcela duas variedades de cana-de-açúcar, RB85- 5453 e SP80-1816, e três épocas distintas de irrigação plena mais precipitação após corte (DIAC), caracterizadas aos 165, 195 e 225 dias.

Na subparcela, utilizaram-se seis níveis de adubação mineral com NK, tomou-se como base o manual de recomendação de adubos e corretivos para o Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999), porém, as recomendações propostas não foram seguidas integralmente. A adubação mineral foi feita em uma só vez em cobertura, na data de 04 de novembro de 2009, com seis níveis distintos na proporção de 1:0,8 em kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente das fontes sulfato de amônio e cloreto de potássio, de acordo com a análise de solo de plantio e exigência da cultura, sendo nível 1 (0 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O), 2

(14 kg ha<sup>-1</sup> de N e 33 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), 3 (29 kg ha<sup>-1</sup> de N e 66 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), 4 (43 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), 5 (57 kg ha<sup>-1</sup> de N e 133 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), 6 (71 kg ha<sup>-1</sup> de N e 166 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

Cada subparcela foi composta por quatro linhas de 5 m de comprimento (CESNIK; MIOCQUE, 2004), espaçadas de 1,40 m, totalizando 21 m<sup>2</sup>. As duas linhas centrais foram consideradas como úteis para efeito de coleta de dados e observações, descartando-se 2 m em cada extremidade da linha, totalizando 108 subparcelas divididas por 54 parcelas em cada variedade.

Como o corte da cana-planta ocorreu no final do mês de outubro de 2009 o ciclo fenológico da cana-soca foi dividido em três fases (AZEVEDO, 2002): fase inicial de desenvolvimento, 120 dias (26 de outubro de 2009 a 26 de fevereiro de 2010); fase de máximo desenvolvimento, 100 dias (27 de fevereiro a 10 de junho de 2010); e fase da maturação, 90 dias (10 de junho a 10 de setembro de 2010).

As duas variedades de cana-de-açúcar foram selecionadas a partir de material genético com características agrônomicas vantajosas para o uso industrial, cedido pelo Programa de Desenvolvimento da Bovinocultura de Leite (PROCRIAR), da EMBRAPA, em parceria com a EMATER-MG.

Quanto à irrigação, foi realizado a época de supressão em até três períodos, o primeiro, no mês de abril; o segundo, no mês de maio; e o terceiro, em junho, sempre no quinto dia do mês, caracterizando 165, 195 e 225 dias de irrigação, mais precipitação aproveitável (DIAC).

Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão convencional com aspersores de baixa pressão. A lâmina de irrigação foi determinada levando-se em consideração a precipitação e a eficiência do sistema utilizado, bem como a evapotranspiração da cultura (ETc e Kc da cana-de-açúcar) (GOMES, 1994; BERNARDO et al., 2005), dispensando-a na ocorrência de precipitação. Os dados climáticos,

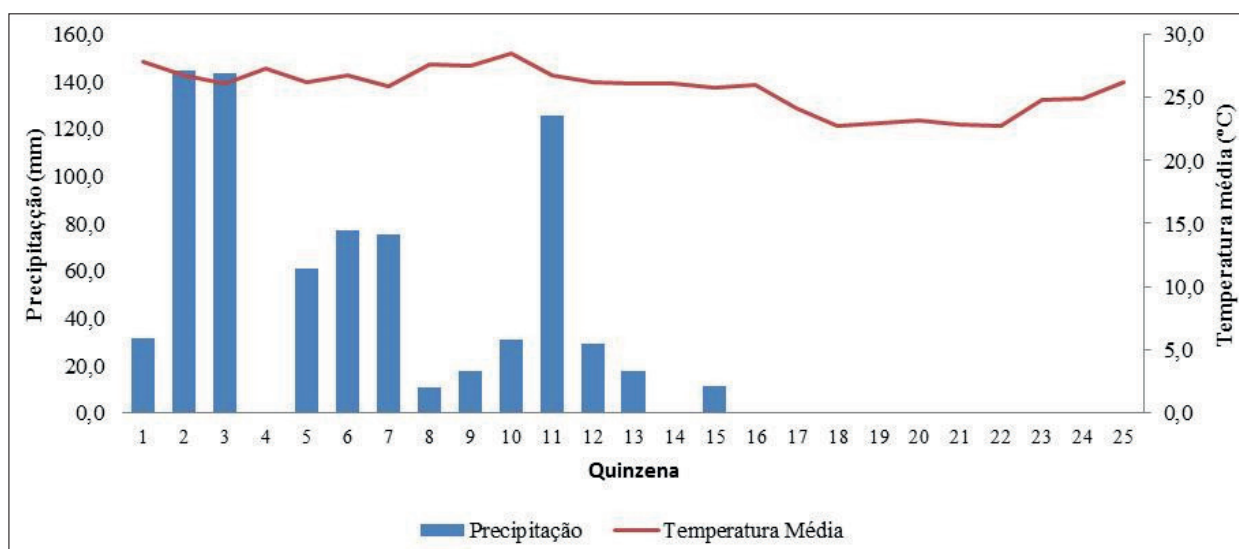


no caso, foram obtidos a partir da estação meteorológica da Epamig, Nova Porteirinha-MG. Essa prática fez com que houvesse mais controle e eficiência na quantidade de água aplicada na área experimental.

A distribuição da precipitação no experimento ao longo do ciclo fenológico da cultura (360 dias), em intervalos quinzenais, encontra-se abaixo, na Figura 1. A quantidade de água aplicada por meio da

irrigação mais precipitação durante as três épocas de supressões foram: Lâmina 1 (165 DIAC) = 918 mm; Lâmina 2 (195 DIAC) = 1.242 mm, e Lâmina 3 (225 DIAC) = 1.539 mm. A precipitação aproveitável (Pap) acumulada no mesmo período foi de 873,8; 891,2; e 902,4 mm respectivamente, resultando em quantidades totais de água aplicadas para os três DIAC distintos de Lâmina 1 + Pap (165 DIAC) = 1.791,8 mm; Lâmina 2 + Pap (195 DIAC) = 2.133,2 mm; e Lâmina 3 + Pap (225 DIAC) = 2.441,4 mm.

**Figura 1.** Dados médios de temperatura, em graus Celsius (°C), e precipitação pluvial acumulada por quinzena, em milímetros (mm), em Janaúba-MG, de 01/10/2009 a 30/09/2010. Dados obtidos na Estação Climatológica da EPAMIG, Nova Porteirinha-MG, 2011.



**Fonte:** Elaboração dos autores.

Em relação à coleta e análise de dados agrônômicos, os perfilhos foram contados no mês de abril (150 dias após corte) em cada subparcela em 1 m da linha central.

Posteriormente no final do ciclo da cultura foram feitas duas análises de todas as parcelas para as características: altura de planta (m), diâmetro do colmo (cm), n° de colmos industrializáveis, estimativa de produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ), sendo a primeira análise no mês de agosto (300 dias após corte), e a segunda em setembro (330 dias após

corte) de 2010, segundo o método descrito por Martins e Landell (1995).

A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma trena, medindo-se desde sua base rente ao solo até a inserção da folha + 1 com bainha, do ápice da planta para baixo.

A avaliação do diâmetro do colmo foi determinada com o auxílio de paquímetro na altura mediana do colmo (entre o 1° e 2° terços do colmo).

E para determinação do número de colmos por metro, foram contados todos os colmos

industrializáveis, em uma linha central de cada parcela.

