



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E
TECNOLÓGICO DE VARIEDADES DE
CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO
NORTE DE MINAS GERAIS**

POLLIANA BASILIA SANTANA

2012

POLLIANA BASILIA SANTANA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E TECNOLÓGICO DE
VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS
A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO
NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Orientador
Prof. D.Sc. Ignacio Aspiazú

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL

S232d

Santana, Polliana Basília.

Desempenho agrônômico e tecnológico de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas Gerais [manuscrito] / Polliana Basília Santana. – 2012.

92 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2012.

Orientador: Prof^o. D.Sc. Ignácio Aspiazú.

1. Manejo de irrigação. 2. *Saccharum spp.* I. Aspiazú, Ignácio. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.61

POLLIANA BASILIA SANTANA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E TECNOLÓGICO DE VARIEDADES
DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO NO NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Aprovada em 30 de março de 2012.

Prof. D.Sc. Ignacio Aspiazú
(DCA – UNIMONTES)
(Orientador)

Pesq. D.Sc. João Batista Ribeiro da Silva
Reis
(EPAMIG - URENM)
(Co-orientador)

Prof. D.Sc. Édio Luiz da Costa
(Universidade Federal São João Del
Rei)

Prof. D.Sc. Mauro Koji Kobayashy
(DCA-UNIMONTES)

**JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012**

A Deus, por ter me dado a vida e sempre me dar forças e iluminar o meu caminho. Aos meus pais, Sebastião e Fátima; aos meus irmãos Lud, Fani e Lucas; ao meu esposo, Clardson, que sempre me apoiaram e me incentivaram nessa caminhada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos de minha vida, iluminando meu caminho e orientando meus passos;

Aos meus pais, Fátima e Sebastião, meu eterno reconhecimento por sempre estarem ao meu lado me apoiando e confiando em mim;

Aos meus irmãos, Ludmilla, Stefânia, Lucas, pelo carinho e apoio;

Ao meu amado marido, Clardson, pelo companheirismo, compreensão, dedicação, paciência e amor incondicional, e a toda a sua família, pelo incentivo e pelas orações;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, pela oportunidade que me proporcionou;

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela oportunidade de desenvolver este trabalho e aos funcionários de Mocambinho, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho;

À FAPEMIG, pela concessão de bolsa e pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

Ao pesquisador João Batista, pela disposição, dedicação e orientação incondicional;

Ao pesquisador Édio, pelos ensinamentos passados, paciência e amizade;

Ao professor Ignacio, pelo auxílio e orientação;

Ao professor Mauro, pela ajuda e disposição;

À Usina São Judas Tadeu (SADA Bioenergia), pelo auxílio e empenho na execução das análises tecnológicas do experimento;

Aos amigos, Antonio Fabio, Fabiola, Luciana, Renata, que tiveram sempre ao meu lado compartilhando todas as angústias, desesperos e alegria, deixando os momentos de maiores dificuldades menos árduos, e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Cana-de-açúcar.....	3
2.1.1 Botânica e características da cultura	3
2.1.2 Origem e histórico da cana-de-açúcar.....	6
2.1.3 Variedades de cana-de-açúcar.....	10
2.1.4 Consumo de água pela cana-de-açúcar	13
2.1.5 Irrigação da cana-de-açúcar.....	16
2.1.6 Cana -de -açúcar no norte de Minas Gerais	20
2.2 Características agronômicas.....	21
2.3 Características tecnológicas	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Local, clima e solo.....	27
3.2 Instalação e condução do experimento.....	29
3.3 Delineamento experimental.....	30
3.4 Variedades.....	31
3.5 Irrigação.....	32
3.6 Análises agronômicas.....	33
3.6.1 Altura das plantas	34
3.6.2 Diâmetro do colmo.....	35
3.6.3 Número de colmo ha ⁻¹	35
3.6.4 Produtividade t ha ⁻¹	35

3.7 Análises tecnológicas	35
3.7.1 Brix do caldo	36
3.7.2 Pol do caldo	36
3.7.3 Fibra da cana-de-açúcar.....	36
3.7.4 Cálculos do coeficiente C.....	37
3.7.5 Brix da cana-de-açúcar.....	37
3.7.6 Pol da cana-de-açúcar.....	38
3.7.7 Pureza	38
3.7.8 Açúcares redutores no caldo – AR % caldo e cana.....	38
3.7.9 Açúcares redutores totais – ART % caldo e cana	39
3.7.10 Açúcares totais recuperáveis-ATR.....	40
3.8 Análises estatísticas.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Análises agronômicas.....	41
4.1.1 Altura de plantas.....	42
4.1.2 Número de colmos.....	45
4.1.3 Diâmetro de colmo	47
4.1.4 Produtividade.....	50
4.2 Análises tecnológicas	55
4.2.1 Pol% Caldo e Cana.....	58
4.2.2 Pureza	61
4.2.3 Açúcares redutores (AR).....	64
4.2.4 Umidade	67
4.2.5 Açúcares redutores totais (ART).....	69
4.2.6 Açúcares totais recuperáveis (ATR).....	71
4.2.7 Fibra.....	72

5 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

TABELAS

01. Valores de Kc para cana-planta de acordo com estágio de desenvolvimento da cultura.....	15
02. Resultados da análise química do solo da área experimental de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, realizada em outubro de 2009, na EPAMIG, MG.....	29
03. Quantidades totais de água aplicadas em cada tratamento durante os meses de dezembro/2009 a setembro/2010.....	33
04. Análise de variância para altura de planta, diâmetro do colmo, nº colmos ha ⁻¹ e produtividade de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período dezembro-2009 a novembro-2010 em Jaíba, MG.....	41
05. Altura de plantas de seis variedades de cana-de-açúcar obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	42
06. Número de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	45
07. Diâmetro do colmo de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	47
08. Produtividade de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	51
09. Resumo da análise de variância para °Brix, Pol% Caldo, Pureza, Fibra, Pol% Cana, AR, Umidade, ART e ATR de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro-2009 a novembro-2010 em Jaíba, MG.....	56
10. Pol% Caldo e pureza de seis variedades de cana-de-açúcar obtidas no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	57
11. Açúcares redutores (AR), umidade, açúcares redutores totais (ART) de seis variedades de cana-de-açúcar obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	64
12. Fibra de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	72

FIGURAS

01. Dados médios de precipitação pluvial acumulada por mês em milímetros (mm), durante o período experimental em Jaíba-MG. Dados obtidos na Estação Climatológica da EPAMIG -MG, 2011.....	28
02. Dados médios de temperatura, em graus Celsius (°C) e umidade relativa do ar (%), durante o período experimental em Jaíba-MG. Dados obtidos na Estação Climatológica da EPAMIG -MG, 2011.....	28
03. Numeração de folhas na cana-de-açúcar (GONÇALVES, 2008).....	34
04. Altura das plantas de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	44
05. Número de colmos de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	46
06. Diâmetro de colmo de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido do período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	49
07. Produtividade de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	54
08. Pol% Caldo de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	59
09. Pol% Cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	60
10. Pureza de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	63
11. AR de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	66

12. Umidade de cana de seis variedades de cana-de-açúcar cultivada sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de novembro/2009 a dezembro/2010 em Jaíba, MG.....	68
13. ART de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	70
14. ATR de cana de seis variedades cana-de-açúcar cultivadas sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.....	72
15. Fibra de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de novembro/2009 a dezembro/2010 em Jaíba, MG.....	75

RESUMO

SANTANA, Polliana Basilia. **Desempenho agronômico e tecnológico de variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Norte de Minas Gerais.** 2012.92 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.¹

A região semiárida do Norte de Minas tem se despontado como promissora ao cultivo da cana-de-açúcar. Mesmo tendo importância na economia local, ainda se cultivam na região variedades de cana antigas geneticamente degeneradas, com baixa produtividade e qualidade inferior. Dentre as tecnologias necessárias na região, está a irrigação. Nas condições de semiárido em que se enquadra a região norte-mineira, a prática da irrigação é indispensável. O objetivo neste trabalho é avaliar o comportamento de variedades melhoradas de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação, quanto às características agronômicas e tecnológicas nas condições edafoclimáticas da região norte de Minas Gerais. O experimento foi conduzido na região semiárida de Minas Gerais, com ensaios na EPAMIG - Fazenda Experimental de Mocambinho (FEMO), no município de Jaíba – MG, situado no Distrito de Irrigação de Jaíba (DIJ). O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados (DBC), no esquema de parcelas subdivididas (6 x 5), sendo utilizadas nas parcelas seis variedades RB76-5418, SP80-1816, SP80-1842, RB83-5486, RB85-5536 e IAC86-2480, e nas subparcelas cinco lâminas de irrigação 125%, 100%, 75%, 50%, 25% da ET_0 , com quatro repetições. A irrigação foi feita por aspersão pelo sistema Line Source. O manejo da irrigação foi monitorado utilizando a evapotranspiração potencial de referência calculada com base na metodologia de Hargreaves. A colheita foi realizada aos 11 meses na cana-planta. As variáveis agronômicas analisadas foram: número de colmos (ha^{-1}), altura de planta, diâmetro de colmo, produtividade ($t\ ha^{-1}$), e as análises tecnológicas: °Brix, Pol% Cana e Caldo, fibra, umidade, AR, ART e ATR. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, com $P < 0,05$ para variedades, e regressão para lâminas de irrigação. Quanto à avaliação agronômica, a variedade SP80-1842 apresentou maior altura de planta na lâmina de 1351 mm. A variedade IAC86-2480 obteve maior número de colmos na lâmina de 1351 mm. A variedade SP80-1816 apresentou maior diâmetro de colmo na lâmina de 811 mm e as variedades IAC86-2480 e RB83-5486 na

¹ Comitê de Orientação: Prof. D.Sc. Ignacio Aspiazú - DCA/UNIMONTES (Orientador); Pesq. D.Sc. João Batista Ribeiro da Silva Reis - URENM/EPAMIG (Coorientador); Prof. D.Sc. Édio Luiz da Costa - UFSJ; Prof. D.Sc. Mauro Koji Kobayashi – DCA/UNIMONTES.

menor lâmina de 271 mm. As variedades SP80-1842, SP80-1816 e RB85-5536 demonstraram maiores produtividades na lâmina de 1351 mm e as variedades RB83-5486, IAC86-2480 e RB76-5418 na lâmina de 1081 mm. Para as avaliações tecnológicas, a variedade RB83-5486 apresentou melhor valor de Pol% cana, Pol% caldo, pureza, ART e ATR na lâmina de 1081 mm. A variedade SP80-1816 apresentou percentual ideal de fibra que em torno de (10-11%), na lâmina de 811 mm. Nas variedades IAC86-2480 e RB85-5536 a menor lâmina (271 mm) proporcionou maior percentual de fibra, AR e umidade.

Palavras-chave: *Saccharum spp*, Manejo de irrigação, Variedades.

ABSTRACT

SANTANA, Polliana Basilia. **Technological and agronomic performance of varieties of sugar cane under different irrigation levels in the North of Minas Gerais.** 2012. 92 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiarid) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

The semi-arid region of the North of Minas Gerais has emerged as promising for the cultivation of sugar cane. Even though important in the local economy, the region still grows old varieties of sugarcane genetically degenerate, with low productivity and inferior quality. Among the technologies necessary for the region is the irrigation. In semi-arid conditions in which is that region, the practice of irrigation is essential. The objective of this study is to evaluate the performance of improved varieties of sugar cane under different irrigation depth, as for the agronomic and technological traits in the soil-climate conditions of the North of Minas Gerais. The experiment was conducted in the semiarid region of Minas Gerais, with essays at EPAMIG - Experimental Farm Mocambinho (FeMo) in the municipality from Jaíba - MG, situated in the Irrigation District from Jaíba (DIJ). The experimental design was in randomized blocks (RBD), in a split-plot scheme (6 x 5), being used in the plots six varieties RB76-5418, SP80-1816, SP80-1842, RB83-5486, RB85-5536 and IAC86-2480, and the subplots five irrigation blade 125%, 100%, 75%, 50%, 25% ET_0 , with four replications. The irrigation was by the Line Source system. Irrigation management was monitored based on the reference potential evapotranspiration calculated using the method of Hargreaves. The harvest was carried out at 11 months in the cane plant. The agronomic analyzed variables were: number of stems (ha^{-1}), plant height, stem diameter and yield ($t ha^{-1}$), and technological analyses: ° Brix, Cane and Juice Pol%, fiber, moisture, RS, TRS and STR. The data were subjected to analysis of variance and means were compared among themselves by Tukey test, with $P < 0.05$ for varieties, and regression for irrigation blade. As for agronomic evaluation, SP80-842 variety showed higher plant height at the blade of 1351 mm. The variety IAC862480 showed the highest number of stems at the blade of 1351 mm. The variety SP80-1816 showed greater stem diameter at 811 mm blade and variety IAC86-2480, RB83-5486 and the lowest blade 271 mm. The varieties SP80-1842, SP80-1816 and RB85-5536 showed higher yields on the blade of 1351 mm and the varieties RB83-5486, RB76-5418 IAC86-2480 and the blade of 1081 mm. For

¹ Guidance Committee: Prof. D.Sc. Ignacio Aspiazú - ASD/UNIMONTES (Adviser); Pesq. D.Sc. João Batista Ribeiro da Silva Reis – URENM/EPAMIG - (Co- adviser); Prof. D.Sc. Édio Luiz da Costa-ASD/UFSJD; Prof. D.Sc. Mauro Koji Kobayashi - ASD/UNIMONTES.

technology appraisals, the variety RB83-5486 showed the best percentage of Pol% cane, pol% juice, purity, and RTS at the blade of 1080 mm. The variety presented SP80-1816 ideal percentage of fiber in blade of 811 mm. In the varieties IAC86-2480 and RB85-5536 the lowest blade (270 mm) provides the greatest percentage of fiber, RS and humidity.

Key words: *Saccharum* spp, irrigation management, Variety.

1 INTRODUÇÃO

A cultura de cana-de-açúcar é uma das principais atividades de importância econômica no Brasil, compõe o mais antigo setor agroindustrial do país e ocupa posição de destaque na economia nacional. Tal importância é atribuída à sua múltipla utilização, podendo ser “in natura”, sob a forma de forragem para alimentação animal e como matéria-prima na fabricação de rapadura, melado, cachaça e, principalmente, na produção de açúcar e álcool (BARBOSA e SILVEIRA, 2006).

A cana-de-açúcar é cultivada em todo território nacional, a qual atingiu 571 milhões de toneladas na safra 2011. Do total de cana esmagada, 287,6 milhões de toneladas foram destinados à produção de 22,88 bilhões de litros de álcool. Desse volume, 13,79 bilhões de litros são do tipo hidratado e 9,07 bilhões de litros do anidro. Os 46,2% (284 milhões de toneladas) restantes foram para a produção de 36,9 milhões de toneladas de açúcar (CONAB, 2012).

A atividade é responsável pela geração de cerca de 1 milhão de empregos diretos, dos quais 511 mil apenas na produção de cana-de-açúcar. O restante está distribuído na agroindústria de açúcar, de álcool e outros produtos relacionados a essa cultura (COPERSUCAR, 2010).

Em Minas Gerais, a cana-de-açúcar tem grande importância socioeconômica, proporcionando aumento de renda, especialmente, para pequenos e médios produtores rurais, através da produção de cachaça, rapadura e açúcar mascavo, além de constituir fonte de alimento para o gado durante a época seca.

Mesmo tendo importância na economia local, ainda se cultivam na região variedades de cana antigas geneticamente degeneradas, com baixa produtividade e qualidade inferior. Muitas delas não são mais utilizadas em sistemas de produção de açúcar e álcool em Minas Gerais.

Por essas razões torna-se necessário introduzir variedades melhoradas, com alto potencial produtivo, e testá-las na região em sistemas de produção compatíveis com a realidade regional. A geração local de informação irá estimular a modernização da atividade, tornando-a competitiva, o que abre portas para novos mercados, promove o crescimento regional e gera emprego e renda.

Dentre as tecnologias necessárias à região está a irrigação. Nas condições de semiárido em que se enquadra a região norte-mineira, a prática da irrigação é indispensável.

A combinação de variedades e irrigação deve ser avaliada sob a possibilidade de promover aumento da produtividade, com definição de variedades que melhor se adaptam ao regime de irrigação e de déficit hídrico e do uso racional dos recursos hídricos. Vale ressaltar que trabalhos dessa natureza são plenamente justificáveis, tendo em vista que os programas de melhoramento de cana, mesmo com os avanços mais recentes, não geram informações apropriadas a cada local e sistema de cultivo.

Nesse contexto, o objetivo neste trabalho é de avaliar o comportamento de variedades melhoradas de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação, quanto às características agronômicas e tecnológicas nas condições edafoclimáticas da região norte de Minas Gerais.

Essas informações poderão ser utilizadas para orientar os produtores na escolha de variedades a serem cultivadas sob condições de irrigação plena e com restrição de água, contribuindo para o aumento do rendimento quantitativo e qualitativo da cultura da cana-de-açúcar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cana-de-açúcar

2.1.1 Botânica e características da cultura

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é um vegetal da família das gramíneas que é cultivada desde a antiguidade (LEÃO, 2002). Pertence ao Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Liliopsida, Ordem Cyperales, Família Poaceae, com as quais se relaciona com a forma da inflorescência (espiga), o crescimento do caule em colmos, e as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e bainha aberta, Gênero *Saccharum*, Espécies: *Saccharum officinarum*, *S. spontaneum*, *S. robustum*, *S. barberi* e *S. sinense* (SALLA, 2008).

A *Saccharum officinarum* L. é uma espécie de grande importância econômica para o País, o termo *saccharum* significa açúcar, substância doce, com sabor de sacarina, e o termo *officinarum* expressa oficina, fábrica, laboratório.