A partir desses dados, foi estimada a produtividade total expressa em toneladas de cana por hectare (TCH<sub>e</sub>), utilizando-se a seguinte expressão matemática conforme Martins e Landell (1995):

$TCH_e = D^2 \times C \times H \times (0,007854/E)$ , na qual:

D = diâmetro de colmos (cm);

C = número de colmos por m;

H = comprimento médio de colmos (cm);

E = espaçamento entre sulcos (m).

As análises dos dados tecnológicos foram: Brix do caldo (%), Pol da cana (%), Pol do caldo (%) e AR (%), feitas no laboratório Industrial da Usina São Judas Tadeu (SADA Bioenergia e Agricultura), localizada no Lote 3022-gleba G1, Projeto Jaíba-etapa 2, no município de Jaíba-MG. Três colmos inteiros aleatórios foram coletados em cada subparcela e transportados no transcorrer de 1 hora para o laboratório, simulando o tempo real de colheita, coletando-se amostras sempre no quinto dia útil dos meses das duas coletas (agosto e setembro de 2010), conforme descrito no Manual de Instruções de análise de qualidade de cana, açúcar e álcool da CONSECANA (2003, 2006).

Análises de Brix do caldo foram feitas pelo método da prensa hidráulica. Após a tomada de amostra pela sonda, desintegrou-se em desintegrador de laboratório, realizou-se homogeneização em betoneira equipada com protetor contra perda de umidade da amostra desintegrada e pesaram-se 500 g da amostra em balança eletrônica de prato externo (CONSECANA, 2003, 2006).

Essa amostra foi prensada a 250 Kgf/cm<sup>2</sup> durante 1 minuto, em prensa hidráulica automática (Hidraseme PHS 250) de onde se recolheu o caldo, sendo do caldo feita a análise do Brix (refratométrico).

Os resultados obtidos (leitura Sacarimétrica, Brix e PBU), foram lançados em um programa de computador (CHB), obtendo-se os demais resultados: Brix (%), Pol da cana (%), Pol do caldo (%), fibra (%), AR (%) e Umidade (%), com os seguintes cálculos (FERNANDES, 2000).

A Pol é a porcentagem em massa de sacarose contida na solução açucarada de peso normal, determinada pela capacidade que os açúcares têm de desviar a luz polarizada em uma única direção, sendo determinada por métodos sacarimétricos (polarímetros ou sacarímetros). Assim, Pol % caldo =  $(1,0078 \times \text{leit. sacar.} + 0,0444) \times (0,2607 - 0,009882 \times \text{Brix})$ .

O bagaço foi chamado de “bolo úmido”. O peso do bolo úmido (P.B.U.) foi obtido em balança eletrônica. Os resultados obtidos (leitura sacarimétrica, Brix e PBU) foram lançados no programa de computador (CHB), obtendo-se os demais resultados: Pol do caldo, Pol da cana, fibra, AR e Umidade, com os cálculos descritos a seguir, conforme CONSECANA (2003; 2006).

A fibra, matéria seca insolúvel na água, contida na cana de açúcar, foi determinada em função do Brix do caldo extraído da prensa hidráulica, peso de bagaço úmido (PBU) e peso de bagaço seco (PBS), conforme Fernandes (2000). Esse tipo de fibra no Brasil também é conhecido como fibra “tanimoto”.  $F = (0,08 \times \text{PBU}) + 0,876$ .

O coeficiente “C” representa a transformação do caldo extraído em todo o caldo absoluto, ou seja, é a extração de todo caldo proveniente da prensa hidráulica.  $C = (1,0313 - 0,00575 \times \text{FIBRA})$ .

A determinação do Brix refratométrico é a característica mais utilizada nas indústrias de açúcar e álcool, pois mede o índice de refração das soluções dissolvidas em uma solução açucarada, fornecendo sua massa em porcentagem. A leitura foi realizada em refratômetro ótico com correção para 20°C. Cerca de 50 mL do caldo foram filtrados em algodão para a realização da leitura. Com auxílio de um bastão plástico, foram colocadas gotas do

caldo filtrado sobre o prisma do refratômetro e, em seguida, feita leitura do Brix. A Pol na cana, por sua vez, é obtida em função da Pol no caldo extraído multiplicado pela fibra e pelo coeficiente “C”, que transforma a Pol no caldo extraído em Pol % cana.  $\text{Pol \% cana} = \text{Pol no caldo} \times (1 - 0,01 \times \text{FIBRA}) \times C$ .

Os açúcares redutores são açúcares encontrados na cana, principalmente glicose e frutose, que têm a propriedade de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico a cuproso. Eles são os principais precursores da cor mais escura do açúcar no processo industrial. O cálculo dos açúcares redutores no caldo foi feito pela fórmula:  $\text{AR \% caldo} = (3,641 - 0,0343 \times \text{PUREZA})$ . Quanto ao cálculo dos açúcares redutores, a fórmula utilizada foi:  $\text{AR \% cana} = \text{AR no caldo} \times (1 - 0,01 \times \text{FIBRA}) \times C$ .

Quanto à análise estatística, realizou-se para todos os dados a média dos dois meses de coleta (agosto e setembro de 2010). Essa média foi submetida à análise de variância e, quando houve diferença significativa pelo teste F, realizou-se comparação das médias pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis estudadas, utilizando-se do programa software SISVAR.

## Resultados e Discussão

As análises de variância (tabelas 1 e 2) permitiram identificar que, dentre os resultados do teste F para todas as variáveis estudadas, apenas na variável “altura” não houve diferença significativa para nenhuma fonte de variação, mostrando que essa característica não foi afetada pelos diferentes níveis adotados em supressão de irrigação e níveis de adubação nas variedades pesquisadas.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para as variáveis número de colmos industrializáveis  $\text{m}^{-1}$  (Nº COLMO), diâmetro de colmo (DIAM DE COLMO), número de perfilho  $\text{m}^{-1}$  (Nº PERFILHO), Altura (m) e produtividade  $\text{ton ha}^{-1}$  (PRODUT). Janaúba-MG, 2011.

FV	GL	ALTURA (m)	DIAM COLMO (mm)	Nº PERFILHO (Unidade/m)	Nº COLMO (Unidade/m)	PRODUT. (t $\text{ha}^{-1}$ )
BLOCO	2	0,1156	4,9037	0,3333	1,5092	106,5581
VAR <sup>(2)</sup>	1	0,1323	128,9259*	3061,3425*	22,2314	33275,1518*
DIAC <sup>(3)</sup>	2	0,0531	0,9653	13,5833	9,3425	2654,9335*
VAR*DIAC	2	0,0480	9,0219	33,3425*	3,8981	2842,6537*
NÍVEIS <sup>(1)</sup>	5	0,0163	2,4981*	239,8166*	5,8314*	3788,0685*
VAR*NÍVEIS	5	0,0358	2,3135*	54,9870*	6,1870*	2594,6414*
DIAC*NÍVEIS	10	0,0438	1,6905*	47,8166*	4,5759*	775,2871*
VAR*DIAC*NÍVEIS	10	0,0170	0,7999	49,9537*	5,0870*	1208,1791*
CV 1 (%) =	2	6,38	5,29	14,95	23,43	14,18
CV 2 (%) =	1	5,57	3,32	13,23	12,01	8,89
Média geral:	2	3,084	28,974	18,861	11,185	159,61

<sup>(1)</sup>Níveis de adubação; <sup>(2)</sup>Variedades; <sup>(3)</sup>Períodos de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável.