Em condições tropicais, a planta por ser dotada de metabolismo C4, e tem como principal característica elevadas taxas fotossintéticas, sendo altamente eficiente na conversão de energia luminosa em energia química. A planta produz muitos perfilhos em seu desenvolvimento inicial, cada qual com diversos nós separados por entrenós, que por sua vez são responsáveis pelo armazenamento da sacarose nas células do parênquima e tecido vascular, sendo o colmo o principal órgão de armazenamento dos fotoassimilados que são a sacarose (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

De forma geral, a planta é constituída de um sistema radicular, dos colmos, onde a sacarose é predominantemente estocada, e das folhas dispostas

ao redor da cana, nos nódulos intercolmos e também na parte superior da planta onde se localiza a gema apical (palmito) (MANTELATTO, 2005).

Segundo Doorenbos e Kassan (1979), o sistema radicular da cana-de-açúcar atinge até 5 m de profundidade, mas em áreas irrigadas 100 % da água é extraída de 1,2 a 2,0 m de profundidade e a distribuição do sistema radicular apresenta aproximadamente 50% (em peso) de raízes nos primeiros 20 cm de profundidade e 85% até os 60 cm de profundidade do solo (BLACKBURN, 1984). Sampaio *et al.* (1987) constataram que 75% das raízes encontravam-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo e que 55% delas estavam concentradas num raio de 30 cm da touceira.

Sousa (1976), estudando cana-de-açúcar irrigada por sulcos em Araras SP, concluiu que nos primeiros 60 cm de profundidade se encontram 82% das raízes em sistema irrigado e 75% das raízes da cana não irrigada.

O colmo juntamente com as folhas e a inflorescência forma a parte aérea da planta (MONTE, 2004). O colmo é cilíndrico, ereto, fibroso e constituído de nós e internódios; a altura varia de 1,0 a 5,0 m; e o diâmetro pode variar desde menos de 1,0 cm até 5,0 cm. O colmo é o fruto agrícola da cana-de-açúcar em cujos vacúolos das células se encontra a sacarose, que se acumula no período de maturação (TAUPIER e RODRIGUES, 1999). O número de colmos por unidade de área é um dos componentes que mais afetam a produtividade da cana (MACHADO, 1987). A composição química dos colmos é extremamente variável em função de diversos fatores como: variedade da cultura, idade fisiológica, condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo entre outros (MARQUES *et al.*, 2001).

A folha da cana-de-açúcar consiste de uma lâmina e uma bainha envolvendo o colmo, distribuindo-se de forma alternada e oposta (BLACKBURN, 1984). As folhas são fixas aos nós dos colmos, correspondendo

uma folha a cada nó, de coloração verde variando a tonalidade de acordo com a região da folha, idade e a cultivar. A inflorescência é a panícula terminal, muito ramificada, de forma piramidal, com 50 a 80 cm de comprimento, denominada pendão (MONTE, 2004). O florescimento é considerado um "defeito" da cultivar, pois reduz a produção, devido a inflorescência possuir um tecido que seca gradativamente e consome os açúcares durante esse processo (MOZAMBANI *et al.*, 2006).

As exigências climáticas da cultura da cana-de-açúcar são conforme a fase de desenvolvimento. Segundo Kuypers, citado por Doorenbos e Kassan (1979), os períodos de desenvolvimento da cana-de-açúcar são estabelecimento, período vegetativo, formação da colheita e maturação.

A fase inicial de crescimento é lenta, na qual ocorre a brotação das gemas por meio do consumo das reservas presentes no tolete, em que a cultura é exigente em umidade e temperatura. A fase de crescimento é rápida na qual se acumula de 70–80% do máximo de matéria seca. A fase final que é a maturação, na qual o crescimento é reduzido e se inicia o acúmulo de sacarose, resulta no acúmulo de 10% de matéria seca do total, visto que nesta fase a cana exige período seco ou baixas temperaturas, para que passe da fase vegetativa para a fase reprodutiva (MACHADO *et al.*, 1982).

De maneira geral, pode-se afirmar que abaixo de 20 °C de temperatura média do ar, a brotação, perfilhamento e crescimento são praticamente nulos, e entre 25 e 30 °C é uma faixa ótima e acima de 35 °C voltam a ser praticamente nulos. Na maturação, a temperatura média do ar deve ser menor que 20 °C. No período frio, o desenvolvimento vegetativo é paralisado e a planta passa a elaborar mais sacarose que será acumulada como substância de reserva elevando seus teores no colmo (ANDRADE e CARDOSO, 2004).

O período de crescimento vegetativo varia de 9 a 10 meses no estado da Louisiana-EUA e até 24 meses ou mais no Peru, África do Sul e Havai

(ALFONSI *et al.*, 1987). No Brasil, consoante Scardua e Rosenfeld (1987), o ciclo da cultura é de 12 a 18 meses, e no Nordeste do Brasil é de 12 a 14 meses.

O plantio da cana deve ocorrer, preferencialmente, no período chuvoso se não houver irrigação, assim, haverá a disponibilidade em níveis satisfatórios dos principais fatores que afetam a brotação das gemas no tolete, como a temperatura, a aeração e a umidade do solo.

No Brasil, em função de sua extensão territorial, a cana-de-açúcar apresenta uma larga escala de adaptação sendo cultivada principalmente nas regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste. Existem duas épocas de plantio para a região Centro-Sul, de setembro a outubro e de janeiro a março. De setembro a outubro é conhecido como plantio de “cana de ano” e não é a época mais recomendada, sendo indicada em casos de necessidade urgente de matéria-prima, quer por recente instalação ou ampliação do setor industrial, quer por comprometimento de safra devido à ocorrência de adversidade climática. Plantios efetuados nessa época propiciam menor produtividade agrícola e expõem a lavoura à maior incidência de plantas daninhas, pragas, assoreamento dos sulcos e retardam a próxima colheita (LIMA, 2006). O plantio feito em janeiro a março permite a colheita da cana-de-açúcar com aproximadamente 15 a 20 meses e é conhecida como “cana de ano e meio” (CALÇAS *et al.*, 1983). Na região Nordeste o plantio começa em setembro e continua até abril (ALFONSI *et al.*, 1987).

2.1.2 Origem e histórico da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é originária da Ásia e existem relatos de ter sido conhecida pelo homem há cerca de três mil anos. Uma das prováveis origens da cana-de-açúcar é a Nova Guiné, local em que o homem teve o primeiro contato com a espécie (DOORENBOS e KASSAN, 1979). De acordo com Biswas

(1988), considerações botânicas indicam que variedades de colmos finos poderiam ter suas origens na Índia, enquanto as variedades com maiores circunferências dos colmos e alturas poderiam ter evoluído na Nova Guiné. Essas variedades diferem significativamente da cana moderna em relação às características morfológicas. Com a existência dos híbridos interespecíficos, oriundos dos programas de melhoramento genético, resistentes e mais adaptados às diversas condições ambientais permitiram a expansão da cultura pelo planeta (MATSUOKA, 1999).

Com a falta de áreas cultiváveis na Europa em que pudessem prosperar espécies de plantas como a cana-de-açúcar, para fabricação do açúcar que era na época escasso e caro, os europeus em especial os Portugueses, que se lançaram nas grandes navegações em busca de terras, e a idéia era plantar cana nas novas áreas para produzir açúcar. Alguns exemplos são as lavouras nas ilhas de Cabo Verde, Açores e Madeira que mais tarde se expandiriam com a descoberta da América.

No Brasil, o cultivo começou após a expedição de Martim Afonso de Souza (UNICA, 2010). A cultura foi introduzida em torno de 1500 pelos portugueses e, em 1526, ocorria exportação de açúcar para Lisboa.

O programa Pró-álcool criado a partir de 1974, quando o governo federal decidiu encorajar a produção do álcool em substituição à gasolina pura, com o objetivo de reduzir as importações de petróleo, então com um grande peso na balança comercial externa. Nessa época, o preço do açúcar no mercado internacional vinha decaindo rapidamente, o que tornou conveniente a mudança de produção de açúcar para álcool.

Segundo Dias (1997), a partir de 1974, o Brasil investiu na modernização da infraestrutura industrial, com implantação de equipamentos em várias destilarias anexas às usinas, criando condições para que o país passasse a produzir álcool como combustível, tornando-se o maior produtor mundial de

cana-de-açúcar. Em menos de cinco anos a produção de pouco mais de 300 milhões de litros ultrapassou a cifra de 11 bilhões de litros, caracterizando o Pro-álcool como o maior programa de energia renovável já estabelecido em termos mundiais. O desenvolvimento da engenharia nacional, após o segundo choque do petróleo, em 1979, permitiu o surgimento de motores especialmente desenvolvidos para funcionar com álcool hidratado. Em 1984, os carros a etanol passaram a responder por 94,4% da produção das montadoras instaladas no Brasil.

Desde 1986, a redução do impacto da crise do petróleo e os planos econômicos internos para combater a inflação estimularam o aumento na produção de carros a etanol e a oferta de etanol não pôde acompanhar o crescimento descompassado da demanda, com as vendas de carro a etanol, que resultou numa crise de abastecimento no ano de 1989. Após este período, o setor entrou em profunda decadência, como as baixas produtividades das áreas cultivadas, mesmo após a revalorização da cultura.

A queda da demanda do álcool hidratado foi compensada pelo maior uso do anidro (sem água) misturado à gasolina, o que acompanhou o crescimento da frota brasileira de veículos leves.

Em março de 2003, foi lançado o carro biocombustível, movido a etanol e gasolina ou com qualquer mistura entre os dois, iniciando uma nova onda de crescimento do setor. Além disso, o aumento da preocupação com a disponibilidade de preço dos combustíveis fósseis como também com o meio-ambiente e aquecimento global tem tornado o álcool uma alternativa renovável de combustível para o Brasil e o mundo (UNICA, 2010).

Atualmente, o Brasil vive uma nova expansão dos canaviais com o objetivo de oferecer, em grande escala, o combustível alternativo. O plantio avança além das áreas tradicionais (região paulista e do Nordeste) e se espalha

para outras regiões não tradicionais como Sul, Norte de Minas e na região do Cerrado.

O plantio da cana-de-açúcar iniciou-se em São Paulo. Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, seguido por Índia, Tailândia e Austrália. A produção mundial de cana-de-açúcar totaliza quase 1,5 bilhões de toneladas e está localizada predominantemente na faixa tropical do planeta, nos países em desenvolvimento da América Latina, África e no Sudeste Asiático. Conforme dados da UNICA (2010), o faturamento anual bruto do setor sucroenergético brasileiro é de cerca de US\$ 23 bilhões, sendo que do total de açúcar produzido, 67% foram exportados, situação inversa à do etanol, que teve apenas 17% do total produzido voltados para a exportação. No Brasil, a produção e processamento de cana-de-açúcar estão exclusivamente nas mãos do setor privado. O setor canavieiro alcança os menores custos de produção do mundo, tanto de açúcar como de álcool, despontando como altamente competitivo no mercado internacional (GONÇALVES, 2005).

Em relação à área total plantada com cana-de-açúcar, o Estado de São Paulo se encontra em primeiro lugar com uma área de 52,2%, com 4,4 milhões de hectares, seguido por Minas Gerais com 8,87% da área total, o que representa 742,65 mil hectares; Goiás com 8,1% (678,42 mil hectares), e Paraná com 7,3 % (611,44 mil hectares) (CONAB, 2012).

A relevância da cana-de-açúcar no agronegócio brasileiro é indiscutível e apesar do Brasil se destacar no cenário internacional por toda sua tecnologia já empregada nas diferentes etapas de produção, a pesquisa científica ainda tem muito a contribuir para a maximização do processo produtivo, desde a lavoura até a indústria (COSTA, 2005).

2.1.3 Variedades de cana-de-açúcar

As variedades são híbridos obtidos por um cuidadoso e criterioso trabalho de seleção, e melhoramento genético entre as variedades conhecidas, fazendo com que características desejáveis para regiões e situações específicas sejam agrupadas por cruzamentos (MARTINS, 2004). As canas plantadas no mundo inteiro são híbridos dessas variedades botânicas. Entretanto, convencionaram-se chamar todos esses híbridos de ‘variedades’, dando-lhes nomes compostos de siglas da instituição que efetuou o cruzamento, do ano em que o mesmo foi realizado e um número sequencial das seleções (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

Um dos fatores de produção e desenvolvimento tecnológico de maior importância a ser considerado em uma usina sucroalcooleira é a escolha das variedades da cana-de-açúcar, visto que as variedades são responsáveis pelo fornecimento da matéria-prima para a indústria, caracterizada como sendo colmos de cana-de-açúcar em adequado estágio de maturação, onde estão armazenados os carboidratos de reserva (MATSUOKA, 2000). As variedades assumem papel decisivo na produtividade da cultura e, por conseguinte, possibilitam produzir cana-de-açúcar de qualidade e com menor custo (SILVEIRA *et al.*, 2002). Essa escolha é fundamental para o sucesso da lavoura e deve ser plantada uma ou mais variedades industriais melhoradas de cana-de-açúcar adaptadas às condições locais. Dentre as principais características a serem atendidas nas variedades, citam-se as agrônômicas especiais de produtividade, rusticidade, resistência a pragas e doenças além de características industriais como alto teor de sacarose e médio teor de fibras (STUPIELLO, 1987). Deve-se considerar também o relevo, a fertilidade do solo e o clima da região.

A primeira variedade utilizada na indústria açucareira no Brasil foi a Creoula vinda da Ilha da Madeira. A partir de 1810, a variedade Caiana substituiu a cana Creoula, devido as suas características de resistir mais à falta de chuvas e adaptar-se aos terrenos secos. Entretanto, tanto a Caiana como as outras variedades introduzidas posteriormente tais como: Preta, Roxa, Bambu, Cavangire, Imperial foram quase totalmente substituídas a partir de 1930 pelas variedades Javanesas e outras canas híbridas que, além de mais produtivas, eram resistentes ou tolerantes ao mosaico (CASCUSO, 1968).

No Brasil, as variedades de cana-de-açúcar são produzidas principalmente nos três principais programas de melhoramento genético: o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Coopersucar e o programa anteriormente conduzido pelo Planalsucar (IAA), que atualmente é executado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Tanto no Brasil como em outros países, as variedades têm sido continuamente desenvolvidas e testadas com os objetivos de aumentar a produtividade, obter uma maior resistência a pragas e doenças e uma melhor adaptação às variações de clima, tipos de solos, técnicas de corte ou manejo. Essa cultura possibilita a produção de açúcar e de álcool, sendo importante fonte de energia renovável, aspecto relevante quanto à questão de sustentabilidade ambiental (GALVÃO *et al.*, 2005). Ainda de acordo com o mesmo autor, o Instituto Agrônomo de Campinas reestruturou as suas ações de pesquisa na área de cana-de-açúcar a partir do início da década passada. A partir do final de 1994, foi estabelecido junto às empresas do setor sucroalcooleiro um projeto de pesquisa na área de melhoramento genético com a finalidade de estruturar uma grande rede de desenvolvimento e avaliação de novas variedades de cana-de-açúcar.

Nos últimos dez anos, a pesquisa com o melhoramento genético da cana, envolvendo diversas instituições, colocou no mercado mais de 50 novas variedades de expressivo potencial produtivo. Buscando maior eficiência e

rentabilidade, as usinas têm sido mais ágeis na utilização destas novas variedades e logo plantam variedades recentemente melhoradas. Segundo Silveira *et al.* (2002), nas regiões mineiras, como Norte de Minas, Jequitinhonha, Mucuri e Central, predominam as variedades antigas de cana, tais como Mulata Pelada (CB47-355), Coxa de Moça (Co 419), Manteiga (Co 413), Canela de Urubu (Co 290), Roxinha (CB45-3), IAC 58-480, CB 49-260, as quais apresentam uma série de desvantagens sob o aspecto produtivo em relação às variedades modernas, entre elas, maturação tardia, teor baixo de sólidos solúveis totais, teor alto de fibra, susceptibilidade a doenças, florescimento e chochamento (isoporização). Por outro lado, faz-se necessária a avaliação das variedades modernas, resultantes dos trabalhos de pesquisa, sob as condições locais e dentro de sistemas de produção adequados a cada região. Resultados obtidos na EPAMIG em Prudente de Morais (MG) com as variedades SP80-1842, RB83=5486, SP80-1816 e RB85-5536 indicaram excelentes produtividades da cana-planta, atingindo 132 toneladas ha⁻¹ de planta inteira, na SP80-1842 (MACÊDO *et al.*, 2004). Fernandes (2005) e Barbosa (2005) apresentaram algumas variedades melhoradas de bons rendimentos agrônômicos para a região norte-mineira, em substituição de variedades tradicionais de baixas produtividades, dentre elas estão: SP79-1011, RB72-454 e SP80-1842.

De acordo com Cesnik e Miocque (2004), os campos de cultivo, principalmente nas regiões consideradas novas, se multiplicaram de maneira um tanto desordenada, aceitando indiscriminadamente o uso de variedades sem os devidos cuidados fitossanitários e sem os necessários testes de produtividade. Dessa forma, são cada vez maiores os estímulos e os incentivos aos estudos que visam ao conhecimento das cultivares existentes e de novas variedades que melhor se adaptem às condições de acidez, baixa fertilidade e déficit hídrico do Cerrado/Caatinga, a fim de progresso na produtividade brasileira.

2.1.4 Consumo de água pela cana-de-açúcar

O consumo diário de água pela cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do país, dependendo da variedade, do estágio de desenvolvimento da cultura, da demanda evapotranspirométrica em função do mês e da região (variação temporal e espacial), em geral tem variado de 2 a 6 mm dia⁻¹ e a cultura necessita de 250 g de água para formar 1 g de matéria seca (BERNARDO, 2007). Consoante Doorenbos e Kassam (1979), a necessidade hídrica da cana-de-açúcar é de 1500 a 2500 mm por ciclo vegetativo, sendo que a quantidade de água necessária às culturas é em função da espécie cultivada, do local de cultivo, do estágio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da época de plantio (BERNARDO, 2007).

No cultivo irrigado da cana-de-açúcar é de capital importância definir os estágios de desenvolvimento da cultura a fim de aperfeiçoar a eficiência de aplicação da irrigação. Ainda segundo Doorenbos e Kassam (1979), o manejo correto da irrigação não permite a ocorrência de deficits prejudiciais à rentabilidade econômica da cultura e deve ser feito de acordo com as tensões de água no solo recomendadas para cada período do ciclo fenológico, obedecendo às seguintes recomendações: durante o período de nascimento, estabelecimento das plântulas e início do período vegetativo a cultura demanda pequenas lâminas de irrigação que devem ser aplicadas em turnos de rega pequenos; durante a segunda fase do período vegetativo (alongamento do colmo) e primeira fase da formação do colmo, devido o crescimento do sistema radicular, passa a dispor de maior volume de água disponível no solo, devendo-se aplicar lâminas maiores em turnos de rega também maiores do que os períodos anteriores. Na segunda fase do período de formação da colheita, a exigência da planta diminui devendo-se aplicar lâminas menores que as da fase anterior, e durante o período de

maturação as lâminas devem ser ainda menores para aumentar a concentração de sacarose, e a irrigação suspensa nos últimos dias que antecedem a colheita.

Wiedenfeld (2000) observou que a cana-de-açúcar submetida ao estresse hídrico nos terceiro e quarto períodos do seu ciclo, 257 a 272 e 302 a 347 dias após o plantio, respectivamente, teve redução de 8,3 a 15% no rendimento. Rosenfeld e Leme (1984) concluíram que a ocorrência de deficit hídrico que proporciona maiores diminuições nas produtividades de cana-planta é no período de máximo desenvolvimento e na cana-soca no estágio inicial de crescimento.

A maioria das plantas sob estresse hídrico possui uma resposta morfológica, fisiológica e/ou hormonal para superar essa condição desfavorável ao seu desenvolvimento normal e, para isso, há gasto de energia, que poderia ser utilizada para seu crescimento e sua produção. Certamente uma planta sob estresse hídrico, mesmo que não muito intenso, irá reduzir sua produção final (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A evapotranspiração da cultura pode ser obtida diretamente por meios de variações de armazenamento de água no solo, e indiretamente, utilizando-se modelos de quantificação diária de sua utilização, com seus respectivos coeficientes (DARLI, 2006). Assim, define-se como evapotranspiração potencial de referência (ET_0) a quantidade de água evapotranspirada na unidade de tempo e de área, por uma cultura de baixo porte, verde, cobrindo totalmente o solo, de altura uniforme e sem deficiência de água. Para se ter um padrão, definiu-se como cultura a grama batatais (REICHARDT, 2004). Dentre os métodos de determinação da ET_0 , tem-se o Método de Hargreaves, definido como um método indireto por Bernardo *et al.* (2006). Este apresenta como vantagem a facilidade na obtenção das variáveis necessárias como a radiação no topo da atmosfera (encontrada em tabelas) e as temperaturas mínima, máxima e média, favorecendo sua utilização pelos produtores.

Considerando as diferenças da interface cultura-atmosfera entre a grama batatais e outras culturas, também em diferentes estádios de desenvolvimento, definiu-se a evapotranspiração máxima de uma cultura (ET_m), relacionada à evapotranspiração potencial de referência (ET_0), mediante um coeficiente de cultura (K_c). O K_c é determinado de modo experimental para diversas culturas, em diferentes estádios de desenvolvimento, pela relação ET_m/ET_0 (REICHARDT, 2004). Seguem abaixo os valores dos coeficientes da cultura (K_c), nos seus estádios de desenvolvimento para cana-planta de acordo com Doorenbos; Kassam (1994) (TABELA 1). No entanto, o que realmente se deseja é a evapotranspiração da cultura, ou seja, a água que realmente foi consumida pela cultura. Esse consumo varia em função do estágio de desenvolvimento da cultura. Assim, determina-se a evapotranspiração da cultura pelo coeficiente de cultura (K_c). Sendo: $ET_c = ET_0 \times K_c$ (DARLI, 2006).

TABELA 1. Valores de K_c para cana-planta de acordo com estágio de desenvolvimento da cultura.

Período de desenvolvimento	Dias do ciclo	Coeficiente de cultura (K_c)
Do plantio até 25% de cobertura vegetal	30 a 60 dias	0,40 a 0,60
De 25 a 50% de cobertura vegetal	30 a 40 dias	0,75 a 0,85
De 50 a 75% de cobertura vegetal	15 a 25 dias	0,90 a 1,00
De 75% à cobertura completa	45 a 55 dias	1,00 a 1,20
Utilização máxima	180 a 330 dias	1,05 a 1,30
Início de senescência	30 a 150 dias	0,80 a 1,05
Maturação	30 a 60 dias	0,60 a 0,75

Atender a necessidade da cultura é primordial em um manejo racional de irrigação. A evapotranspiração máxima, dentro de um limite adequado, deve ser seu objetivo. A evapotranspiração potencial de referência, como a própria

definição indica, depende exclusivamente das condições climáticas, para que existem vários métodos desenvolvidos.

2.1.5 Irrigação da cana-de-açúcar

Em virtude da crescente demanda por etanol no Brasil e no mundo, a cultura da cana-de-açúcar tem assumido papel cada vez mais relevante no cenário da agricultura brasileira e mundial, o que resulta em grande busca por pesquisas que possam contribuir com a racionalização e sustentabilidade do sistema de produção. A irrigação é uma técnica que pode contribuir para esses objetivos, garantindo maior produtividade. Porém, a utilização dessa técnica deve ser extremamente criteriosa, uma vez que faz uso de um recurso natural muito importante devido à sua iminente escassez, que é a água (SANTOS, 2010). A finalidade básica da irrigação é proporcionar água às culturas de maneira a atender as exigências hídricas durante todo seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade (BERNARDO, 2007).

Atualmente, a abordagem da irrigação na cana está voltada para o aspecto da viabilidade econômica e da economia de água. No aspecto de economicidade, incrementos mínimos de produtividade podem ser estabelecidos, com base em dados existentes e por meio de simulação (MATIOLI *et al.*, 1998). Trabalhos têm demonstrado a importância da irrigação complementar em que se procura satisfazer as exigências mínimas de água da cultura, tanto em termos de quantidade, frequência e época da irrigação (SCARDUA e ROSENFELD, 1987).

Um bom programa de irrigação pode beneficiar a cultura de muitos modos, visto que aumenta sua produtividade, permite maior eficiência no uso de fertilizantes, permite uma programação de cultivo, isto é, a elaboração de uma escala de plantio que possibilite a obtenção de duas ou mais colheitas por área

durante o ano, e a introdução de cultivos mais caros, minimizando o risco de investimentos na agricultura. Mas é de capital importância que se tenha consciência de que a irrigação, como prática isolada, não propiciará os benefícios desejados, pois precisa ser acompanhada de outras práticas culturais para poder gerar os lucros esperados da exploração agrícola irrigada, tais como: uso de variedades produtivas, adubação e tratos culturais apropriados (BERNARDO, 2007).

Para cana de açúcar, existem basicamente quatro formas de aplicação da água, as quais caracterizam os principais sistemas de irrigação: superfície, aspersão, localizada e subsuperfície. Para a escolha do correto sistema, deve-se identificar a aptidão de cada sistema às condições específicas consideradas, e, por meio de uma análise técnica e econômica criteriosa, definir o sistema mais recomendado (DARLI, 2006).

A irrigação por aspersão é o método em que a água é aspergida sobre a superfície do terreno, assemelhando-se a uma chuva por cauda do fracionamento do jato de água em gotas, devido a sua passagem sob pressão através dos orifícios ou bocais. Para tal efeito, a água é conduzida e aplicada nas áreas por meios de equipamentos, como motobomba, tubulações e aspersores das mais diversas capacidades e características de fabricação (BERNARDO *et al.*, 2006).

De acordo com Doorenbos e Kassam (1979), o rendimento de cana-de-açúcar produzida em condições de sequeiro nos trópicos úmidos varia entre 70 e 100 t ha⁻¹, e em regiões tropicais secas e subtropicais com irrigação, entre 100 e 150 t ha⁻¹.

Diversos trabalhos de pesquisa mostram que a irrigação tem proporcionado acréscimos significativos em termos de produtividade de colmos e de teor de açúcar comparada a áreas não irrigadas, conforme, COELHO *et al.* (2002), BARBOSA (2005) e DUARTE (2006). Trabalhos conduzidos no Norte de Minas Gerais por Costa *et al.* (2007) e Macêdo *et al.* (2007) mostram que a

produtividade da cana-de-açúcar irrigada por aspersão é maior do que a produtividade média do Brasil e do restante do Estado de Minas Gerais.

Em muitos ambientes de cultivo de cana-de-açúcar a água é o principal fator limitante da produção. Em regiões tropicais essa limitação por água é mais acentuada quando comparada às regiões subtropicais, onde a temperatura do ar também se destaca. Essa limitação de água devido aos períodos secos tem efeito negativo no desenvolvimento do dossel, pelo retardamento da produção de novos brotos e folhas, e pela aceleração da senescência foliar (INMAN-BAMBER e SMITH, 2005). Por outro lado, o excesso de chuva pode ser prejudicial nesses locais, uma vez que causa encharcamento (saturação com água) e má drenagem dos solos. Assim, como nem sempre as chuvas atendem a real ou potencial necessidade hídrica de uma cultura, surge a necessidade de irrigação que, bem planejada, tem retorno econômico significante (FERREIRA, 2010).

É importante ressaltar que o déficit de água no solo para as culturas não é limitado apenas às regiões áridas e semiáridas do mundo, já que mesmo em regiões úmidas, a distribuição irregular das chuvas pode, em alguns períodos, limitar o crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2004). O alto custo de implantação dos sistemas de irrigação, aliado à relação direta entre o custo de operação da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada, conduz cada vez mais à necessidade de se otimizar tanto o uso da água com um bom manejo da irrigação, quanto dos demais insumos de produção (BERNARDO, 2007).

O manejo de cana-de-açúcar irrigada necessita da suspensão da água antes da colheita para reduzir a compactação do solo através das máquinas na operação de colheita e para aumentar a concentração de sacarose (ROBERTSON e DONALDSON, 1998). Em alguns sistemas de produção, o intervalo de rega é estendido gradualmente ao longo da segunda metade do ciclo para aumentar o teor de sacarose, enquanto que em outros sistemas, como por exemplo, na

Austrália e África do Sul, a irrigação é cessada completamente antes da colheita (ROBERTSON e DONALDSON, 1998). Este procedimento é denominado, na língua inglesa, de *drying off*, que não é providência para economizar água, mas pode reduzir uma quantidade significativa de água, bem como aumentar o teor de sacarose (INMAN-BAMBER, 2005).

O rendimento e a produção de açúcar e de álcool da cana-de-açúcar irrigada dependem da quantidade de água aplicada, do manejo de irrigação combinado com a quantidade certa de adubação, da variedade, da idade do corte, do tipo de solo e do clima. Souza *et al.* (1999), utilizando sistema de irrigação por aspersão tipo canhão, encontraram para as variedades RB72-454, RB76-418 e SP70-1011, máximas produtividades em colmos de 155,8; 126,9 e 141,9 t ha⁻¹, com lâminas totais de água de 1568, 1424 e 1589 mm, respectivamente, em 13 meses de cultivo. Gomes (1999) obteve com cana-planta, variedade RB72-454 e uma lâmina média de 1195 mm, uma produtividade média de colmos e de açúcar de 130 e 17 t ha⁻¹, respectivamente. Azevedo (2002) verificou para a mesma variedade nos tabuleiros costeiros da Paraíba, produtividades de 52, 79, 93 e 92 t ha⁻¹ para precipitação efetiva mais irrigação de 609, 761, 905 e 1043 mm, respectivamente, com 12 meses de cultivo.

A cana-de-açúcar, em função do longo período de cultivo, é influenciada pelas variações climáticas durante todo o ano. Para atingir alta produtividade, a planta precisa de condições adequadas que permitam o máximo crescimento na fase vegetativa, seguidas de restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo de sacarose na época da colheita. A temperatura basal para a cana-de-açúcar está em torno de 20 °C, porém a temperatura ótima é de 32 °C, pois nestas condições a cultura apresenta seu máximo crescimento (BARBIERI *et al.*, 1979).

Considerando as condições climáticas da região norte-mineira, que se caracteriza por apresentar um elevado déficit hídrico anual (acima de 400 mm) e

com um período de chuvas concentrado em apenas quatro meses (dezembro a março), com precipitação média anual que varia de 800 a 900 mm e temperatura média anual acima de 24 °C, a irrigação dos canaviais, conciliada com variedades mais produtivas e adaptadas, torna-se uma prática importante para se conseguir altas produtividades (SEBRAE, 2001).

2.1.6 Cana -de -açúcar no norte de Minas Gerais

O Norte de Minas Gerais apresenta uma agropecuária tradicional de sequeiro, totalmente dependente das condições climáticas, quase sempre desfavoráveis, e uma agricultura irrigada, que demanda tecnologias para alcançar a produtividade e a qualidade esperadas (EPAMIG, 2010).

Segundo Saturnino *et al.* (1994), a cana-de-açúcar é cultivada na maioria das pequenas comunidades do norte de Minas Gerais para a fabricação de aguardente, rapadura, açúcar mascavo e alimentação de animais. Para Campelo (2002), a cadeia produtiva da cachaça gera, no estado de Minas Gerais, um faturamento de cerca de 1,4 bilhões de reais, empregando diretamente 160 mil pessoas, sendo a maior parte no norte do estado.

Na região Norte de Minas Gerais, as características climáticas como temperatura média anual de 24 °C e umidade relativa média anual de 57,5% favorecem o desenvolvimento da cana-de-açúcar (SEBRAE, 2001). No entanto, como a precipitação média anual fica em torno de 800 mm, sendo caracterizada pelo deficit hídrico e um período de chuvas irregular, provavelmente as variedades melhoradas de cana poderão ter a sua produtividade potencializada com o uso da irrigação.

A região Norte de Minas Gerais apresenta comunidades rurais compostas principalmente de pequenos produtores, concentrando suas atividades na pecuária e cultivo da cana-de-açúcar. A maioria desses produtores ainda

emprega métodos tradicionais de baixa produtividade. Nesse contexto, a comunicação rural favorece a inclusão desses produtores em atividades mais lucrativas, com melhor nível tecnológico e, conseqüentemente, a redução do êxodo rural (FERNANDES, 2005).

2.2 Características agronômicas

A avaliação de algumas variáveis morfológicas das plantas, como altura, diâmetro, área foliar e produção, tornam possível a identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura. A quantificação dessas variáveis permite estimar a produtividade agrícola. Tal estimativa tem grande importância na condução dos trabalhos de melhoramento genético, tanto no estabelecimento dos cruzamentos, visando à maximização da produtividade, como nas fases de seleção, ao permitir a realização de várias estimativas do potencial produtivo de novos clones, sem a necessidade de destruição das parcelas experimentais. Também têm grande aplicabilidade na estimativa de produção comercial, permitindo o planejamento de entrega de matéria-prima na indústria (VASCONCELOS, 1998).

Em conformidade com Rodrigues (1995), características que definem números de colmos, altura, diâmetro de colmos, comprimento e largura de folhas e a arquitetura da parte aérea, são inerentes a cada genótipo, sendo a sua expressão influenciada pelo clima e pelas práticas culturais.

Segundo Casagrande (1991), o modo de perfilhamento e conseqüente número de colmos podem variar de variedade para variedade, dependendo das características genéticas de cada uma. Essas observações estão em consonância com as de Dillewijn (1952), o qual afirmou que o número final de colmos numa touceira é fixado por uma característica particular da planta.

2.3 Características tecnológicas

O Sistema Agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar é complexo: as usinas produtoras dependem de fornecedores de cana e de bens de capital. Os produtos, álcool, açúcar e energia, são entregues aos distribuidores de combustíveis, distribuidores de energia elétrica, indústria de alimentos, atacado e varejo, e para exportadoras. Os subprodutos são destinados às indústrias, atacado e varejo, como indústrias de suco de laranja e de ração animal. Hoje, as usinas utilizam os resíduos, como vinhaça e vinhoto, como biofertilizantes (NEVES *et al.*, 2007).

A agroindústria canavieira tem como principal objetivo maximizar a produtividade e reduzir custos, associado à melhoria da qualidade da matéria-prima e dos produtos finais. Para isso, é necessário que as áreas agrícola e industrial trabalhem juntas para que se tenha um maior rendimento industrial (FERNANDES, 2003).

A qualidade da cana fornecida às unidades industriais é aferida, através de análise tecnológica, em amostras coletadas no momento de seu fornecimento (CONSECANA, 2003). A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima industrial pode ser definida por uma série de características intrínsecas da própria planta, alteradas pelos manejos agrícola e industrial, que definem seu potencial para produção de açúcar e álcool. Para Stuppiello (1987), a qualidade da cana-de-açúcar depende de um grupo de atributos e não se deve apenas considerar como um sinônimo do conteúdo de sacarose, ainda que seja o parâmetro mais importante. Alguns dos diversos atributos considerados para indicar a qualidade são: Pol% da cana, Pol% do caldo, °Brix do caldo, açúcares redutores, pureza aparente e fibra da cana.

As análises das características tecnológicas podem ser classificadas de acordo com o sistema de extração do caldo: moenda de laboratório, digestor a

frio e prensa hidráulica (FERNANDES, 2003). À exceção da fibra, todos os constituintes são determinados no caldo. Por meio de cálculos, os dados são transformados em porcentagem de cana, por meio da adição de um coeficiente “C” na fórmula.