\* valores significativos estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

**Fonte:** Elaboração dos autores.



**Tabela 2.** Resumo das análises de variância para as variáveis BRIX (%), POL DA CANA (%), POL DO CALDO (%) e AR (%). Janaúba-MG, 2011.

FV	GL	BRIX (%)	POL DA CANA (%)	POL DO CALDO (%)	AR (%)
BLOCO	2	0,5600	0,1145	0,0229	0,0004
VAR <sup>(2)</sup>	1	150,9224*	120,6924*	228,0280*	0,4306*
DIAC <sup>(3)</sup>	2	7,4770*	7,4195*	5,2862*	0,0163*
VAR*DIAC	2	3,5181*	2,9307*	1,5616	0,0278*
NÍVEIS <sup>(1)</sup>	5	0,7069	1,3080*	2,8743*	0,0264*
VAR*NÍVEIS	5	0,3019	0,4357	0,8042	0,0100*
DIAC*NÍVEIS	10	0,7668	1,3778*	2,2522*	0,0184*
VAR*DIAC*NÍVEIS	10	0,5644	0,8704*	0,7580*	0,0044*
CV 1 (%) =	2	3,67	3,46	3,92	4,33
CV 2 (%) =	1	2,63	3,16	2,79	5,14
Média geral:	2	24,308	17,593	20,976	0,598

<sup>(1)</sup>Níveis de adubação; <sup>(2)</sup>Variedades; <sup>(3)</sup>Períodos de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável.

\* valores significativos estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Na tabela 3, demonstra os resultados obtidos no desdobramento dos períodos de supressão (DIAC) com variedades dentro de cada nível de adubação. As variáveis “produtividade total” e “açúcares redutores” apresentaram-se com significância em todas as fontes de variações, porém, as variáveis “altura”, “diâmetro de colmo”, “número de perfilhos” e “número de colmos industrializáveis” apresentaram-se sem significância na variável DIAC. Isso pode ser explicado pelo fato de que essas características obtiveram seu máximo potencial em desenvolvimento no período vegetativo, quando as diferentes supressões de irrigação não haviam se iniciado, assim já estando definidos seus valores quando iniciado o primeiro DIAC, não sofrendo alterações nos demais. Uma vez que a menor quantidade disponível, 1.791,8 mm (165 DIAC), atende aos valores recomendados para períodos de 365 dias de ciclo da cultura da cana-de-açúcar, que variam de 1.500 a 2.000 mm, segundo Doorenbos e Kassam (1979).

Assim, as irrigações predominaram na fase inicial de crescimento e no início do máximo desenvolvimento, demonstrando alta capacidade de perfilhamento das variedades de cana-de-açúcar que é um dos fatores determinantes da produção agrícola da cultura, é importante pontuar o intenso

perfilhamento após o corte, sendo esse contado aos 150 dias seguintes. Foi possível perceber que ambas as variedades obtiveram máximo perfilhamento no início de período vegetativo e redução acentuada até a colheita.

Essa redução no perfilhamento tem sido atribuída ao aumento da competição pelos fatores de crescimento como água, luz, nutriente e espaço, levando à morte aqueles perfilhos mais jovens, fracos e mal posicionados.

A variedade SP80-1816 apresentou maior número de perfilhos por metro em relação à variedade RB85-5453 (tabela 3), e somente nos níveis de adubação 1 (0 kg ha<sup>-1</sup> de N e K) e 5 (57 kg ha<sup>-1</sup> de N e 133 kg ha<sup>-1</sup> de K) aos 225 e 165 DIAC, respectivamente, não houve diferença significativa de acordo com o teste de médias ( $P < 0,05$ ). Todos os tratamentos receberam a mesma lâmina total de água até a época de contagem, que foram aos 150 dias após corte. A variedade SP80-1816, tendo o comportamento de maior perfilhamento, mostra claramente que é uma característica varietal de resistência à seca, e emite grande quantidade de brotos com finalidade de obter máximo número de colmos viáveis até completar o seu ciclo.

**Tabela 3.** Médias dos valores de colmos industrializáveis m<sup>-1</sup> (Nº COLMO), diâmetro de colmo (DIAM DE COLMO), número de perfilho m<sup>-1</sup> (Nº PERFILHO), Altura (m) e produtividade ton ha<sup>-1</sup> (PRODUT) no desdobramento do período de irrigação e precipitação (DIAC) com variedades dentro de cada nível de adubação. Janaúba-MG, 2011.

<sup>1</sup> Nível	<sup>2</sup> DIA C	DIAM DE COLMO (mm)		Nº PERFILHOS (Unidade/m)		Nº COLMOS (Unidade/m)		ALTURA (m)		PRODUT TOTAL (t ha <sup>-1</sup> )	
		SP80- 1816	RB85- 5453	SP80- 1816	RB85- 5453	SP80- 1816	RB85- 5453	SP80- 1816	RB85- 5453	SP80- 1816	RB85- 5453
1	165	29,21 aA	27,55 bA	25,66 aA	11,70 bB	10,66 aA	10,66 aA	2,87 aB	3,07 aA	146,45 aB	116,79 bB
	195	31,45 aA	27,86 bA	21,66 aA	10,33 bB	10,66 aA	10,00 aA	3,14 aA	3,08 aA	168,94 aA	135,87 bA
	225	29,50 aA	29,36 aA	15,66 aB	14,00 aA	11,00 aA	8,00 bA	3,15 aA	3,17 aA	169,16 aA	144,97 bA
2	165	30,96 aA	28,13 bA	20,00 aA	11,00 bB	12,70 aA	10,70 bA	3,14 aA	3,06 aA	179,58 aA	131,15 bA
	195	30,34 aA	27,29 bA	21,78 aA	10,00 bB	10,33 aA	9,66 aB	3,09 aA	2,89 aA	168,62 aA	124,49 bA
	225	29,63 aA	28,04 aA	24,66 aA	15,00 bA	12,00 aA	10,70 bA	3,14 aA	3,10 aA	180,53 aA	146,30 bA
3	165	29,34 aA	27,08 bA	27,00 aA	15,00 bA	11,00 bA	11,66 aB	2,85 aB	2,96 aA	151,39 aA	141,98 aA
	195	29,90 aA	27,51 bA	21,00 aB	11,00 bB	11,33 aA	10,66 aB	3,13 aA	3,08 aA	177,86 aA	139,32 aA
	225	30,07 aA	28,66 aA	23,33 aB	10,33 bB	10,66 aA	12,66 bA	3,24 aA	3,06 aA	175,20 aA	137,49 aA
4	165	30,43 aA	26,89 bA	19,66 aB	13,00 bA	11,33 aA	10,33 aA	3,24 aA	3,00 aA	171,13 aB	124,84 bB
	195	30,78 aA	27,95 bA	32,33 aA	13,66 bA	12,33 aA	11,00 aA	3,15 aA	3,10 aA	190,25 aA	149,45 bA
	225	29,50 aA	26,89 bA	28,66 aA	11,33 bB	12,00 aA	11,33 aA	3,14 aA	2,96 aA	181,42 aA	139,31 bA
5	165	30,36 aA	27,55 bB	19,66 aB	12,66 aA	10,66 bA	12,00 aA	3,13 aA	3,10 aA	172,53 aB	156,94 bB
	195	30,50 aA	27,33 bB	17,00 aB	11,00 bB	11,66 aA	11,00 aA	3,14 aA	3,12 aA	191,06 aA	143,81 bB
	225	30,25 aA	29,28 aA	23,33 aA	15,66 bA	12,00 aA	11,33 aA	3,08 aA	3,04 aA	189,74 aA	158,84 bA
6	165	29,65 aA	27,00 aA	29,00 aA	23,33 bA	11,33 aA	10,33 bB	3,00 aA	3,20 aA	167,64 aB	145,15 bB
	195	30,43 aA	27,86 bB	33,33 aA	15,00 bB	11,66 aA	13,33 aA	3,09 aA	3,03 aA	192,91 aA	166,14 bB
	225	29,76 aA	28,78 aA	31,66 aA	23,33 bA	12,00 aA	12,00 aA	3,10 aA	3,21 aA	189,85 aA	178,99 bA

<sup>(1)</sup>Nível 1 (0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e potássio); 2 (14 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 33 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 3 (29 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 66 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 4 (43 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 5 (57 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 133 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 6 (71 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 166 kg ha<sup>-1</sup> de potássio). <sup>(2)</sup> DIAC. Período de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável. <sup>(3)</sup> Médias dentro de cada atributo seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade. <sup>(4)</sup> Médias dentro de cada nível seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

As diferentes épocas de supressão de irrigação (DIAC) não influenciaram nos tratamentos desta variável. Dependendo das condições climáticas, a quantidade de água exigida pela cultura durante o ciclo varia entre 1500 mm e 2500 mm. A cana-de-açúcar apresenta elevado consumo de água, necessitando, em média, de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca durante todo período de crescimento (LARCHER, 2006). Todavia, as variedades mostraram alta capacidade de germinação no início de ciclo, sendo muito importante para a qualidade do caldo para industrialização. Esse fato pode ser explicado pelas condições favoráveis de umidade e temperatura, aliadas à adubação disponibilizada no seu período vegetativo.

Os valores de perfilhos encontram-se dentro da faixa ideal para resultar em uma safra de boa produtividade, o que se deve também à alta luminosidade da região que está diretamente relacionada à densidade de plantas, pois quando esta é alta, geralmente, a cultura tende a perfilhar mais (BEZUIDENHOUT et al., 2003).

Entre as variáveis estudadas em análise de crescimento, o diâmetro do colmo é a que apresenta menor variação, já que depende das características genéticas da variedade, do número de perfilhos, do espaçamento utilizado, da área foliar e das condições ambientais. Em relação ao diâmetro de colmo, a variedade SP80-1816 também foi superior, com valor máximo de 31,45 mm no nível 1 aos 195 DIAC (tabela 3). De acordo com Cesnik e Miocque (2004) todos os colmos podem ser considerados médios entre 2 e 3 cm, mostrando que essa variável é pouco influenciada pelo meio, constituindo-se numa característica intrínseca de cada cultivar, com a sua taxa de crescimento aumentando até atingir o seu máximo, sendo que, em seguida, há uma diminuição progressiva até o ciclo vegetativo se completar.

Assim, pode-se concluir que a diferença entre as variedades nesta pesquisa em diâmetro de colmo

foi pouco afetada pelos diferentes tratamentos, constituindo-se de comportamento varietal, em que a variedade SP80-1816 melhor se desenvolveu, obtendo maiores valores nessa característica, de acordo as condições de pesquisa do trabalho aqui relatado.

A característica de “número de colmos industrializáveis” é de grande importância, uma vez que é um dos fatores que determina a produtividade do canavial. Os colmos desta pesquisa foram contados no período de safra nos meses de agosto e setembro de 2010. Os dados obtidos indicam que os tratamentos da variedade SP80-1816 não sofreram influência dos diferentes períodos de supressão de irrigação (DIAC). A variedade RB85 5453, na maioria dos tratamentos, não diferiu da variedade SP80-1816, e entre os DIAC, apenas os tratamentos de 165 e 195 dos níveis 2, 3 e 6 foram inferiores (tabela 3). Essa característica não foi influenciada diretamente pela superioridade em perfilhamento da variedade SP80-1816, mostrando que é uma característica de defesa da planta. Contudo, a variedade SP80-1816 mostrou alta capacidade de resistência a déficit hídrico, com maiores números de perfilhos emitidos, sendo, portanto, vantajosa sua utilização na região Norte mineira, que se encontra no semiárido do Brasil.

As médias de níveis de adubação dentro de cada DIAC e variedades encontradas na tabela 4 indicam que, na variável “diâmetro de colmo” não houve diferença significativa entre os níveis para ambas as variedades.

Para a variável número de perfilho, houve diferenças em todos os níveis para ambas as variedades, com a maior média, de 33,33 unidades  $m^{-1}$ , no nível 6, aos 195 DIAC, da variedade SP80-1816. Para ambas as variedades, o nível 6 (71 kg  $ha^{-1}$  de N e 166 kg  $ha^{-1}$  de K) de mais adubação obteve os maiores valores nessa característica (tabela 4).

A disponibilidade nutricional, principalmente do elemento nitrogênio, no período vegetativo da cultura é essencial, pois promove o desenvolvimento

radicular e isenção da parte aérea para posterior acúmulo de matéria seca. No entanto, o potássio é essencial ao desenvolvimento das plantas e muito exigido durante as fases de crescimento, reprodutiva e vegetativa, visto que atua na regulação osmótica, mecanismo estomático, fotossíntese, ativação enzimática e crescimento meristemático. No interior da planta, são translocado pelo apoplasto, espaços intercelulares, até ser contido nos tecidos, onde atua de forma marcante na regulação osmótica, já que a presença do nutriente estimula o ganho de água pelo vegetal (FIGUEIREDO, 2006).

Para a variável número de colmos, houve diferenças significativas para ambas as variedades nos diferentes níveis, ocorrendo na variedade SP80-1816 diferenças com a maior média no nível de adubação 6, com 13,33 colmos  $m^{-1}$  aos 165 DIAC, no mesmo nível de adubação 6 a variedade RB85-5453 aos 195 DIAC com mesma média (tabela 4). Mostrando mais uma vez a importância da adubação nitrogenada combinada com a potássica em níveis de 71  $kg\ ha^{-1}$  de N e 166  $kg\ ha^{-1}$  de K obteve, como no perfilhamento, melhores rendimentos em densidade de plantas para este trabalho relatado.

Magalhães (2010) trabalharam com a mesma área e variedades, porém com cana-planta e adubação com vinhaça, obteve densidade de colmos  $m^{-1}$ , comportamento aproximadamente linear, porém, a variedade SP80-1816 apresentou maior desempenho em relação a esta característica do que a variedade RB85-5453. O aumento no número de colmos com a aplicação de nitrogênio é justificada pelo importante efeito do mesmo na taxa de perfilhamento das culturas (MALAVOLTA, 2006).

A análise dos resultados obtidos para a variável altura de plantas demonstra que as variedades não

diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) na maioria dos fatores estudados, obtendo média geral de 3,083 metros. Entretanto, houve uma pequena diferença nos tratamentos dos níveis 1 (0  $kg\ ha^{-1}$  de N e K) e 3 (29  $kg\ ha^{-1}$  de N e 66  $kg\ ha^{-1}$  de K) aos 165 DIAC, na variedade SP80-1816, com valores inferiores aos demais encontrados. Isso devido a menor quantidade de água e adubo disponibilizados nesses tratamentos, em que a planta não se desenvolveu em altura, em comparação com os tratamentos com mais adubo e água (tabela 4).