Para determinação do ponto de maturação no campo, utiliza-se o refratômetro de campo, sendo depois analisado no laboratório. Para atingir um bom rendimento, deve haver uma alta produtividade e um elevado teor de sacarose na época da colheita.

Através do refratômetro consegue-se a porcentagem de sólidos solúveis do caldo (°Brix), que está correlacionado ao teor de sacarose da cana-de-açúcar. A sacarose, componente de maior interesse no processamento da cana, a qual se deseja obter na forma cristalizada, é susceptível a reações importantes dentre as quais podem ser citadas as reações de decomposição em meio ácido e básico, por efeito da temperatura, enzimas e micro-organismos (MANTELATTO, 2005).

De acordo com Marques *et al.* (2001), o teor de sacarose na planta aumenta progressivamente, até o ponto máximo. Em seguida, inicia-se um processo de hidrólise ou inversão da sacarose por enzimas da própria planta (obtenção de energia para processos vitais), fazendo com que o teor total de açúcar na planta decresça progressivamente. Em consequência disso, a cana-de-açúcar tem seu período útil de industrialização (PUI), que se inicia na época em que a cana passa a apresentar o teor mínimo de sacarose estabelecido, que permita a sua industrialização e deve terminar antes que o teor de sacarose comece a decair.

Entretanto, apenas o teor de sacarose para a avaliação da cana-de-açúcar na indústria não é suficiente. O teor de açúcar redutor e a pureza no caldo, bem como a fibra na cana, são variáveis consideradas nessa avaliação.

A indústria sucroalcooleira, no Estado de São Paulo, considera que uma cana para ser industrializada deve ter, entre outras características, um caldo que contenha no mínimo 18 °Brix, ou seja, 18% de sólidos solúveis (FERNANDES, 2000).

A Pol% da cana é uma das principais características utilizadas nas indústrias canavieiras, assim como a porcentagem de fibra, pureza e açúcares redutores.

Pol refere-se à sacarose contida no caldo de cana, e quanto mais elevados os teores, mais madura está a cana. A cana imatura possui mais açúcares redutores e compostos precursores de cor, e estes interferem na Pol para menos, ocasionando uma coloração elevada na cor do caldo (RIPOLI e RIPOLI, 2004; LEITE, 2000).

Franco (2003) observou dados de Pol% (caldo e cana) para a cana-planta e a cana-soca, e verificou que os colmos foram colhidos após atingirem o ponto de maturação (Pol% cana com 14,7% na cana-planta e 16,7% na cana-soca). Segundo Fernandes (2000), esse valor deve ser maior que 14,4%.

Deuber (1988) afirma que uma cana-de-açúcar torna-se madura no momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose com Pol% cana acima de 13. Além da sacarose, participam da fração de açúcares no caldo de cana, a glicose e a frutose, dentre outros menos importantes.

Os açúcares redutores são produtos precursores de cor no processo industrial de açúcar, isto é, intensificam a cor do açúcar, depreciando sua qualidade (FERNANDES, 2000). Os açúcares redutores são monossacarídeos que possuem a capacidade de reduzir o óxido de cobre. No caldo de cana, são representados principalmente por glicose (dextrose) e frutose (levulose), naturalmente presentes, ou formados a partir da hidrólise da sacarose. Durante a maturação da cana-de-açúcar, à medida que o teor de sacarose se eleva, os açúcares redutores decrescem de quase 2% para valores abaixo de 0,5% entre

março–abril e setembro–outubro no hemisfério Sul, podendo chegar a valores de 0,2%.

A pureza é o indicador mais importante do estágio de maturação da cana-de-açúcar, indicando a porcentagem de sacarose (Pol) contida nos sólidos solúveis (°Brix). Quanto mais madura a cana, maior será a pureza, pois terá maior acúmulo de sacarose, visto que com a deterioração e envelhecimento da cana, a pureza tende a diminuir ocasionando um aumento na cor do açúcar.

Consoante Fernandes (2000), destilarias autônomas têm utilizado a porcentagem de açúcares totais contidos no °Brix para expressar a qualidade do caldo para fermentação. No Estado de São Paulo, essa variável deve apresentar no mínimo 80% (início da safra) ou 85% (transcorrer da safra) para que seja recomendada a industrialização da cana.

Fibra é a porção do colmo da cana-de-açúcar insolúvel em água, incluindo toda a matéria estranha que acompanha os colmos (LOPES, 1986; GRAVOIS e MILLIGAN, 1992). O teor de fibra da cana é uma característica varietal que é também influenciado por diversos fatores, como clima (chuva e temperatura), solo (umidade e fertilidade), época de corte e método de determinação. As variedades são normalmente classificadas em baixo, médio e alto teor de fibra. Mas esse é um conceito subjetivo, e a classificação baseia-se em dados médios de análise de cana limpa, cujos valores são extremamente variáveis (FERNANDES, 2000). Portanto, a porcentagem de fibra na cana é uma variável agroindustrial de suma importância cujos níveis devem oscilar entre 10 e 11%.

Esses fatores que interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar muitas informações para adequar o melhor manejo e a variedade para os específicos ambientes (solo e clima). Assim, é possível explorar ao máximo o local de produção para

promover o melhor rendimento da cultura e conseqüentemente maior lucratividade ou competitividade para as agroindústrias da cana-de-açúcar (MAULE *et al.*, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, clima e solo

O experimento foi conduzido na região semiárida de Minas Gerais, com ensaios na EPAMIG - Fazenda Experimental de Mocambinho (FEMO), no município de Jaíba – MG, latitude (15° 05' 34" S) e longitude (43° 58' 44" W), situado no Distrito de Irrigação de Jaíba (DIJ). A região encontra-se a uma altitude de 452 m, temperatura média de 25,5 °C, com mínima de 18,7 °C e máxima de 32,3 °C, insolação de 2.987 horas anuais, umidade relativa de 65,5% e pluviosidade média da região de aproximadamente 800 mm anuais, concentrados nos meses de outubro a março. Na Figura 1 e 2 destacam-se os dados médios de pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar durante o experimento.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSwH (clima quente de caatinga), com chuvas de verão e períodos secos bem definidos no inverno.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, com textura média (LVD) (EMBRAPA, 1999).

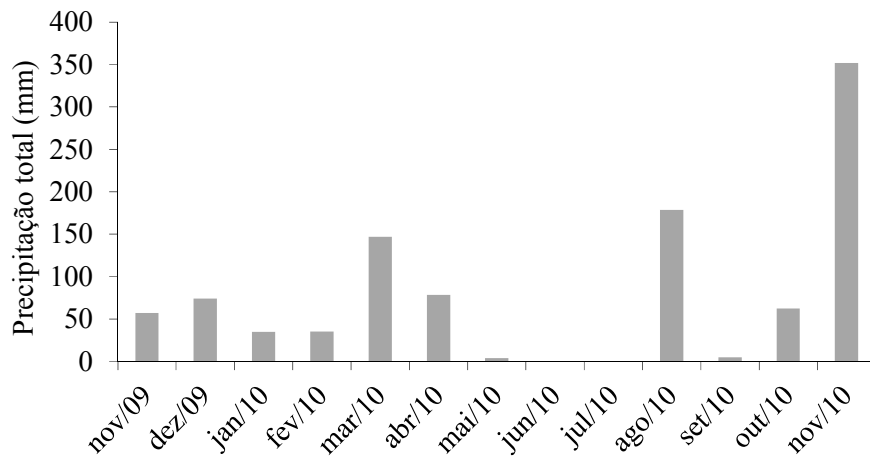


FIGURA 1. Dados médios de precipitação pluvial acumulada por mês em milímetros (mm), durante o período experimental em Jaíba-MG. Dados obtidos na Estação Climatológica da EPAMIG -MG, 2011.

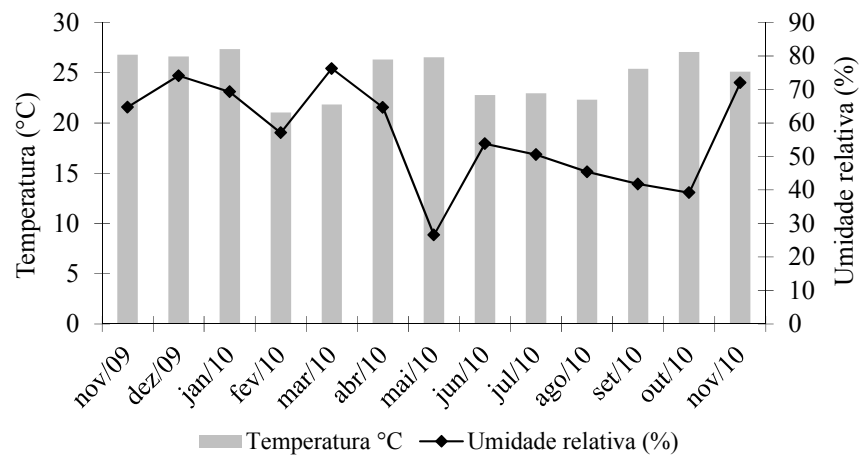


FIGURA 2. Dados médios de temperatura, em graus Celsius (°C) e umidade relativa do ar (%), durante o período experimental em Jaíba-MG. Dados obtidos na Estação Climatológica da EPAMIG -MG, 2011.

3.2 Instalação e condução do experimento

Inicialmente, foram coletadas na área experimental amostras de solos nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, para análise textural e de fertilidade. Com base nos resultados de análise de fertilidade, foi feita a adubação de plantio, seguindo-se as recomendações de acordo com Korndorfer *et al.* (1999). O resultado da análise de solo encontra-se na Tabela 2.

O preparo do solo para o plantio foi precedido por subsolagem, para se eliminar a possibilidade de compactação do solo, e posteriormente por uma aração e duas gradagens. O experimento foi implantado em novembro de 2009, visando cana de ano. O plantio ocorreu no dia 04 de dezembro de 2009.

TABELA 2. Resultados da análise química do solo da área experimental de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, realizada em outubro de 2009, na EPAMIG, MG.

Camada	pH	MO	P	K ⁺	Na	Ca ⁺²	Mg ⁺²
	H ₂ O	dag/kg	.....mg/dm ³.....	.....	.....	.....cmol _c /dm ³.....	.....
0-20	6,2	1,6	3,9	169	0,1	3,1	0,9
20-40	5,4	0,8	2,1	130	0,2	1,7	0,4

Camada	Al ⁺³	H+Al	SB	T	T	V
	.....cmol _c /dm ³.....	.....	.....	.....	.....	.....%.....
0-20	0	1,6	4,6	4,6	6,2	74
20-40	0	2,3	2,6	2,6	4,9	53

SB= Soma de bases T= capacidade de troca catiônica a pH 7 V= Saturação por bases t=capacidade de troca catiônica efetiva.

O plantio da cana foi realizado em sulcos espaçados de 1,20 m entre si, com 25 a 30 cm de profundidade. As mudas de cana foram provenientes do viveiro instalado na EPAMIG - Fazenda Experimental de Santa Rita, no município de Prudente de Morais, com o objetivo de se ter muda de qualidade e

de mesma idade. As mudas foram distribuídas no fundo do sulco e, com o uso de facão, as canas foram seccionadas em toletes com 3-5 gomos, garantindo-se a frequência de 16-18 gemas por metros de sulco. Os toletes foram cobertos com uma camada de terra de 5 a 10 cm. No plantio, foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio e 750 kg ha⁻¹ de super simples. Não houve necessidade de calagem, nem aplicação de potássio e micronutrientes.

A adubação de plantio foi feita no sulco, bem como a aplicação de produto para controle de pragas do solo. A adubação de cobertura ocorreu aos 90 dias após o plantio (DAP), aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio.

Durante todo o ciclo da cultura foi monitorada a ocorrência de pragas e doenças, realizando-se o controle de acordo com a necessidade da cultura, utilizando-se métodos químicos e biológicos de acordo com o preconizado para a cultura da cana (DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2007).

A área experimental foi mantida livre de plantas daninhas por meio da capina química, seguindo as recomendações para a cultura da cana e baseado no levantamento das plantas invasoras existentes na área experimental. A colheita foi realizada nos dias 16, 17 e 18 de Novembro de 2010, correspondendo ao 11º mês de idade da cana-planta.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi disposto em delineamento em blocos casualizados (DBC), no esquema de parcelas subdivididas (6 x 5), sendo utilizadas nas parcelas seis variedades: RB76-5418, SP80-1816, SP80-1842, RB83-5486, RB85-5536 e IAC86-2480, e nas subparcelas cinco lâminas de irrigação: 125%, 100%, 75%, 50%, 25%, da lâmina recomendada, com quatro repetições. A área total foi de 5000 m² (100 x 50 m). As parcelas, correspondentes às variedades, foram dispostas paralelamente à linha de irrigação e as subparcelas

perpendicularmente à linha de irrigação. As parcelas de 33,75 m² (7,5 x 4,5 m) foram constituídas de cinco linhas de 8 m de comprimento. Na parte externa, ao longo das parcelas foram plantadas três linhas de cana com a variedade da região RB73-9735, para servir de bordadura.

3.4 Variedades

As variedades cultivadas foram: RB76-5418, SP80-1842, SP80-1816, RB83-5486, RB85-5536 e IAC86-2480, sendo as principais características:

RB76-5418: Maturação precoce, alto teor de sacarose, alta exigência em fertilidade do solo, fraca brotação soqueira, produtividade média para cana-planta e baixa para cana-soca (FERNANDES, 2005).

SP80-1842: Maturação precoce, alto teor de sacarose, média exigência em fertilidade do solo, pouco florescimento, pouco chochamento, médio perfilhamento, ótima brotação soqueira, resistência ao carvão e ferrugem (FERNANDES, 2005).

SP80-1816: Maturação média, produtividade alta, fertilidade média, florescimento ausente e colheita de julho a setembro (DIAS, 2006). Também apresenta ótima brotação soqueira, alto teor de sacarose e fibra (TASSO JUNIOR, 2007).

RB83-5486: Maturação precoce, alto teor de sacarose e produtividade, média exigência em fertilidade, baixa fibra e resistência a doenças (TASSO JUNIOR, 2007).

RB85-5536: Maturação média, alta produtividade agrícola e industrial, florescimento ausente, chochamento ausente, ótima brotação de soqueira, alto teor de sacarose e resistência a ferrugem e carvão (HERMANN *et al.*, 2008).

IAC86-2480: Altos teores de sacarose, baixa FDN (Fibra Detergente Neutro), boa produtividade agrícola e longevidade de socas, porte ereto,

despalha espontânea, uniformidade de diâmetro e altura, maior rendimento de corte (LANDELL *et al.*, 1997).

3.5 Irrigação

O experimento constitui-se de cinco lâminas de irrigação 125%, 100%, 75%, 50%, e 25% da lâmina recomendada. O sistema utilizado foi por aspersão em Line Source, o qual se constitui de uma linha de aspersores igualmente espaçados entre si, aplicando água em níveis decrescentes na direção perpendicular à tubulação. Foram utilizados onze aspersores modelo NAAN 5035, a altura dos aspersores acompanhou o crescimento das plantas iniciando com um tubo de subida de 2 metros chegando até quase 5 metros da altura do solo, com vazão de 3100 L h⁻¹ e o espaçamento de 12 m entre eles.

O manejo da irrigação foi monitorado utilizando a evapotranspiração potencial de referência calculada com base na metodologia de Hargreaves (EQUAÇÃO 1). Para o cálculo, foram coletados dados diários de precipitação em estação climatológica automática, localizada próxima à área experimental.

Estes valores foram lançados em uma planilha eletrônica onde foi calculado o tempo de irrigação a ser aplicado por tratamento. O turno de rega variou de 1 a 3 dias, em função do manejo da irrigação (BERNARDO *et al.* 2006).

$$ET_o = 0,0023 \times R_a \times (T + 17,8) \times (T_{\max} - T_{\min})^{0,5}$$

Em que: ET_o= evapotranspiração média diária, em mmdia⁻¹;

T= temperatura média diária, em °C;

T_{max}= temperatura máxima diária, em °C;

T_{min}= temperatura mínima diária, em °C; e

R_a= radiação no topo da atmosfera, mmdia⁻¹.

Equação 1. Evapotranspiração de referência pela metodologia de Hargreaves.

As quantidades totais de água que compreenderam a precipitação efetiva mais as lâminas de irrigação, aplicadas em cada tratamento durante o experimento, estão apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3. Quantidades totais de água aplicadas em cada tratamento durante os meses de dezembro/2009 a setembro/2010.

Tratamento	LA (mm)	PE (mm)	TAA (mm)
L1(25% ET ₀)	271	462	733
L2 (50% ET ₀)	541	462	1003
L3 (75% ET ₀)	811	462	1273
L4(100% ET ₀)	1081	462	1543
L5 (125% ET ₀)	1351	462	1813

LA – Lâmina Aplicada Durante o Experimento; PE – Precipitação Efetiva; TAA – Total de Água Aplicado.

Foi realizado teste de uniformidade de aplicação da irrigação, com a instalação de coletores na linha da irrigação visando a quantificar a lâmina de água que efetivamente foi aplicada pelo sistema de irrigação.

A irrigação foi cortada aos 45 dias antes do início da colheita do ensaio.

3.6 Análises agronômicas

As análises agronômicas foram realizadas segundo o método descrito por Gheller *et al.* (1999), no levantamento de dados foram avaliadas as seguintes características: altura de planta (m), diâmetro do colmo (mm), n° de colmos (ha⁻¹). A produtividade foi calculada de acordo com a metodologia de Martins e Landell (1995).

3.6.1 Altura das plantas

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, conforme esquema apresentado pela Figura 3.

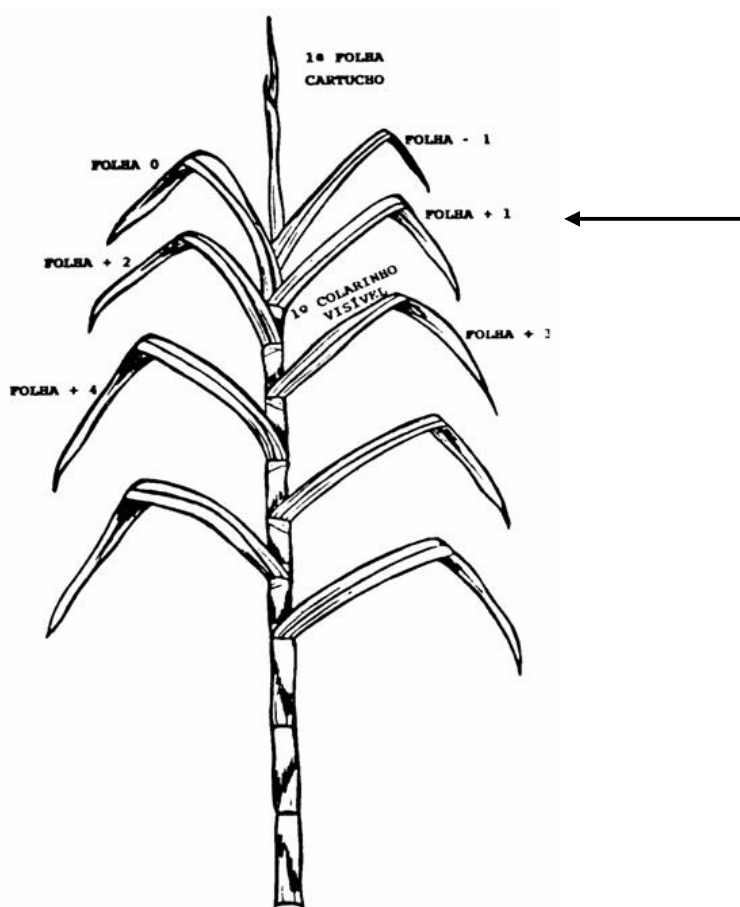


FIGURA 3. Numeração de folhas na cana-de-açúcar (GONÇALVES, 2008).

3.6.2 Diâmetro do colmo

A avaliação do diâmetro do colmo foi determinada com a utilização de paquímetro digital, coletando seis colmos aleatórios por parcela, medindo na parte central da planta.

3.6.3 Número de colmo ha⁻¹

Para determinação do número de colmos, foram contados todos os colmos das três linhas centrais presentes em 6 m, de todas as parcelas.

3.6.4 Produtividade t ha⁻¹

A partir dos dados de diâmetro de colmo, altura de planta e número de colmo foi estimada a produtividade, utilizando-se a expressão matemática:

Equação 2. Estimativa da produtividade de cana-de-açúcar.

$$TCH = D^2 \times C \times H \times \left(\frac{0,007854}{E} \right)$$

Em que: TCH = toneladas de cana por hectare (t ha⁻¹);

D = diâmetro de colmos (m);

C = número de colmos por (m);

H = comprimento médio de colmos (m);

E = espaçamento entre sulcos (m).

3.7 Análises tecnológicas

As análises foram 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,. Foram coletados três colmos

inteiros aleatórios em cada parcela, conforme descrito no Manual de Instruções de análise de qualidade de cana, açúcar e álcool da CONSECANA (2003, 2006).

3.7.1 Brix do caldo

As análises de Brix e Pol 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/cm² durante 1 minuto, em prensa hidráulica automática (Hidraseme PHS 250) de onde se recolheu o caldo, sendo do caldo realizada a análise do Brix (refratométrico).

3.7.2 Pol do caldo

A Pol do caldo é a porcentagem em massa de sacarose contida em uma 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) (CONSECANA, 2006). A Pol do caldo é determinada através da equação 3:

Equação 3: Pol do caldo

$$Pol\%caldo = (1,0078 \times leit..sacar. + 0,0444) \times (0,2607 - 0,009882 \times Brix)$$

3.7.3 Fibra da cana-de-açúcar

A fibra é matéria seca, sendo 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 (2003). A fibra é determinada pela equação 4:

Equação 4. Fibra da cana-de-açúcar.

$$F = (0,08 \times PBU) + 0,876$$

Em que: F = percentual de fibra;

PBU = peso de bagaço úmido.

3.7.4 Cálculos do coeficiente C

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. O coeficiente C é determinado pela equação 5:

Equação 5. Coeficiente “C”.

$$C = (1,0313 - 0,00575 \times FIBRA)$$

3.7.5 Brix da cana-de-açúcar

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 a leitura do Brix. Para a determinação do Brix na cana, foi utilizada a equação 6:

Equação 6. Brix da cana de açúcar.

$$Brix\%cana = Brixdocaldo \times (1 - 0,01) \times C$$

Em que: C = coeficiente transformação do caldo.

3.7.6 Pol da cana-de-açúcar

A Pol na cana 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, na equação 7:

Equação 7. Pol da cana de açúcar.

$$Pol\%cana = Polcaldo \times (1 - 0,01 \times Fibra) \times C$$

Em que: C = coeficiente transformação do caldo.

3.7.7 Pureza

A Pureza é a porcentagem de sacarose (Pol) contida nos sólidos solúveis (Brix), sendo o principal indicador de maturação da cana-de-açúcar. Segundo a equação 8:

Equação 8. Pureza da cana de açúcar.

$$Pureza = Pol\%cana \div Brix\%cana \times 100$$

3.7.8 Açúcares redutores no caldo – AR % caldo e cana

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 (TASSO JUNIOR, 2007).

O cálculo dos açúcares redutores no caldo e cana foi feito segundo a equação 9 e 10:

Equação 9. Açúcares redutores no caldo.

$$AR\%caldo = (3,641 - 0,0343 \times Pureza)$$

Equação 10. Açúcares redutores na cana-de-açúcar.

$$AR\%cana = AR\%caldo \times (1 - 0,01 \times Fibra) \times C$$

Em que: C = coeficiente transformação do caldo.

3.7.9 Açúcares redutores totais – ART % caldo e cana

Os açúcares redutores totais também chamados de açúcares totais representam todos os açúcares contidos na cana na forma redutora ou de açúcar invertido (OLIVEIRA, 2011). Foram determinados pela seguinte equação 11 e 12:

Equação 11. Açúcares redutores totais no caldo.

$$ART\%caldo = \left(\frac{Pol\%caldo}{0,95} \right) + AR\%caldo$$

Equação 12. Açúcares redutores totais na cana de açúcar.

$$ART\%cana = ART\%caldo \times (1 - 0,01 \times Fibra) \times C$$

Em que: C = coeficiente transformação do caldo.

3.7.10 Açúcares totais recuperáveis-ATR

Conhecendo-se a Pol da cana (PC) e os açúcares redutores da cana (ARC), o ATR é calculado pela equação 13:

Equação 13. Açúcares totais recuperáveis.

$$ATR = 10 \times PC \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times ARC \times 0,905$$

ou

$$ATR = 9,05363 \times PC + 9,05 \times ARC$$

Em que: 10 x PC = pol por tonelada de cana-de-açúcar;

1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores;

0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,05 %;

10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana-de-açúcar.

3.8 Análises estatísticas

Os dados foram analisados estatisticamente em conjunto e as médias comparadas pelo teste Tukey para variedade. Para o fator lâmina de irrigação, e para diferenças significativas identificadas pelo teste F ($P < 0,05$) utilizou-se análise de regressão. Os modelos utilizados para explicar os resultados foram escolhidos em função da significância dos parâmetros da equação e do valor de coeficiente de determinação (R^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises agronômicas

Houve efeito significativo de variedade e lâmina de irrigação sobre as características avaliadas. Quanto à interação variedade x lâmina, observou-se efeito significativo apenas para a variável diâmetro de colmo ao nível de 1% de probabilidade e para produtividade ao nível de 5% de probabilidade (TABELA 4).

TABELA 4. Análise de variância para altura de planta, diâmetro do colmo, n° colmos ha⁻¹ e produtividade de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro-2009 a novembro-2010 em Jaíba, MG.

F.V.	G.L.	F Calculado			
		Altura de planta (m)	N° colmos (ha ⁻¹)	Diâmetro de colmo (mm)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Variedade	5	47,169**	5,500**	4,842**	5,822**
Bloco	3	17,214**	0,720 ^{ns}	0,883 ^{ns}	3,663*
Erro (a)	15	-	-	-	-
Lâmina	4	215,072**	6,452**	4,344**	50,995**
Variedade x Lâmina	20	1,126 ^{ns}	1,229 ^{ns}	2,212**	1,735*
Erro (b)	72	-	-	-	-
CV a (%)		8,56	26,18	4,47	30,42
CV b (%)		7,64	8,69	4,02	16,32

Há diferença significativa pelo Teste F aos níveis de * 5% ($P \leq 0,05$) e ** 1% ($P \leq 0,01$) de probabilidade. ^{ns} Não há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

4.1.1 Altura de plantas

Os valores médios de altura de planta encontram-se na Tabela 5. Para esta variável verifica-se que a variedade SP80-1842 apresentou maior altura de planta, não diferindo estatisticamente da SP80-1816, e que a variedade IAC86-2480 apresentou a menor altura entre as variedades estudadas.

TABELA 5. Altura de plantas de seis variedades de cana-de-açúcar obtidas do período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	Altura de planta (m)
IAC86-2480	2,201 D
RB76-5418	2,921 Bc
RB83-5486	2,780 C
RB85-5536	2,895 C
SP80-1816	3,169 Ab
SP80-1842	3,276 A

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

As variedades alcançaram altura média superior a 2,00 m. Esses resultados confirmaram os encontrados por Barbosa (2005), o qual registrou altura superior a 2,00 m no final do ciclo, em estudo de diferentes variedades em dois regimes de irrigação.

Begnini *et al.* (2009) analisaram nove variedades, incluindo a variedade SP80-1842 e constataram altura de planta média de 1,92 m, e um baixo crescimento em altura também foi encontrado na variedade IAC86-2480 com média 1,59 m, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. De acordo com esses autores, o aumento da altura significa maior produtividade, porém aumenta o risco de tombamento. Magalhães (2010) obteve valores médios superiores aos encontrados neste trabalho, com 3,84 m na variedade RB85-5453, e 4,11 m na SP80-1816, porém utilizando adubação com vinhaça.

As características varietais e os fatores ambientais determinam o crescimento das culturas agrícolas. Dias (2011), trabalhando com três variedades em dois regimes de irrigação, na região de Janaúba, norte de Minas Gerais, encontrou altura média de 3,46 m, valor próximo ao constatado neste estudo para a variedade SP80-1842. Duarte (2009) e Oliveira *et al.* (2011), estudando duas variedades em Janaúba – MG avaliaram a altura de planta, também encontraram resultados que estão em conformidade com os deste trabalho.

Fernandes (2005) avaliou diferentes variedades na região de Salinas, Minas Gerais, encontrou valores de altura de plantas superior a 3,00 m de altura, semelhantes aos encontrados neste trabalho para a variedade SP80-1842. Segundo Bonnet *et al.* (2006), à medida que a temperatura do ar se eleva até em torno de 30 °C há aumento considerável de perfilhamento e crescimento em altura, favorecendo a propagação vegetativa da cana-de-açúcar. No norte de Minas Gerais as temperaturas elevadas são características da região, o que favorece o desenvolvimento e crescimento da cana-de-açúcar.

Com relação às lâminas de irrigação, observa-se a regressão para a altura de planta (m) em função da lâmina de irrigação (mm), com uma resposta linear apresentando alto coeficiente de determinação, sendo que a maior relação entre altura de planta por lâmina de água aplicada é observada considerando a maior lâmina de irrigação. Isso pode ser explicado pelo fato de que a planta não passou por estresse por água, durante o seu período de desenvolvimento (FIGURA 4).

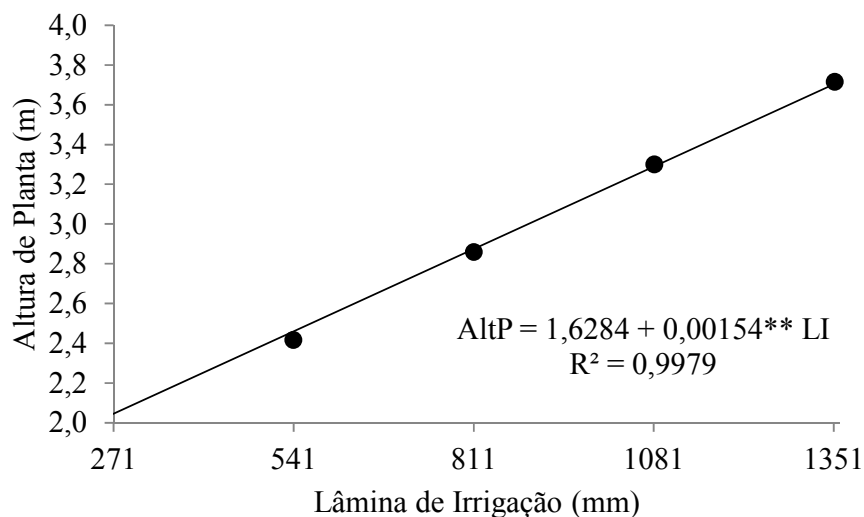


FIGURA 4. Altura das plantas de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. **Equação significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Carvalho *et al.* (2009) estudaram diferentes lâminas de irrigação para a cultura da cana-de-açúcar no estado da Paraíba, obtiveram resultados que confirmam os encontrados neste trabalho, em que a altura de planta foi superior, quando se aumentou a lâmina de água aplicada.

Marciel *et al.* (2002) trabalharam com cana-soca, em solo de cerrado, no município de Pompéu, MG, e avaliaram a resposta da cultura à irrigação suplementar quando plantada no período de maio a agosto, verificaram comprimento médio de 1,022 m sem irrigação e 2,54 m com irrigação. Dias (2011) estudou dois regimes de irrigação e observou uma grande influência da irrigação para a variedade SP80-1842, que apresentou incremento significativo na altura média da planta entre as condições hídricas de cultivo.

Barbosa (2005) trabalhou com diferentes variedades e nível de irrigação, e constatou que a disponibilidade de água no solo foi o fator responsável pela maior alongação dos entrenós. Esses resultados confirmam os obtidos neste

trabalho, em que a maior lâmina de água aplicada, 1351 mm, proporcionou altura superior a 3,00 m, o que indica uma grande relação do uso da irrigação para essa variável.

4.1.2 Número de colmos

Os valores médios de número de colmos ha^{-1} encontram-se na Tabela 6. Para a variável número de colmos ha^{-1} , verifica-se que a variedade IAC86-2480 apresentou o maior valor, porém não teve diferença significativa entre as variedades RB76-5418, RB85-5536 e SP80-1842. O menor valor foi observado para a variedade RB83-5486.

TABELA 6. Número de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	Nº de colmos (ha^{-1})
IAC86-2480	99092 a
RB76-5418	84092 ab
RB83-5486	64859 b
RB85-5536	82358 ab
SP80-1816	75967 b
SP80-1842	82917 ab

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

O número de colmos está diretamente correlacionado com a produtividade. A variedade IAC86-2480 apresentou maior média de plantas por metro (11,89), o que representa 99.092 plantas ha^{-1} . Esse valor é superior ao necessário para se atingir produções máximas que, segundo Taupier e Rodrigues (1999), é de 90.000 colmos ha^{-1} . Na variedade RB83-5486, foi encontrado o menor valor de número de plantas com média de 7,78 plantas por metro, o que representa 64.859 plantas ha^{-1} . Isso pode ter ocorrido por que, segundo Casagrande (1991) o modo de perfilhamento e conseqüente o número de colmos

podem variar de variedade para variedade, dependendo das características genéticas de cada uma. Essas observações estão de acordo com as de Dillewijn (1952), que afirmou que o número final de colmos numa touceira é fixado por uma característica particular da planta.

Na Figura 5, apresenta-se a curva de regressão para relação número de colmo ha^{-1} por lâmina de irrigação aplicada, em mm. Observa-se resposta linear crescente, com alto coeficiente de determinação. A maior relação constatada foi para a maior lâmina de irrigação de 1351 mm (125% ET_0), com o maior número de plantas ha^{-1} .

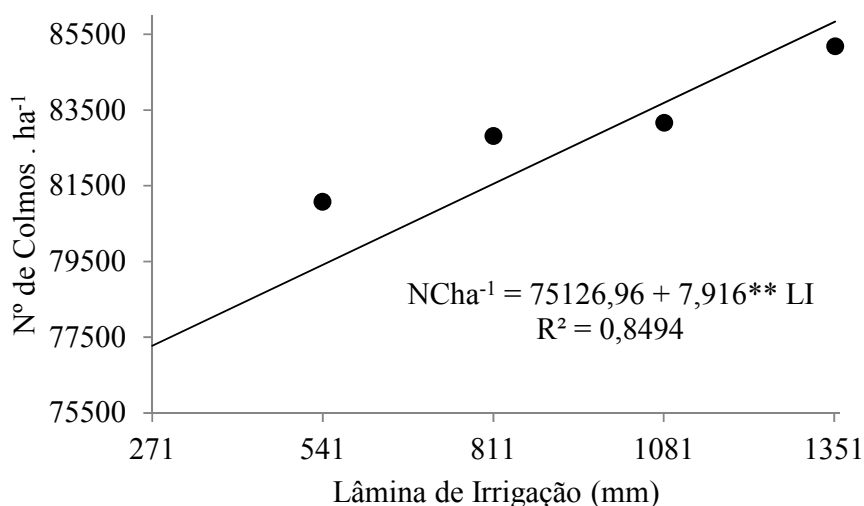


FIGURA 5. Número de colmos de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. **Equação significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Fernandes (2005) estudou cinco variedades de cana-de-açúcar, em sistemas irrigado e sequeiro, obteve média de número de plantas por metro de 6,52 em sistema de sequeiro e 7,82 plantas por m no sistema de irrigação, concordando com resultados deste trabalho, onde as maiores lâminas proporcionaram acréscimos no número de plantas.