Em decorrência do intenso perfilhamento na fase inicial de desenvolvimento da cultura, observou-se crescimento lento em altura até os 90 dias após corte. Em seguida, houve um crescimento rápido e constante até os 330 dias de ciclo, com destaque para a variedade SP80-1816, que apresentou crescimento diário de 0,98 mm, chegando à altura máxima de 3,24 metros nos níveis de adubação 3 (29  $kg\ ha^{-1}$  de N e 66  $kg\ ha^{-1}$  de K), aos 225 DIAC, e 4 (43  $kg\ ha^{-1}$  de N e 100  $kg\ ha^{-1}$  de K), aos 165 DIAC até o período de coleta de análises (tabela 4).

De acordo com as tabelas 3 e 4, pode-se notar que as características de produtividade da variedade SP80-1816 apresentaram maiores valores quando comparada à variedade RB85-5453. Apenas no tratamento de nível 3 elas não diferiram, porém a primeira obteve um valor máximo estimado de 192,91 t  $ha^{-1}$  aos 195 DIAC no nível 6, de maiores doses de adubação. Tais resultados diferem do trabalho realizado por Magalhães (2010), na mesma área e com as mesmas variedades, que encontrou na variedade RB85-5453 valores superiores aos da variedade SP80-1816. Esse fato pode ser explicado devido a diferenças varietais entre elas e pelo tipo de manejo adotado.

**Tabela 4.** Médias dos valores de colmos industrializáveis m<sup>-1</sup> (Nº COLMO), diâmetro de colmo (DIAM DE COLMO), número de perfilho m<sup>-1</sup> (Nº PERFILHO), Altura (m) e produtividade ton ha<sup>-1</sup> (PRODUT), interagindo com cada nível de adubação dentro dos períodos (Períodos de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável “DIAC”) e variedades.

VAR <sup>3</sup>	DIAC <sup>2</sup>	NÍVEIS <sup>1</sup>					
		1	2	3	4	5	6
DIÂMETRO DE COLMO (mm)							
SP80-1816	165	29,21 a	30,96 a	29,34 a	30,43 a	30,36 a	29,65 a
	195	31,45 a	30,34 a	29,90 a	30,7 8a	30,50 a	30,43 a
	225	29,50 a	29,63 a	30,07 a	29,50 a	30,25 a	29,76 a
RB85-5453	165	27,55 a	28,13 a	27,08 a	26,89 a	27,55 a	29,57 a
	195	27,86 a	27,29 a	27,51 a	27,95a	27,33 a	27,86 a
	225	29,36 a	28,04 a	28,66 a	26,89 a	29,28 a	28,78 a
Nº PERFILHOS (Unidade/m)							
SP80-1816	165	25,66 a	20,00 b	27,00 a	19,66 b	19,66 b	29,00 a
	195	21,66 b	21,78 b	21,00 b	32,33 a	17,00 c	33,33 a
	225	15,66 c	24,66 b	23,33 b	28,66 a	23,33 b	31,66 a
RB85-5453	165	11,70 c	11,00 c	15,00 b	13,00 b	12,66 a	23,33 a
	195	10,33 b	10,00 b	11,00 b	13,66 a	11,00 b	15,00 a
	225	14,00 b	15,00 b	10,33 c	11,33 c	15,66 b	23,33 a
Nº COLMOS (Unidade/m)							
SP80-1816	165	10,66b	12,70 a	11,00 a	11,33 a	10,66 b	13,33 a
	195	10,66a	10,33 a	11,33 a	12,33 a	11,66 a	11,66 a
	225	11,00a	12,00 a	10,66 a	12,00 a	12,00 a	12,00 a
RB85-5453	165	10,66 b	10,70b	11,66 a	10,33 b	12,00 a	10,33 b
	195	10,00 b	9,66 b	10,66 b	11,00 b	11,00 b	13,33 a
	225	8,00 b	10,70 a	12,66 a	11,33 a	11,33 a	12,00 a
ALTURA(m)							
SP80-1816	165	2,87 b	3,14 a	2,85 b	3,24 a	3,13 a	3,00 a
	195	3,14 a	3,09 a	3,13 a	3,15 a	3,14 a	3,09 a
	225	3,15 a	3,14 a	3,24 a	3,14 a	3,08 a	3,10 a
RB85-5453	165	3,07 a	3,06 a	2,96 a	3,00 a	3,10 a	3,20 a
	195	3,08 a	2,89 a	3,08 a	3,10 a	3,12 a	3,03 a
	225	3,17 a	3,10 a	3,06 a	2,96 a	3,04 a	3,21 a
PRODUT TOTAL (t ha-1)							
SP80-1816	165	146,45 b	179,58 a	151,39b	171,13a	172,53 a	167,64a
	195	168,94 b	168,62 b	177,86a	190,25a	191,06 a	192,90a
	225	169,16 b	180,53 a	175,20a	181,42a	189,74 a	189,85a
RB85-5453	165	116,79 b	131,15 b	141,98 a	124,84 b	156,94 a	145,15a
	195	135,87 b	124,49 c	139,32 b	149,45 a	143,80 a	166,14a
	225	144,97 b	146,30 b	137,49 b	139,31 b	158,84 a	178,99a

<sup>(1)</sup>Nível 1 (0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e potássio); 2 (14 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 33 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 3 (29 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 66 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 4 (43 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 5 (57 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 133 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 6 (71 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 166 kg ha<sup>-1</sup> de potássio). <sup>(2)</sup> DIAC. Período de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável. <sup>(3)</sup>VAR. Variedades <sup>(4)</sup>Médias dentro de cada atributo seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

**Fonte:** Elaboração dos autores.



De acordo com Coelho, Barobsa e Marciel (2002) a irrigação na fase de crescimento proporciona maiores produtividades, além de uma maior longevidade dos canaviais, corroborando com resultados desta pesquisa, onde ambas variedades responderam com aumento de produtividade quando disponibilizados níveis maiores de adubação e água, maior a produtividade. Assim, constatou-se que as produtividades encontradas neste trabalho foram superiores às observadas por outros pesquisadores como Moura-Filho et al. (2005) trabalharam com diferentes doses de adubação de cobertura e com irrigação, registraram um maior valor na área irrigada ( $107,69 \text{ t ha}^{-1}$ ), obtido com a maior dose de adubação. Tal valor está coerente com recomendações de Doorenbos e Kassan (1994) que consideram como bons, em áreas irrigadas, rendimentos acima de  $100 \text{ t ha}^{-1}$ .

Como as variedades nesta pesquisa foram conduzidas em regime de irrigação plena, a disponibilidade hídrica na fase de crescimento não se limitou à estação chuvosa, promovendo um desenvolvimento adequado da cultura conseguindo altos valores em produção, acima de  $100 \text{ ton ha}^{-1}$ , mesmo em níveis de adubação abaixo

de  $71 \text{ kg/ha}$  e regimes de irrigação mínimas de  $1700 \text{ mm}$ .

Quanto às variáveis tecnológicas, tem-se na tabela 5 o desdobramento das épocas de supressão (DIAC) com variedades dentro de cada nível de adubação, verificaram-se diferenças significativas entre variedades e DIAC, tendo a variedade RB85-5453 valores maiores para todas as variáveis analisadas, o que pode ser explicado pelo seu comportamento precoce em sua maturação.

As variedades apresentaram média geral de 24,30 Brix, 17,593%, Pol da cana, 20,976% Pol do caldo e 0,598% AR (tabela 2). Os atributos de qualidade da matéria prima são os mais importantes para a indústria canavieira, visto que vão definir os rendimentos em açúcar e álcool.