Moura *et al.* (2005), trabalhando com a variedade SP79-1011, observaram que o regime de irrigação aumentou o número de colmos com a média subindo de 78.241 sem irrigação para 86.019 colmos ha⁻¹.

A maior disponibilidade de água proporcionou um aumento em número de colmo, o que implica que há relação positiva entre essa variável e a irrigação.

4.1.3 Diâmetro de colmo

Estudando-se os efeitos das variedades dentro de cada lâmina de irrigação, observa-se que a variedade SP80-1816 apresentou maior valor para diâmetro de colmo para as lâminas de irrigação 811 mm, 1081 mm e 1351 mm; e a variedade RB83-5486, o menor diâmetro de colmo na lâmina de 1351 mm. Considerando as lâminas 271 mm e 541 mm, não houve diferença significativa entre as variedades (TABELA 7).

TABELA 7. Diâmetro do colmo de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	Lâmina de Irrigação (mm)				
	271	541	811	1081	1351
IAC86-2480	26,08 a	25,86 a	24,39 b	24,16 ab	23,37 Bc
RB76-5418	25,06 a	24,85 a	23,99 b	23,61 b	24,35 Abc
RB83-5486	25,86 a	25,30 a	25,41 ab	24,42 ab	23,08 C
RB85-5536	25,56 a	24,21 a	25,70 ab	24,97 ab	25,35 Ab
SP80-1816	24,98 a	26,07 a	26,82 a	25,78 a	25,85 A
SP80-1842	25,33 a	26,33 a	25,23 ab	25,37 ab	25,24 Ab

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

Quando se utilizou a lâmina de irrigação de 811 mm, a variedade SP80-1816 obteve maior diâmetro de colmo, mais estatisticamente igual às variedades RB85-5536, RB83-5486 e SP80-1842. Na lâmina de 1081 mm apenas a

variedade RB76-5418 mostrou ser diferente estatisticamente das outras variedades, obtendo o menor diâmetro. Considerando a lâmina de 1351 mm, a variedade SP80-1816 apresentou maior diâmetro de colmo, porém não diferiu na estatística das variedades RB85-5536 e SP80-1842. Valores próximos foram encontrados nos trabalhos de Silva (2002) e Moura *et al.* (2005). Consoante Taupier e Rodrigues (1999), o diâmetro de colmo pode variar desde 1,0 cm até 5,0 cm. De acordo com Cesnik e Miocque (2004), todos os colmos podem ser considerados médios entre 2 e 3 cm, mostrando que esta variável é pouco influenciada pelo ambiente, constituindo-se numa característica intrínseca de cada cultivar, com a sua taxa de crescimento aumentando até atingir o seu máximo, e em seguida há uma diminuição progressiva até o ciclo vegetativo se completar. Embora tenham sido detectadas diferenças significativas neste trabalho, cabe ressaltar que, independentemente da lâmina aplicada, as variedades apresentaram diâmetros de colmo condizentes com os considerados médios que foram acima de 2 cm.

Oliveira *et al.* (2011) relatam que entre as variáveis estudadas em análise de crescimento, o diâmetro do colmo é a que possivelmente apresenta a menor variação, já que depende das características genéticas da variedade, do número de perfilhos, do espaçamento utilizado, da área foliar e das condições ambientais.

Estudando-se as lâminas de irrigação dentro de cada variedade de cana-de-açúcar, verifica-se que o diâmetro de colmo apresentou comportamento linear decrescente para as variedades IAC86-2480 e RB83-5486, com maiores valores de diâmetros quando as lâminas de irrigação foram menores e diminuindo à medida que se aumentou a lâmina de irrigação. Entretanto, a variedade SP80-1816 apresentou maior diâmetro de colmo na lâmina de 811 mm, e não diferiu estatisticamente entre as lâminas. Nas outras variedades não houve efeito

significativo no diâmetro de colmo em função das lâminas de irrigação (FIGURA 6).

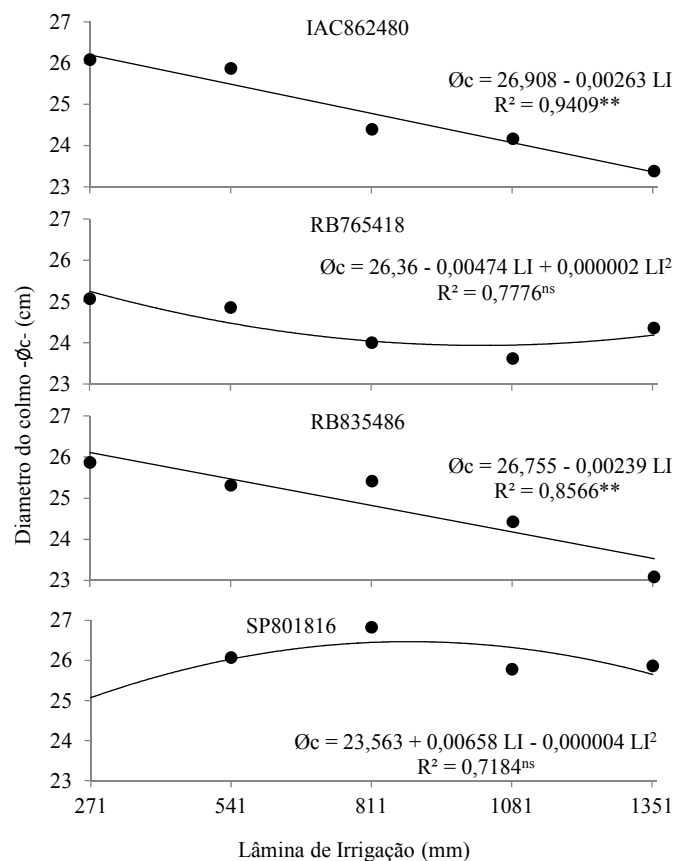


FIGURA 6. Diâmetro de colmo de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. . ******Há diferença significativa pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$); **ns**Não há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por Silva (2007), visto que, ao avaliar o diâmetro do colmo em diferentes variedades,

constatou nas variedades RB86-7515 e RB72-454, aos 360 DAP, os maiores diâmetros, com valores de 27 e 26 mm, respectivamente. Magalhães (2010), trabalhando na região de Janaúba, registrou diâmetro de colmo médio de 34,7 mm, com a variedade SP80-1816, valor superior ao deste trabalho, porém com adubação com vinhaça. Dias (2006), avaliando variedades de cana-de-açúcar, encontrou média de 29,7 mm de diâmetro de colmo para cana irrigada no norte de Minas Gerais. Carvalho *et al.* (2009), analisando diferentes níveis de irrigação, de maneira geral, obtiveram resultados semelhantes a este trabalho, onde as menores lâminas de irrigação alcançaram maiores diâmetros de colmo. Moura *et al.* (2005), pesquisando a cultura da cana-de-açúcar (1ª soca) da variedade SP79-1011, constatou que o diâmetro, com regime de irrigação, foi de 23,9 mm e, sem irrigação, de 20,8 mm.

Silva *et al.* (2009), estudando crescimento da cana-de-açúcar com e sem irrigação sob níveis de adubação de cobertura, auferiu o valor de 23,8 mm sem irrigação e 22,1 mm com irrigação, sendo o menor valor de diâmetro de colmo quando utilizou a maior lâmina. Dias (2011), analisando três variedades sob níveis de irrigação, observou que a irrigação não ocasionou aumento significativo do diâmetro médio de colmo, concordando com os resultados encontrados neste trabalho.

4.1.4 Produtividade

No desdobramento da interação variedade x lâminas, estudando-se os efeitos das variedades dentro de cada lâmina de irrigação, verificou-se que a variedade SP80-1842 apresentou maior produtividade com 182,76 t ha⁻¹, seguida das variedades SP80-1816 com 173,66 t ha⁻¹ e RB85-5536 com 173,42 t ha⁻¹, RB76-5418 138,97 t ha⁻¹ e IAC86-2480 136,36 t ha⁻¹. Essas variedades alcançaram maiores produtividades quando se utilizou a maior lâmina de

irrigação (1351 mm). A variedade que apresentou menor produtividade foi a RB83-5486, com 64,41 t ha⁻¹ quando se utilizou a menor lâmina aplicada (271 mm) (TABELA 8).

TABELA 8. Produtividade de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	Lâmina de Irrigação (mm)									
	271		541		811		1081		1351	
IAC86-2480	68,68	a	93,26	ab	98,52	bc	124,60	a	136,36	ab
RB76-5418	92,38	a	107,41	ab	101,73	abc	126,21	a	138,97	ab
RB83-5486	64,41	a	65,08	b	96,97	c	107,58	a	99,37	B
RB85-5536	77,57	a	91,86	ab	120,39	abc	143,14	a	173,42	A
SP80-1816	76,68	a	109,37	ab	146,71	ab	139,52	a	173,66	A
SP80-1842	97,15	a	129,74	a	149,85	a	143,27	a	182,76	A

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

As variedades apresentaram comportamento semelhante em relação às lâminas de irrigação, sendo que as maiores produtividades foram alcançadas quando se utilizou a maior lâmina de irrigação (1351 mm), e as menores produtividades quando se utilizou a menor lâmina de irrigação (271 mm). As lâminas de 271 mm e 1081 mm não tiveram diferença significativa entre as variedades. A variedade RB85-5536 teve incremento de até 96,98 t ha⁻¹ entre a lâmina de 271 mm e 1351 mm (25 % da ET_o e 125 % da ET_o), respectivamente. Nas lâminas de 541 mm, a variedade SP80-1842 apresentou maior produtividade, mas não diferiu estatisticamente das variedades SP80-1816, RB76-5418, IAC86-2480 e RB85-5536. Quanto à lâmina de 811 mm, a variedade SP80-1842 também apresentou maior produtividade, porém não diferiu estatisticamente da variedade SP80-1816. Na lâmina de 1351 mm apenas a variedade RB83-5486 mostrou ser diferente estatisticamente das outras

variedades (TABELA 8). Esses resultados corroboram os encontrados por Barbosa (2005), que registrou destaque para a variedade SP80-1842 na condição irrigada. Dias (2011), analisando essa variedade em condição irrigada na região de Janaúba norte de Minas Gerais obteve produtividade de 219,27 t ha⁻¹, superior aos dados encontrados neste trabalho, entretanto foi considerada a soma dos pesos de colmo, das pontas e das folhas.

Estudando três variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Paranaíba-PR, Oliveira *et al.* (2007) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, em que foram observados rendimentos de 197,7 t ha⁻¹ para a variedade RB72-454, 140,3 t ha⁻¹ para a RB85-5113 e 133,1 t ha⁻¹ para a RB85-5536. Resultados inferiores foram encontrados por Gava *et al.* (2008) estudando três variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Jaú-SP, já que observaram rendimentos de 115,8 t ha⁻¹, 112,1 t ha⁻¹ e 91,9 t ha⁻¹ para as variedades RB86-7515, RB85-5536 e SP80-3280, respectivamente.

Carlin (2005) trabalhou com quatro variedades e dois manejos de condução da cultura, também registrou produtividades menores para a variedade RB83-5486 concordando com os dados encontrados neste trabalho. O autor explica que pode ter sido em decorrência de fatores climáticos, visto que apresentou elevado índice de infecção da doença fúngica Ferrugem (*Puccinia melanocephala*), a qual essa variedade não é resistente. Isso pode provocar a morte significativa de perfilhos, apesar deste atributo não ter sido avaliado no decorrer deste trabalho, em condições normais de precipitação e temperatura. Oliveira *et al.* (2011), estudando duas variedades em sistema de irrigação na região de Janaúba –MG, observaram rendimentos superiores a 100 t ha⁻¹ para a variedade SP80-1816, mas com diferentes níveis de adubação. Tal valor está coerente com as recomendações de Doorenbos e Kassan (1994), que consideram como bons, em áreas irrigadas, rendimentos acima de 100 t ha⁻¹.

No desdobramento da interação lâminas x variedades, estudando-se os efeitos das lâminas de irrigação dentro de cada variedade, verificou-se que, a variável produtividade apresentou comportamento linear crescente para todas as variedades, com melhores resultados de produtividades quando as lâminas de irrigação foram maiores e diminuindo à medida que se diminuiu a lâmina de irrigação (FIGURA 7).

As variedades IAC86-2480, RB76-5418, RB85-5536, SP80-1816 e SP80-1842 tiveram comportamento semelhante, para as quais a lâmina que apresentou maior produtividade foi (1351 mm). Observou-se que na variedade RB83-5486 a maior produtividade foi obtida com a lâmina de 1081 mm. As altas produtividades são características genética de algumas variedades, que relacionada com fatores de produção, como solo e disponibilidade de água durante o ciclo de produção aumentariam a produtividade, o que pode ser observado neste trabalho com as variedades IAC86-2480, RB76-5418, RB85-5536, SP80-1816 e SP80-1842. Mendes (2006), trabalhando com oito variedades na cidade de Mercês, Zona da Mata mineira, sem uso de irrigação, obteve produtividades para as variedades SP80-1842, SP80-1816, RB83-5486 e RB85-5536 (93,3 t ha⁻¹, 106,9 t ha⁻¹, 110,6 t ha⁻¹ e 124 t ha⁻¹) respectivamente. De acordo com Coelho *et al.* (2002), a irrigação na fase de crescimento proporciona maiores produtividades, além de uma maior longevidade dos canaviais.

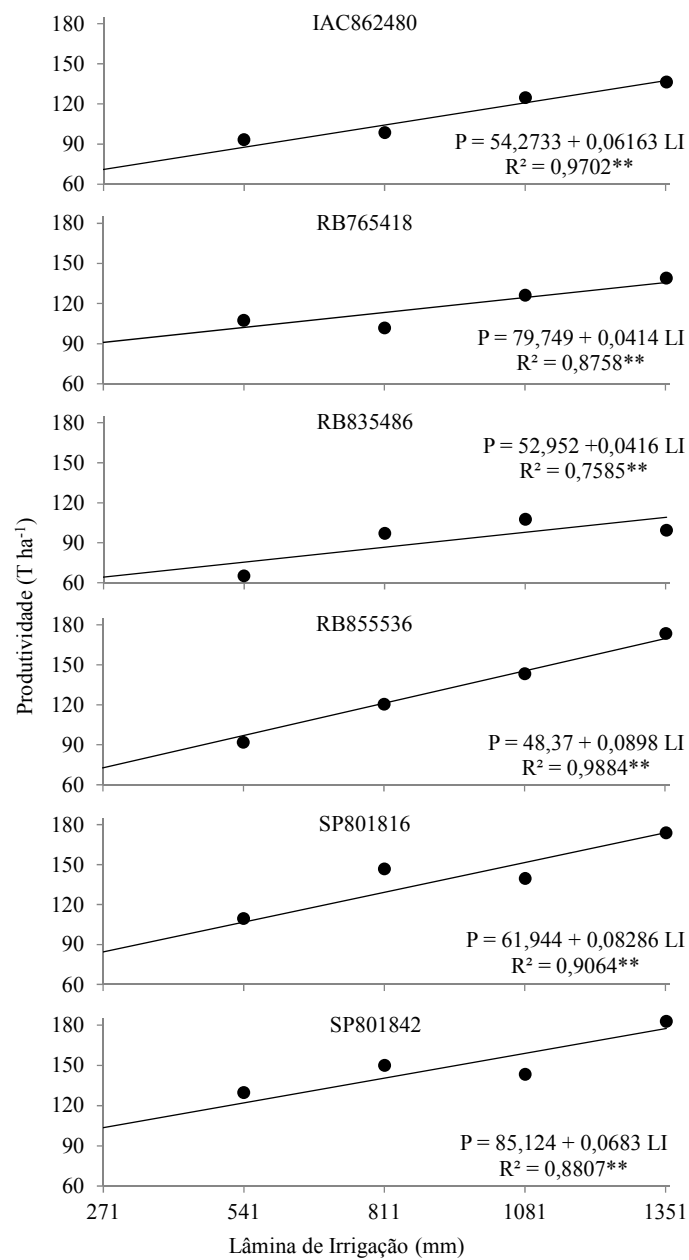


FIGURA 7. Produtividade de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a

novembro/2010 em Jaíba, MG. **Há diferença significativa pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$).

A amplitude de variação de produtividade das variedades também foi constatada por Dias *et al.* (1999), que relataram que em ambientes (solo e clima) mais favoráveis ao desenvolvimento vegetal, o potencial genético de cada variedade é mais evidenciado.

Dias (2011), estudando dois níveis de irrigação e três variedades, obteve ganhos em produtividade com o incremento da irrigação, onde a variedade SP80-1842 obteve 219,27 t ha⁻¹ com irrigação e 76,02 t ha⁻¹ sem o uso da irrigação.

4.2 Análises tecnológicas

No quadro da análise de variância estão os resultados do teste F para todas as variáveis tecnológicas estudadas (TABELA 9).

Verificou-se que apenas na avaliação do °Brix não houve interação para nenhuma fonte de variação, mostrando que esta característica não foi afetada pelas diferentes lâminas nas variedades pesquisadas.

TABELA 9. Resumo da análise de variância para °Brix, Pol% Caldo, pureza, fibra, Pol% Cana, AR, umidade, ART e ATR de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro-2009 a novembro-2010 em Jaíba, MG.

F.V.	G.L.	F Calculado		
		Brix (%)	Pol caldo (%)	Pol cana (%)
Variedade	5	0,611 ^{ns}	6,794**	2,723 ^{ns}
Bloco	3	1,371 ^{ns}	17,736**	11,799**
erro (a)	15	-	-	-
Lâmina	4	1,175 ^{ns}	7,663**	6,378**
Variedade x Lâmina	20	0,800 ^{ns}	0,942 ^{ns}	0,967 ^{ns}
erro (b)	72	-	-	-
C.V.a (%)		36,71	10,74	25,38
C.V.b (%)		37,12	10,70	15,90

F.V.	G.L.	F Calculado		
		Pureza (%)	Fibra (%)	Umidade (%)
Variedade	5	4,140*	1,717 ^{ns}	3,758*
Bloco	3	4,864*	11,643**	4,333*
erro (a)	15	-	-	-
Lâmina	4	6,452**	0,852 ^{ns}	2,676*
Variedade x Lâmina	20	0,739 ^{ns}	1,871*	0,844 ^{ns}
erro (b)	72	-	-	-
C.V. a (%)		5,90	57,59	2,48
C.V. b (%)		3,59	50,84	1,95

F.V.	G.L.	F Calculado		
		AR (%)	ART (%)	ATR (kg t ⁻¹)
Variedade	5	4,032*	6,722**	2,357 ^{ns}
Bloco	3	4,564*	21,096**	15,526**
erro (a)	15	-	-	-
Lâmina	4	6,025**	4,265**	4,532**
Variedade x Lâmina	20	0,760 ^{ns}	0,903 ^{ns}	1,013 ^{ns}
erro (b)	72	-	-	-
C.V. a (%)		21,35	13,71	25,43
C.V. b (%)		12,40	14,66	18,17

Há diferença significativa pelo Teste F aos níveis de * 5% ($P \leq 0,05$) e ** 1% ($P \leq 0,01$) de probabilidade. ^{ns} Não há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

Para a fonte de variação variedade houve diferença significativa para as avaliações Pol% Caldo e ART ao nível de 1% de probabilidade. Já para as características pureza, umidade e AR o nível de significância foi de 5% de probabilidade. No entanto, com relação ao fator lâmina de irrigação, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para todas as características, com exceção da umidade, que foi significativo a 5% de probabilidade. Quanto às características °Brix e fibra não houve diferença significativa pelo teste F. A interação variedade x lâmina teve efeito significativo a 5% de probabilidade somente para a característica fibra (TABELA 9).

Verificam-se na tabela 10 os valores médios do °Brix, Pol% Caldo, Pureza e Pol% Cana.

Os atributos de qualidade da matéria-prima como °Brix, Pol% Caldo, Pol% Cana e pureza são utilizados para avaliação do estágio de maturação da cana-de-açúcar, e têm grande importância para a indústria canavieira, visto que vão definir os rendimentos em açúcar e álcool. Segundo Marques *et al.* (2001), valores inferiores a 18% para °Brix, 15,3% Pol Cana e 85% para pureza, indicam que a cultura está imatura para colheita.

TABELA 10. Pol% Caldo e pureza de seis variedades de cana-de-açúcar obtidas no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	Pol% Caldo		Pureza (%)	
IAC86-2480	15,72	B	81,14	b
RB76-5418	14,90	B	81,30	b
RB83-5486	17,85	A	87,13	a
RB85-5536	15,56	B	82,55	ab
SP80-1816	16,49	Ab	82,87	ab
SP80-1842	16,20	Ab	81,84	b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

4.2.1 Pol% Caldo e Cana

Na avaliação da Pol% Caldo houve diferença significativa entre as variedades e entre as lâminas de irrigação, não havendo diferença significativa na interação (TABELA 9).

A variável Pol% Caldo mostrou, na variedade RB83-5486, superioridade com valor médio de 17,85%, não revelou diferença significativa das variedades SP80-1816 e da variedade SP80-1842, enquanto a variedade RB76-5418 apresentou o menor valor de 14,90%.

Observou-se que a variedade RB83-5486 apresentou um comportamento em maturidade que indica a possibilidade de uma colheita precoce por devido aos maiores acúmulos de sacarose do que em relação às outras variedades. Valor superior a 15,3% da Pol% Caldo indica o corte inicial de variedades de cana-de-açúcar. Observa-se que as variedades estudadas apresentaram valores superiores a 15,3%, exceto a RB76-5418 (TABELA 10). Tais dados confirmam os de Souza *et al.* (2005), que encontraram valores superiores a 15,3% de Pol% Caldo, trabalhando com diferentes variedades e sistemas de colheita na região de Jaboticabal-SP.

Oliveira (2011), estudando as variedades RB85-5453 e SP80-1816, em diferentes níveis de adubação e irrigação, obteve valores médios de 17,59 Pol% Cana e 20,97 Pol% Caldo, valores superiores aos encontrados neste trabalho, porém com níveis diferenciados de adubação.

Com relação às lâminas de irrigação, nota-se a regressão para Pol% Caldo em função da lâmina de irrigação (mm). Essa relação apresenta uma resposta quadrática com um alto coeficiente de determinação. Percebe-se um aumento da Pol% Caldo com o aumento da lâmina de irrigação até o ponto de inflexão que é 962 mm que está próximo à lâmina de 1081 mm da linha de

tendência (FIGURA 8). Assim, o maior valor do Pol% Caldo por mm de água aplicada não corresponde à maior lâmina de irrigação.

Carvalho *et al.* (2008), analisaram com diferentes lâminas de irrigação e adubação na cultura da cana-de-açúcar, no município de Capim-PB e registraram o maior valor de Pol de caldo, 18,84%, na lâmina total (927 mm) e o menor valor de Pol de caldo 16,88% na lâmina total (775 mm), valores esses superiores aos encontrados neste trabalho. Dantas Neto *et al.* (2006), estudando diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação, observaram aumento do valor de Pol com o aumento da lâmina até o ponto ótimo (1125 mm), em que o valor da Pol começa a reduzir com o aumento da lâmina.

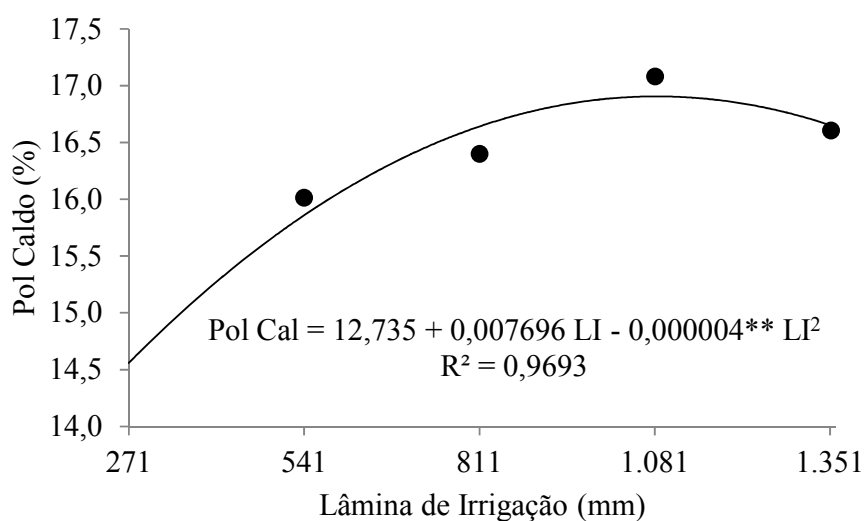


FIGURA 8. Pol% Caldo de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. ** Equação significativa ao nível de 1% de probabilidade ($P \leq 0,01$).

A curva de regressão para Pol% Cana, em função da lâmina de irrigação (mm) Figura 9, tem comportamento crescente com o aumento da lâmina de irrigação até o ponto ótimo que corresponde à lâmina de 1081,7 mm, a partir da qual a Pol da cana decresce. Esse mesmo comportamento foi observado para Pol% Caldo.

Farias *et al.* (2009), estudando qualidade industrial da cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e adubação, no estado da Paraíba, registraram resultados similares a este trabalho, em que os valores de Pol da cana foram crescentes em relação à lâmina aplicada.

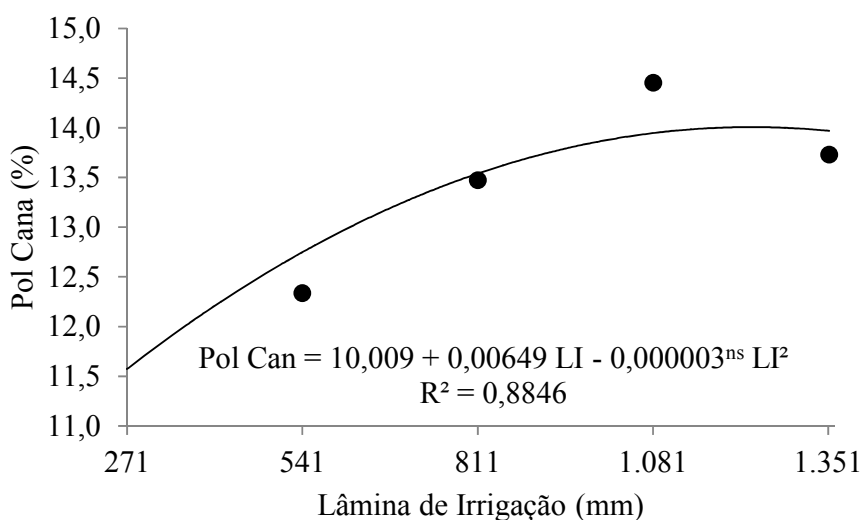


FIGURA 9. Pol% Cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. ^{ns}Equação não significativa ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

Dantas Neto *et al.* (2006), Duarte Júnior e Coelho (2008), Dalri *et al.* (2008), Gava *et al.* (2008), também verificaram valores semelhantes de Pol% Cana, que foram de 13,8%; 13,4%; 15,7% e 14,0% respectivamente.

Oliveira (2011), analisando as diferentes variedades, em diferentes níveis de adubação e irrigação, obteve valores médios 17,59 Pol% Cana e 20,97 Pol% Caldo, superiores aos encontrados neste trabalho, porém com níveis diferenciados de adubação.

4.2.2 Pureza

Encontram-se na tabela 10 as médias dos valores de porcentagem de pureza. A variedade que apresentou maior valor (87,13%) foi a RB83-5486, contudo não diferiu estatisticamente das variedades RB85-5536 e SP80-1816, e o menor valor constatado na variedade IAC86-2480 (81,14%).

A pureza do caldo da cana-de-açúcar está diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima, e sofre influência das impurezas minerais e vegetais que são adicionadas à cana no momento da colheita. É importante obter valores superiores a 80% de pureza durante o processo de colheita. Isso foi demonstrado neste trabalho, o que evidencia boa qualidade de matéria-prima. Resultados semelhantes de colheita foram encontrados por Silva *et al.* (2008) 84,4%, Prado e Pancelli (2006) (83,8 %) e Figueiredo *et al.* (2008) 86,6%. Nas normas de qualidade da matéria-prima redigidas pelo Consecana (2003) e (2006), foi estabelecido que as unidades industriais só podem recusar o recebimento de carregamentos com pureza abaixo de 75%.

Franco (2003) cita que no Estado de São Paulo tem-se, como referência, pureza mínima de 80% em início de safra e 85% no transcorrer da safra para que seja recomendada a industrialização da cana. Godinho (2007) encontrou, na variedade SP80-1816, valores próximos em pureza, em torno de 81,87%, no final de safra no estado de São Paulo.

Segundo Delgado e César (1977), as variedades são consideradas ricas quando o teor de °Brix na cana é maior que 14% e a pureza do caldo maior que

85%; variedades médias, quando o teor de sacarose na cana está entre 12,5% e 14,0% e a pureza do caldo for maior que 82%; abaixo disto, são consideradas variedades pobres. De acordo com a pureza do caldo, pode-se afirmar que as variedades testadas são consideradas de médias a pobres, com exceção da RB83-5486, que pode ser considerada como rica. Tasso Junior (2007), estudando as características agrotecnológicas de diferentes variedades no estado de São Paulo, encontrou valores de pureza em torno de 87% coerentes com os encontrados neste trabalho para a variedade RB83-5486.

Observa-se a curva regressão para a relação pureza (%) por lâmina de irrigação aplicada na figura 10. Tal regressão apresenta uma resposta quadrática com alto coeficiente de determinação. Observa-se que para a lâmina de 271 mm (25% ET₀) houve menor valor de pureza, mas o aumento da pureza ocorre, à medida que aumenta a lâmina de irrigação, até o ponto de inflexão da curva na lâmina de 1123 mm para aproximadamente 84,5% de pureza, em seguida ocorre redução na porcentagem de pureza com o aumento da lâmina de irrigação, sendo que para a lâmina 1351 mm (125% ET₀), tem se o valor aproximado de 83,5 % de pureza aparente.

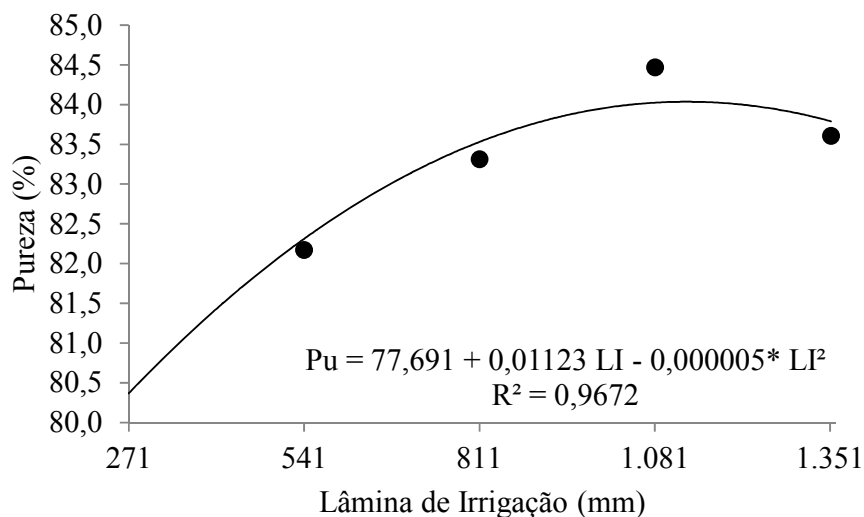


FIGURA 10. Pureza de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. * Equação significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Esses resultados confirmam até certo ponto os de Carvalho *et al.* (2008), que observaram aumento da porcentagem de pureza com o aumento da lâmina até um ponto ótimo (290 mm), seguindo com uma redução. Também corroboram os resultados constatados por Taiz e Zeiger (2004), que relatam a deficiência hídrica como limitante ao desenvolvimento dos vegetais, e com Bernardo *et al.* (2006) que afirmam que o excesso de irrigação pode causar limitação no desenvolvimento dos vegetais por lixiviar nutrientes, além de poder causar salinização do solo e elevação do nível do lençol freático. Para Farias *et al.* (2009), a pureza foi influenciada por lâminas de água testadas na irrigação das plantas. A maior pureza foi obtida quando a cultura foi irrigada com 100% da ET_0 (1026,57 mm); quando se comparou com a cana cultivada em regime de sequeiro, a pureza aumentou 10,56% em relação à cana irrigada com 100% da

ET₀, e nas plantas cultivadas com 25, 50 e 75% da ET₀, a pureza decresceu para 4,54, 1,64 e 2,11%, respectivamente.

4.2.3 Açúcares redutores (AR)

Para os valores dos açúcares redutores (AR), umidade, açúcares redutores totais (ART), houve diferença significativa entre as variedades. Para as lâminas de irrigação, todas as características tiveram diferenças significativas, não havendo interação entre as variedades (TABELA 9).

A variedade IAC86-2480 apresentou valor maior para AR, porém não diferiu estatisticamente das variedades RB76-5418, SP80-1842, RB85-5536 e SP80-1816. Para umidade, a variedade RB85-5536 apresentou maior valor, mas diferiu estatisticamente apenas da variedade SP80-1816. A característica tecnológica ART apresentou o valor superior na variedade RB83-5486, entretanto não teve diferença significativa das variedades SP80-1816, SP80-1842, RB85-5536 e IAC86-2480 (TABELA 11).

TABELA 11. Açúcares redutores (AR), umidade, açúcares redutores totais (ART) de seis variedades de cana-de-açúcar obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	AR (%)	Umidade (%)	ART (%)
IAC86-2480	0,73 a	71,37 ab	14,43 ab
RB76-5418	0,71 a	70,75 ab	12,86 B
RB83-5486	0,55 b	69,87 ab	16,45 A
RB85-5536	0,69 ab	71,63 A	14,63 Ab
SP80-1816	0,66 ab	69,81 B	15,20 A
SP80-1842	0,70 a	70,38 ab	15,09 A

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

A variedade RB83-5486 apresentou o menor valor de AR (0,55%), e a variedade IAC86-2480 obteve o maior valor (0,73%). De acordo com Oliveira

(2011), esses valores estão dentro dos aceitáveis na produção sucroalcooleira, pois esse parâmetro em grandes quantidades se encontra na condição de prejuízo. Para produção de álcool e, principalmente, de açúcar. Brieger e Paranhos (1964) recomendam valores de açúcares redutores, para o início do corte, menores ou até 1%.

Mamede *et al.* (2002) analisaram o comportamento de cinco variedades e 25 clones RB de cana-de-açúcar quanto aos aspectos agrotecnológicos, na região de Araraquara-SP, e concluíram que a variedade RB83-5486 apresentou valores baixos de açúcares redutores, o que concorda com o resultado deste trabalho.

Godinho (2007) estudou seis variedades de cana-de-açúcar, entre elas a SP80-1816 e RB85-5536, encontrou valores de AR 0,69 e 0,78% respectivamente, na região de Presidente Prudente-SP, próximos aos obtidos neste trabalho para essas variedades.

Na Figura 11, observa-se a regressão para a relação AR (%) por lâmina de irrigação (mm), com resposta quadrática apresentando alto coeficiente de determinação. A maior relação entre AR por lâmina de água aplicada foi observada para a menor lâmina com uma inflexão na curva aproximadamente na lâmina de 1081 mm.