Nos tratamentos da variedade RB85-5453, não houve diferenças entre DIAC. Logo, as diferentes supressões de irrigação não interferiram na porcentagem de sólidos solúveis (BRIX) acumulados na variedade, conseguindo valor máximo de 26,25% no nível 5 de adubação ( $57 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $133 \text{ kg ha}^{-1}$  de K) aos 225 DIAC (Tabela 5).

**Tabela 5.** Médias dos valores de BRIX (%), POL DA CANA (%), POL DO CALDO (%) e AR (%) no desdobramento do período de irrigação e precipitação (DIAC) com variedades dentro de cada nível de adubação. Janaúba-MG, 2011.

NÍVEIS <sup>1</sup>	DIAC <sup>2</sup>	BRIX(%)		POL DA CANA(%)		POL DO CALDO(%)		AR(%)	
		SP80-1816	RB85-5453	SP80-1816	RB85-5453	SP80-1816	RB85-5453	SP80-1816	RB85-5453
1	165	21,89 bA	24,74 aA	15,65 bB	18,73 aA	18,87 bA	21,49 aA	0,55 aC	0,59 aA
	195	21,41 bB	24,84 aA	16,13 bB	18,52 aA	18,88 bB	21,23 aA	0,74 aA	0,55 bB
	225	22,79 bA	23,81 aA	17,13 bA	18,64 aA	19,81 bB	21,27 aA	0,68 aB	0,62 bA
2	165	21,85 bB	25,36 aA	14,87 bC	17,98 aA	17,22 bB	21,81 aA	0,80 aA	0,62 bA
	195	23,35 bA	25,33 aA	16,04 bB	18,66 aA	18,82 bA	22,35 aA	0,73 aB	0,53 bB
	225	23,57 bA	25,08 aA	17,45 aA	18,18 aA	19,41 bA	21,56 aA	0,67 aB	0,55 bB
3	165	22,58 bB	25,22 aA	16,50 bB	18,66 aA	19,11 bB	22,10 aA	0,60 aA	0,56 aA
	195	22,38 bB	24,97 aA	16,50 bB	18,68 aA	19,34 bB	22,68 aA	0,72 aC	0,53 bA
	225	24,03 bA	25,71 aA	18,05 bA	19,12 aA	20,95 bA	23,05 aA	0,52 aA	0,46 bB
4	165	21,97 bB	25,24 aA	14,85 bC	18,60 aA	17,79 bC	21,67 aB	0,67 aA	0,59 bA
	195	23,25 bA	24,57 aA	16,26 bB	17,63 aB	19,51 bB	22,51 aA	0,67 aB	0,44 bB
	225	24,39 bA	25,55 aA	17,67 bA	19,48 aA	20,99 bA	23,25 aA	0,59 aC	0,35 bC
5	165	23,36 bA	25,68 aA	16,52 bA	18,77 aA	20,12 bA	22,06 aA	0,68 aA	0,60 bA
	195	22,87 bA	25,45 aA	15,24 bB	18,49 aA	19,35 bA	22,10 aA	0,65 aA	0,56 bB
	225	24,07 bA	26,25 aA	17,19 bA	18,73 aA	20,22 bA	22,69 aA	0,65 aA	0,54 bB
6	165	22,55 bA	26,01 aA	16,31 bA	18,78 aA	19,55 bA	23,17 aA	0,56 aB	0,49 bB
	195	23,06 bA	25,10 aA	16,42 bA	19,09 aA	19,68 bA	22,81 aA	0,66 aA	0,47 bB
	225	23,85 bA	25,87 aA	16,84 bA	18,90 aA	20,75 bA	22,88 aA	0,69 aA	0,54 bA

<sup>(1)</sup>Nível 1 (0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e potássio); 2 (14 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 33 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 3 (29 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 66 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 4 (43 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 5 (57 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 133 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 6 (71 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 166 kg ha<sup>-1</sup> de potássio). <sup>(2)</sup> DIAC. Período de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável. <sup>(3)</sup> Médias dentro de cada atributo seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade. <sup>(4)</sup> Médias dentro de cada nível seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Porém, na SP80-1816, houve diferenças entre os DIAC dentro de cada nível de adubação com os menores valores encontrados nos menores DIAC, pelo contrario seu máximo valor foi no nível de adubo 4 (43 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K) aos 225 DIAC com 24,39% (tabela 5). Isto pode ser explicado pelo seu comportamento em maturidade médio/tardio, maior prolongamento do seu ciclo, uma vez que água disponível para a planta no período vegetativo, aliado a nutrição NK e sua supressão na maturação são requisitos essenciais, promove a síntese, o acúmulo e a translocação da sacarose nos colmos, podendo os produtores

manipular a irrigação visando à melhoria da maturação nesta região de estudo.

O atributo Pol da cana também obteve, na variedade RB85-5453, superioridade em valores em relação à variedade SP80-1816. Entre DIAC não houve diferenças na variedade RB85-5453, porém, na SP80-1816, os maiores valores foram encontrados aos 225 DIAC em cada nível de adubação. No Estado de São Paulo, pioneiro em Produção sulcroalcooleira, segundo Fernandes (2000), uma cana para ser considerada madura quando apresentar Pol % Cana variando de 14,4 –

15,3 %; portanto, as variedades desta pesquisa estão dentro da faixa média em Pol da cana para colheita.

Ainda neste atributo, podemos verificar na tabela 5 que os maiores valores se encontraram para ambas as variedades na interação do nível de adubo 3 (29 kg ha<sup>-1</sup> de N e 66 kg ha<sup>-1</sup> de K) com DIAC 225, valores de 18,05% e 19,12%, respectivamente para SP80 1816 e RB85 5453. Resultados que dão indícios de que um equilíbrio na adubação e disponibilidade hídrica é altamente essencial para obtenção de concentrações desejáveis de sólidos solúveis.

A característica Pol do caldo também destacou na variedade RB85-5453 sua superioridade em relação à variedade SP80-1816, com os DIAC diferindo apenas nos tratamentos de níveis de adubo 1, 2, 3 e 4 (Tabela 6). Observou-se que a variedade RB85-5453 obteve um comportamento em maturidade que indica a possibilidade de ser colhida precocemente por apresentar maiores acúmulos de sacarose no mesmo momento de ciclo da variedade SP80-1816. Por outro lado, a variedade SP80-1816, que apresentou um comportamento de maturidade média com menores índices de acúmulo de sacarose no seu colmo, adequada para

colheita média/tardia, mostrou diferenças entre os DIAC, obtendo valores de qualidade maiores aos 225 DIAC. Todavia, segundo Araújo (2006), esta cultivar é usada no Estado de São Paulo e regiões vizinhas para colheita no meio da safra, o que é interessante para o planejamento das atividades das usinas.

Como se percebe na Tabela 6, em relação às médias de níveis de adubação dentro de cada DIAC e variedades, para a variável “Brix” houve diferença significativa apenas aos 195 DIAC, na variedade SP80-1816. Para a variável Pol da cana, houve diferença na variedade SP80-1816, aos 165 DIAC, com a maior média presente no nível 3, aos 225 DIAC. Na variedade RB85-5453, os diferentes níveis de adubo diferiram apenas no tratamento do nível 4, aos 195 DIAC, com menor valor.

Para a variável Pol do caldo, houve diferenças significativas, com maiores valores encontrados aos 225 DIAC, em ambas as variedades. Notou-se comportamento variado em Pol da cana apenas aos 165 DIAC. No Pol do caldo houve comportamento crescente em relação aos níveis de adubo, com os maiores valores encontrados nos níveis de mais adubo.

**Tabela 6.** Médias dos valores de BRIX (%), POL DA CANA (%), POL DO CALDO (%) e AR (%), interagindo com cada nível de adubação dentro dos períodos (Períodos de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável “DIAC”) e variedades.

VAR <sup>3</sup>	DIAC <sup>2</sup>	NÍVEIS <sup>1</sup>					
		1	2	3	4	5	6
BRIX (%)							
SP80-1816	165	21,89a	21,85a	22,58a	21,97a	23,36a	22,55a
	195	21,41b	23,35a	22,38b	23,25a	22,87a	23,06a
	225	22,79a	23,57a	24,03a	24,39a	24,07a	23,85a
RB85-5453	165	24,74a	25,36a	25,22a	25,24a	25,68a	26,01a
	195	24,84a	25,33a	24,97a	24,57a	25,45a	25,10a
	225	23,81a	25,08a	25,71a	25,55a	26,25a	25,87a
POL DA CANA (%)							
SP80-1816	165	15,65b	14,87c	16,50b	14,85c	16,52b	16,31b
	195	16,13a	16,04a	16,50a	16,26a	15,24a	16,42a
	225	17,13a	17,45a	18,05a	17,67a	17,19a	16,84a
RB85-5453	165	18,73a	17,98a	18,66a	18,60a	18,77a	18,78a
	195	18,52a	18,66a	18,68a	17,63b	18,49a	19,09a
	225	18,64a	18,18a	19,12a	19,48a	18,73a	18,90a
POL DO CALDO (%)							
SP80-1816	165	18,87b	17,22c	19,11b	17,79c	20,12a	19,55a
	195	18,88b	18,82b	19,34a	19,51a	19,35a	19,68a
	225	19,81b	19,41b	20,95a	20,99a	20,22a	20,75a
RB85-5453	165	21,49b	21,81b	22,10b	21,67b	22,06b	23,17a
	195	21,23b	22,35a	22,68a	22,51a	22,10a	22,81a
	225	22,27b	21,56b	23,05a	23,25a	22,69a	22,88a
AR (%)							
SP80-1816	165	0,55c	0,80a	0,60c	0,67b	0,68b	0,56c
	195	0,74a	0,73a	0,72a	0,67b	0,65b	0,66b
	225	0,68a	0,67a	0,52c	0,59b	0,65a	0,69a
RB85-5453	165	0,59a	0,62a	0,56a	0,59a	0,60a	0,49b
	195	0,55a	0,53a	0,53a	0,44b	0,56a	0,47b
	225	0,62a	0,55b	0,46c	0,35d	0,54c	0,54c

<sup>(1)</sup>Nível 1 (0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e potássio); 2 (14 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 33 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 3 (29 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 66 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 4 (43 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 5 (57 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 133 kg ha<sup>-1</sup> de potássio); 6 (71 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 166 kg ha<sup>-1</sup> de potássio). <sup>(2)</sup> DIAC. Período de aplicação de irrigação mais precipitação acumulável. <sup>(3)</sup>VAR. Variedades <sup>(4)</sup>Médias dentro de cada atributo seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Constatou-se que os níveis de adubação interferiram na qualidade do caldo, principalmente na característica Pol (cana e caldo) com comportamento crescente entre os tratamentos. Cada nível de adubação caracteriza-se por apresentar maior quantidade do

elemento potássio e menor quantidade do nitrogênio. Esse fato pode ser considerado importante, uma vez que, o excesso de nitrogênio favorece prolongamento do período vegetativo da cana-de-açúcar. Algumas variedades têm comportamento distinto com relação

ao nitrogênio, sendo capazes de utilizar mais nitrogênio do que outras, como também em relação o acúmulo de sacarose, ou seja, altas doses podem não afetar a qualidade dos caldos. É um efeito variável que tem sido observado.

Vários trabalhos demonstraram que água e nitrogênio, estando em excesso, fazem com que a planta não amadureça, correlacionando-se positivamente com a umidade e açúcares redutores, e negativamente com a sacarose. Nesta pesquisa, as variedades mostraram comportamento oposto: o nitrogênio não interferiu na qualidade do caldo, principalmente pela quantidade disponibilizada dos diferentes níveis de adubação nitrogenada que se encontraram de moderado para baixo, de acordo com CFSEMG (1999). No caso de cana irrigada, a maturação deve ser monitorada mediante o controle da aplicação de nitrogênio e da irrigação. A redução da água para controle da irrigação diminui a absorção de nitrogênio pela planta. Em regiões úmidas e quentes, é difícil reduzir a quantidade de água do solo nos períodos de maturação e, conseqüentemente, a quantidade de nitrogênio aplicada deve ser moderada.

O potássio favoreceu a síntese, o acúmulo e a translocação da sacarose, aumentando a qualidade do caldo das variedades pesquisadas. Verificou-se que as diferenças em qualidade medidas por Pol da cana e caldo dos tratamentos foram influenciadas diretamente pelos diferentes níveis de potássio, uma vez que é o nutriente que participa de diversas funções indispensáveis na cana-de-açúcar, a exemplo do processo fotossintético, determinante na síntese de açúcares, estando mais disponível para a planta. Sua ação está intimamente associada à natureza catalítica na formação de carboidratos e no desdobramento e translocação do amido. Tal importância foi acentuada após a verificação de sua correlação positiva com a formação de sacarose, pois o potássio é requerido como ativador de muitas enzimas e citado como sendo fundamental nas reações que promovem a elaboração das proteínas.

Dantas Neto et al. (2006) estudaram diferentes lâminas totais de irrigação e doses de adubação nitrogênio + potássio, não registraram diferença na qualidade tecnológica da variedade SP 79-1011, sugerindo que a adubação com nitrogênio não interfere na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, mas influencia no primeiro estágio fenológico, o vegetativo. Assim, os resultados deste trabalho estão de acordo com os obtidos por Costa, Vitti e Cantarella (2003) que verificaram que a adubação nitrogenada ( $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) não afetou a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

No parâmetro AR observou-se interação em todos os tratamentos com a variedade SP80-1816 superando os valores na maioria dos tratamentos. Esses valores estão dentro dos aceitáveis na produção sucroalcooleira, pois esse parâmetro em grandes quantidades se encontra na condição de prejuízos na produção de álcool e, principalmente, de açúcar.

Destacou-se na tabela 6 valor máximo de 0,8 % AR no DIAC 165 da variedade SP80-1816 no nível 2, e mínimo na variedade RB85-5453 aos 225 DIAC no nível 4 com 0,35 %AR. Estes valores dão indícios que um período vegetativo de boa disponibilidade hídrica e nutritiva para a cultura da cana nesta região Norte-mineira desempenha bons rendimentos de sacarose acumulada no colmo da cana e boa produtividade que atenda ao processamento industrial de açúcar e álcool.

Prado e Pancelli (2006) analisaram diferentes adubações com nitrogênio e encontraram valores de 0,65 % AR com adubação de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , e 0,83 % AR com  $0 \text{ kg ha}^{-1}$ , evidenciaram que os diferentes tratamentos não influenciaram esta qualidade tecnológica da cana. Esses resultados corroboram os encontrados neste trabalho, demonstrando que os diferentes níveis de adubação não foram influentes na %AR (tabela 14). Melo et al. (1998) registraram valores de 0,84 % AR caldo em cana crua despontada, superiores aos valores encontrados neste trabalho.



Sabe-se que a qualidade do caldo da cana-de-açúcar varia em função das variedades do sistema de níveis da palhada da soqueira da cana colhida sem queima e também da nutrição mineral da planta (SOUZA et al., 2005) mas, como ocorre aumento da produtividade da cana-de-açúcar com a aplicação de NK, pode ocorrer diluição na concentração do açúcar e das outras variáveis indicadoras da qualidade da cana-de-açúcar, não sendo possível verificar aumento da qualidade da cultura com aplicação de nitrogênio e potássio.

Salienta-se ainda que seja satisfatório admitir que os resultados obtidos apenas em um corte da soqueira de cana-de-açúcar, e em um local, não seria suficiente para fundamentar uma conclusão. Assim, sugerem-se novas pesquisas por mais ciclos da soqueira, e também em outros locais, para consolidação das informações da qualidade da cana-de-açúcar, irrigação suplementar e relação nitrogênio e potássio.

## Conclusões

As variedades apresentaram comportamento diferente em maturidade, tendo a variedade RB85 5453 maiores valores em qualidade tecnológica e menores índices em produtividade, comportamento varietal em que se pode planejar o canavial com colheita da variedade RB85-5453 mais cedo, e da variedade SP80-1816, media/tardia para a região em estudo.

As variedades obtiveram média geral de 24,3° Brix, 17,6 % Pol da cana, 21 % Pol do caldo, 0,58 % AR, 3,08 m na altura, 29,2 mm em diâmetro, 18,9 perfilhos m<sup>-1</sup>, 11,1 colmos m<sup>-1</sup>, 159,8 t ha<sup>-1</sup> em produtividade.

As variedades responderam às diferentes épocas de supressão de irrigação (DIAP), tendo uma notória relação de alta produção o DIAC 225, principalmente para a variedade SP80-1816.

O nível 6 (71 kg ha<sup>-1</sup> de N e 166 kg ha<sup>-1</sup> de K) de adubação proporcionou melhor desempenho nas

condições de realização deste trabalho.

O estudo demonstra que as variedades RB85-5453 e SP80-1816 são promissoras para região Norte mineira, tendo boa adaptação às condições edafoclimáticas, porém a variedade SP80-1816 é a mais indicada para a região, pois conseguiu altos níveis em produção, boa qualidade do caldo e ainda mostrou capacidade de resistência à restrição hídrica nas condições de realização deste trabalho, assim atendendo às exigências de produção sucroalcooleira no seu terceiro ciclo de produção.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Montes Claros, seus docentes e técnicos, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e bolsas concedidas e Usina São Judas Tadeu pelo apoio tecnológico.

## Referências

- ALVAREZ, R.; SEGALLA, A. L.; WUTKE, A. C. P. Adubação da cana-de-açúcar. VIII. Adubação mineral em solos Massapê-Salmourão (1957-58). *Bragantia*, Campinas, v. 22, p. 657-675, 1963.
- ARAÚJO, N. C. *Cana-de-açúcar: resposta técnica*. São Paulo: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2006. 7 p. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/cana.htm>>. Acesso em: 03 set. 2010.
- AZEVEDO, H. M. de. *Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros da Paraíba*. 2002. 112 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 7. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 611 p.
- BEZUIDENHOUT, C. N.; O'LEARY, G. J.; SINGELS, A.; BAJIC, V. B. A Process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. *Agricultural Systems*, Amsterdam, v. 76, n. 2, p. 589-599, 2003.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. *Melhoramento da cana-de-açúcar*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.

- COELHO, M. B.; BAROBSA, M. H. P.; MARCIEL, M. L. Níveis da irrigação na cana soca no cerrado de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. *Anais...* Recife: STAB, 2002. p. 591-598.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, 1999. 311 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento. Brasília: CONAB, ago. 2012. 18 p.
- CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECANA. Manual de instruções. 5. ed. Piracicaba: CONSECANA, 2006. 112 p.
- \_\_\_\_\_. Manual de instruções. 4. ed. Piracicaba: CONSECANA, 2003. 116 p.
- COSTA, M. C. G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 631-637, 2003.
- DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J. L. da C.; FARIAS, C. H. de A.; AZEVEDO, H. M. de; AZEVEDO, C. A. V. de. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.2, p.283-288, 2006.
- 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).
- \_\_\_\_\_. *Yield response to water*. Rome: FAO, 1979. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: SPI, 1999. 412 p.
- ESPIRONELO, A. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar, calagem, estudos iniciais, nitrogênio e potássio em cana-planta. *STAB - Açúcar, Álcool e Sub-Produtos*, Piracicaba, v. 5, p. 17-28, 1989.
- FERNANDES, A. C. *Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar*. Piracicaba: STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000. 193 p.
- FIGUEIREDO, P. A. M. Particularidades a respeito do potássio. *STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v. 24, n. 6, p. 25, 2006.
- GOMES, H. P. *Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento*. João Pessoa: EDUFPA, 1994. 344 p.
- KEATING, B. A.; ROBERTSON, M. J.; MUCHOW, R. C.; HUTH, N. I. Modelling sugarcane production systems I. Development and performance of the sugarcane module. *Field Crops Research*, v. 61, n. 3, p. 253-271, 1999.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 531 p.
- MAGALHÃES, V. R. *Influências de doses de vinhaça nas características agrônômicas de variedades de cana-de-açúcar; cana planta e atributos químicos do solo*. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.
- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARTINS, L. M.; LANDELL, M. G. de A. *Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no PROGRAMA CANA IAC*. Pindorama: [s.n.], 1995. 45 p.
- MELO, F. A. D.; FIGEIREDO, A. A.; ALVES, M. C. P.; FERREIRA, U. M. Parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar em diferentes fundos agrícolas da região Norte do Estado do Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., 1998. Londrina. *Anais...* Piracicaba: STAB, 1999. p. 198-202.
- MOURA-FILHO, G.; SARMENTO, C. A. V.; SOUZA, J. L.; SILVA, L. C.; ALMEIDA, A. C. S. GD-CANA-programa cálculo de graus-dia para a cultura da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005. CD-ROM.
- PRADO, R. de M.; PANCELLI, M. A. Nutrição em soqueira e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. *STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 60-63, 2006.
- RESENDE SOBRINHO, E. A. R. *Comportamento de variedades de cana-de-açúcar, em latossolo roxo, na região de Ribeirão Preto, SP*. 2000. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.
- SANTOS, M. A. C. dos; SOBRAL, A. F. de; CORDEIRO, D. A.; ARAÚJO, J. D. L. de. *Adubação da cana-de-açúcar: resumo informativo*. Carpina: IAA/PLANALSUCAR, 1979. 3 p.

SOUZA, Z. M.; PAIXÃO, A. C. S.; PRADO, R. M.; CESARIN, L. G. Níveis de palhada do canavial e qualidade do caldo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, p. 1061-1068, 2005.

STONE, P. J.; SORENSEN, I. B.; JAMIESON, P. D. Effect of soil temperature on phenology: canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperature climate. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 48, p. 169-178, 1999.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA. *A Indústria da cana-de-açúcar: etanol, açúcar, bioeletricidade*. São Paulo: UNICA, 2010. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/multimedia/>>. Acesso em: 20 out. 2011.

VON WIRÉN, N.; GAZZARRINI, S.; FROMMER, W.B. Regulation of mineral nitrogen uptake in plants. *Plant and Soil*, The Hague, v. 196, n. 2, p. 191-199, 1997.

WEBER, H.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; BARELA, J. D. Recuperação da produtividade de soqueiras de cana de açúcar com adubação NPK. *Scientia Agrária*, Curitiba, v. 2, n. 1-2, p. 73-77, 2001.