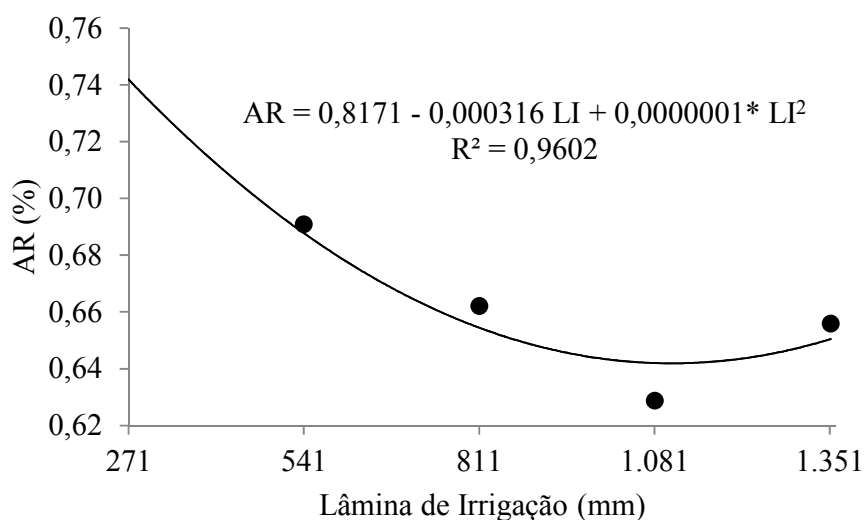


FIGURA 11. AR de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. *Equação significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se que tanto a lâmina menor (271 mm) como maior (1351 mm), apresentaram valores de AR dentro do recomendado para a indústria que é $\leq 1\%$, visto que, quando se diminuiu a lâmina, houve uma tendência a aumentar esses valores. Quintana (2010) avaliou características tecnológicas com diferentes níveis de irrigação, encontrou resultados semelhantes aos deste trabalho. O sistema de sequeiro proporcionou maiores valores de AR do que em relação ao sistema irrigado com 1491 mm. O mesmo autor afirma que isso pode ser explicado pelo maior grau de maturação que a irrigação proporcionou à cana, visto que os tratamentos irrigados não tiveram seu desenvolvimento retardado pela baixa disponibilidade de água no solo, o mesmo não acontecendo com os tratamentos de sequeiro.

Dessa forma, canas com estágio de maturação menos avançado apresentam menor teor de sacarose e maiores teores de açúcares redutores

(glicose e frutose). Por outro lado, cana em estádios mais avançados de maturação têm aumentado progressivamente o teor de sacarose ao mesmo tempo em que há diminuição progressiva no teor de açúcares redutores. Entretanto, esse comportamento esperado nem sempre ocorre, pois o mesmo sofre interferências de fatores externos, como umidade do solo, fertilização excessiva principalmente no que se refere à adubação nitrogenada, presença de matéria orgânica no solo e aplicação de resíduos orgânicos, os quais atuam no sentido de prolongar a fase vegetativa da cana (FRANCO, 2003).

4.2.4 Umidade

Para os valores de umidade, houve diferença significativa para as variedades e as lâminas de irrigação, não havendo diferença significativa na interação entre elas (TABELA 9). Obteve-se valor máximo de 71,63% na variedade RB85-5536, mas não diferiu estatisticamente das outras variedades, com exceção da variedade SP80-1816 a qual apresentou o menor valor 69,81% (TABELA 11). Oliveira (2011), estudando a variedade SP80-1816 e RB85-5453 quanto ao aspecto agrotecnológico, encontrou valores de porcentagem de umidade 64,5% e 70% respectivamente.

Melo *et al.* (1998) verificaram, para diferentes variedades, média de umidade de 70,64% para cana-planta e 71,88% para cana despontada, ratificando os valores encontrados neste trabalho. A umidade da cana-de-açúcar é um valor que muito se altera, pois sofre interferência das condições ambientais como chuva e estiagem, embora possa-se dizer que varia geralmente de 70 a 75% (MARQUES *et al.*, 2001).

Observa-se a curva de regressão para a relação umidade (%) por lâmina de irrigação aplicada (mm) na figura 12, com comportamento quadrático.

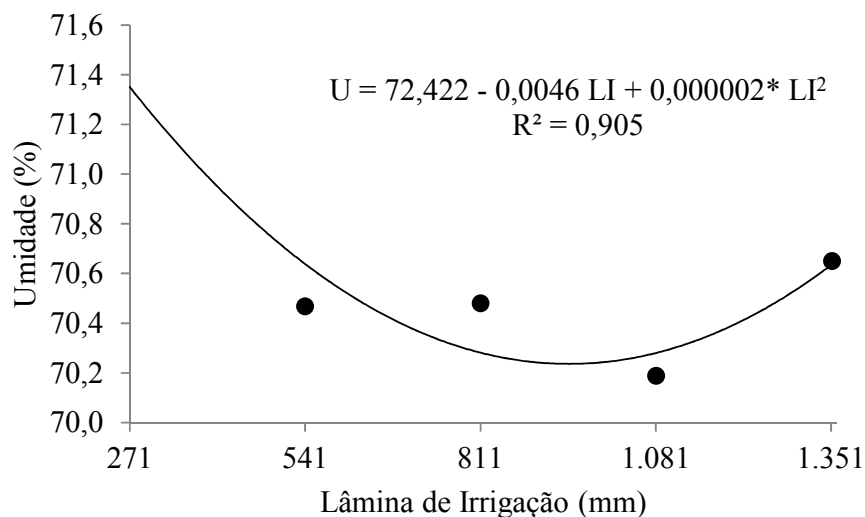


FIGURA 12. Umidade de cana de seis variedades de cana-de-açúcar cultivada sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de novembro/2009 a dezembro/2010 em Jaíba, MG. * Equação significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Para a lâmina de 271 mm (25% ET_0), observou-se o maior valor de umidade, aproximadamente 71,4%. A redução da umidade ocorreu com o aumento da lâmina de irrigação até o ponto de inflexão da curva entre as lâminas de 810 e 1081 mm, para aproximadamente 70,2% de umidade. Em seguida há um aumento na umidade com o aumento da lâmina de irrigação, sendo que para a lâmina 1351 mm de (125% ET_0) tem-se o valor aproximado de 70,8% de umidade. Esses resultados ratificam os obtidos por Oliveira (2011), que encontrou valores de umidade em torno de 70% na lâmina de 918 mm, na região de Janaúba-MG. Valores de umidade obtidos tanto na maior lâmina utilizada (1351 mm) quanto na menor lâmina utilizada (271 mm) estão dentro daqueles recomendados para essa característica. De acordo com Marques *et al.* (2001), os teores de umidade da cana-de-açúcar ficam na média de 69 %.

4.2.5 Açúcares redutores totais (ART)

Para os valores de açúcares redutores totais, houve diferença significativa para as variedades e entre as lâminas de irrigação, não havendo diferença significativa na interação entre elas (TABELA 9). Na variável ART, a variedade RB83-5486 apresentou o maior valor, 16,45%, porém diferiu apenas da variedade RB76-5418 que apresentou o menor valor em porcentagem de açúcares redutores totais 12,86% (TABELA 11).

O ART representa todos os açúcares da cana, na forma de açúcares invertidos, embora outras substâncias redutoras, presentes no caldo de cana, possam estar incluídas. Na planta, o desdobramento da sacarose em glicose e frutose é uma reação de duplo sentido, isto é, ocorre a inversão, assim como a combinação, durante o metabolismo da fotossíntese e respiração da planta; daí a importância do conhecimento do teor de ART, para a avaliação da qualidade da matéria-prima (FERNANDES, 2003).

Godinho (2007), trabalhando com seis variedades, entre elas a SP80-1816, na região de São Paulo, registrou valores aproximados de 14,21% ART para essa variedade, no final de safra, inferiores aos encontrados neste trabalho.

Observa-se a curva de regressão para a relação açúcares redutores totais (%) por lâmina de irrigação aplicada (mm) (FIGURA 13).

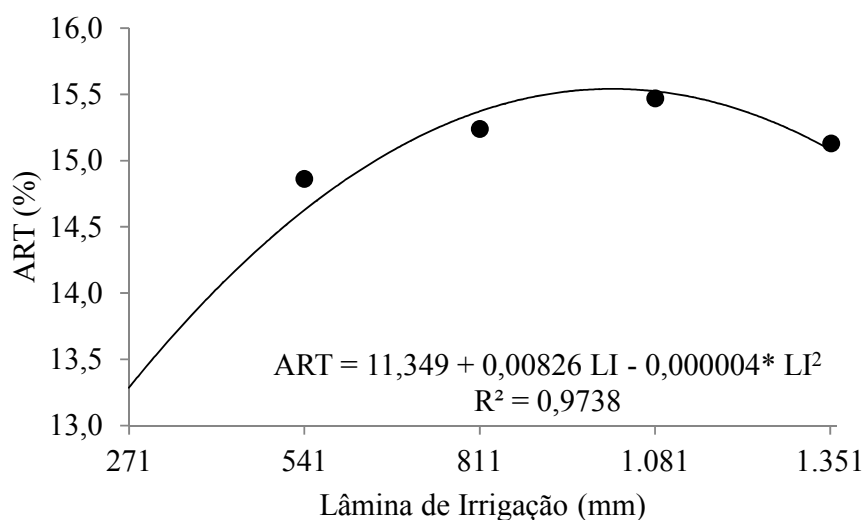


FIGURA 13. ART de cana de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtido do período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. * Equação significativa ao nível de 5% de probabilidade.

A regressão apresenta uma resposta quadrática com alto coeficiente de determinação. Observa-se que para a lâmina 271 mm (25% ET₀) houve menor valor de ART. Com o aumento da porcentagem de ART na cana, verificou-se o aumento da lâmina de irrigação, até o ponto de inflexão da curva, que corresponde à lâmina 1032,5 mm, seguindo por uma redução na porcentagem de ART com o aumento da lâmina de irrigação.

Oliveira (2011), estudando duas variedades, entre elas a SP80-1816, constatou valor de ART 19,37%, na lâmina de 1539 mm, na região de Janaúba-MG, superior ao obtido neste trabalho, porém com níveis de adubação.

4.2.6 Açúcares totais recuperáveis (ATR)

Dos atributos analisados, o açúcar total recuperável (ATR) é um dos mais importantes tanto para indústria quanto para os produtores. Pois em função dele é que as unidades industriais elaboram o preço pago aos produtores, de acordo com a metodologia descrita pela CONSECANA (2003).

Para os valores de açúcares totais recuperáveis, houve diferença significativa apenas para as lâminas de irrigação (TABELA 9).

Em todo o Brasil, a cana-de-açúcar tem sido remunerada por seus índices qualitativos, de modo que, quanto melhor a qualidade da matéria-prima maior é o preço pago por tonelada de colmos. Todos os índices discutidos neste trabalho são usados como base de cálculo para se determinar a quantidade de açúcares totais recuperáveis, expressos em kg de ATR t⁻¹ de cana (FARIAS *et al.* 2009).

Na Figura 13, apresenta-se a curva de regressão para relação ATR kg t⁻¹ de cana-de-açúcar, por lâmina de irrigação aplicada, em mm de água. Em termos de ATR (TABELA 9), a cana-de-açúcar foi influenciada pela lâmina de água de irrigação, com significância de 1% de probabilidade.

Os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, onde os valores ATR apresentaram uma tendência a crescer, conforme o aumento das lâminas de irrigação, porém, a maior lâmina mostrou tendência à queda nos valores de ATR (FIGURA 14).

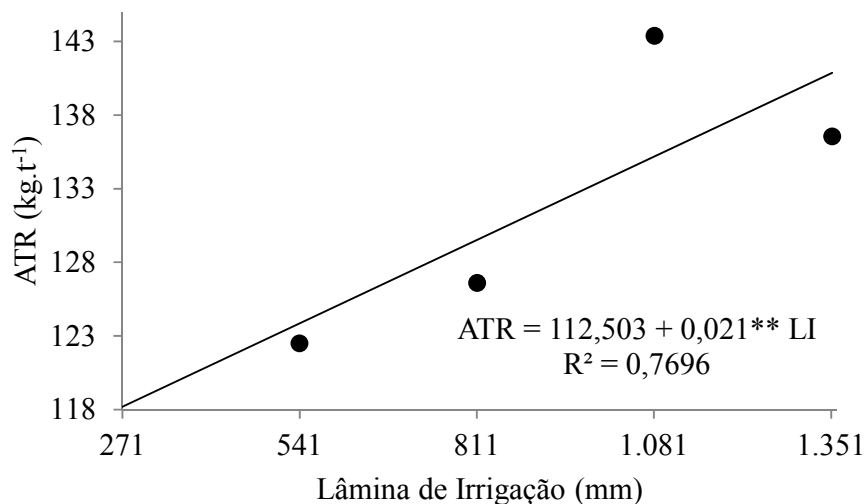


FIGURA 14. ATR de cana de seis variedades cana-de-açúcar cultivadas sob cinco lâminas de irrigação obtidos no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG. ** Equação significativa ao nível de 1% de probabilidade.

O maior teor de ATR, em relação aos tratamentos estudados, se deu quando a cultura foi irrigada com 1081 mm, aproximadamente 143 kg t⁻¹. Observa-se que no tratamento que envolveu a lâmina de irrigação 1351 mm, a produção de açúcar foi aproximadamente 138 kg t⁻¹, representando uma diferença de 5 kg t⁻¹, quando comparada com a cana irrigada com 1081 mm.

Esses resultados corroboram os de Farias *et al.* (2009), que obtiveram os melhores resultados em ATR quando utilizaram a lâmina de 100% (1026,57 mm).

4.2.7 Fibra

Para o percentual de fibra, houve diferença apenas para a interação entre variedade e lâminas de irrigação (TABELA 9).

Estudando-se os efeitos das variedades dentro de cada lâmina de irrigação, observa-se que a variedade SP80-1816 apresentou maior percentual de fibra (13,25%) em comparação às outras variedades, para a lâmina de irrigação 811 mm, mas diferiu estatisticamente apenas da variedade IAC86-2480. Considerando as lâminas 271, 541, 1081 e 1351 mm, não houve diferença significativa entre as variedades (TABELA 12).

TABELA 12. Fibra de seis variedades de cana-de-açúcar sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de dezembro/2009 a novembro/2010 em Jaíba, MG.

Variedades	Lâmina de Irrigação (mm)					
	271	541	811	1081	1351	
IAC86-2480	9,77	9,09	2,58	2,31	4,43	a a
RB76-5418	10,52	8,28	7,90	10,69	10,92	a a
RB83-5486	12,59	7,91	5,60	9,84	8,84	a a
RB85-5536	7,77	5,27	11,07	6,85	9,73	a a
SP80-1816	5,99	9,07	13,25	8,31	7,52	a a
SP80-1842	10,26	10,55	8,30	9,50	2,60	a a

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

A variedade SP80-1816 na lâmina de 811 mm apresentou valores acima do recomendado para as usinas, porém não diferiu estatisticamente das variedades RB85-5536, RB76-5418, SP80-1842 e RB83-5486. De maneira geral, as variedades apresentaram baixo percentual de fibra. De acordo com Fernandes (2000), o teor de fibras deve estar entre 10 e 11% para que seja recomendada a industrialização da cana. Quando estes valores se mostram muito elevados, há dificuldade na extração do caldo; todavia, quando esses valores são muito baixos, pode ocorrer uma maior incidência de quebra dos colmos no momento da colheita, e problemas com o balanço térmico do processo industrial, levando à necessidade da utilização de outras fontes de energia a serem queimadas nas caldeiras (CAVICHOLI *et al.* 2010).

Godinho (2007), estudou o comportamento biométrico, tecnológico e nutricional de seis variedades, entre elas SP80-1816 na região de Presidente Prudente-SP encontrou valores de percentual de fibra em torno de 12,55%, valores inferiores aos deste trabalho.

Carlin (2005) avaliou o percentual de fibra em diferentes variedades, entre elas a SP80-1842, na qual obteve o maior percentual de fibra com valor médio de 12,88%, superiores ao encontrado neste trabalho. Esses resultados também confirmam os de Marques *et al* (2008), que obtiveram média de 12,5% em fibra bruta com três diferentes variedades na região de Presidente Prudente-SP. Ressalta-se que menores teores das frações indigeríveis da parede celular proporcionam alimento de melhor qualidade para alimentação animal. Entretanto, os teores de fibra podem ser considerados altos, sendo característica de forragens de longo período vegetativo como a cana-de-açúcar.

Conforme Carlin (2005), a variação no teor de fibra entre as variedades é uma característica genética. Quanto maior o teor de sacarose das variedades, característica que tem sido baseada pelos programas de melhoramento genético, menor o teor de fibra apresentados por elas, fato que pode ser comprovado neste trabalho com a variedade IAC86-2480.

Estudando o comportamento das lâminas de irrigação dentro de cada variedade de cana-de-açúcar, verifica-se que o percentual de fibra apresentou comportamento quadrático para a variedade IAC86-2480. O percentual de fibra apresentou uma tendência a crescer quando as lâminas de irrigação foram menores, e diminuindo à medida que se aumentou a lâmina de irrigação, porém a maior lâmina não seguiu essa tendência. As outras variedades não foram significativas quanto à interação (FIGURA 15).

Farias *et al.* (2009), estudando cinco lâminas de irrigação e doses de zinco na cultura da cana-de-açúcar, constataram que o maior teor de fibras (15,07%) foi estimado para uma lâmina de 844,4 mm, decrescendo à medida que

se aumentou a quantidade de água de irrigação, e o menor teor de fibra (13,79%) foi observado na cana submetida ao tratamento 1026,57 mm. Já a variedade SP80-1816 apresentou comportamento contrário, em que a menor lâmina de irrigação proporcionou um menor percentual de fibra. Observa-se que quando aumenta a lâmina de irrigação, aumenta também o percentual de fibra, até um ponto ótimo que seria aproximadamente 810 mm, e acima dessa lâmina o percentual de fibra diminui.

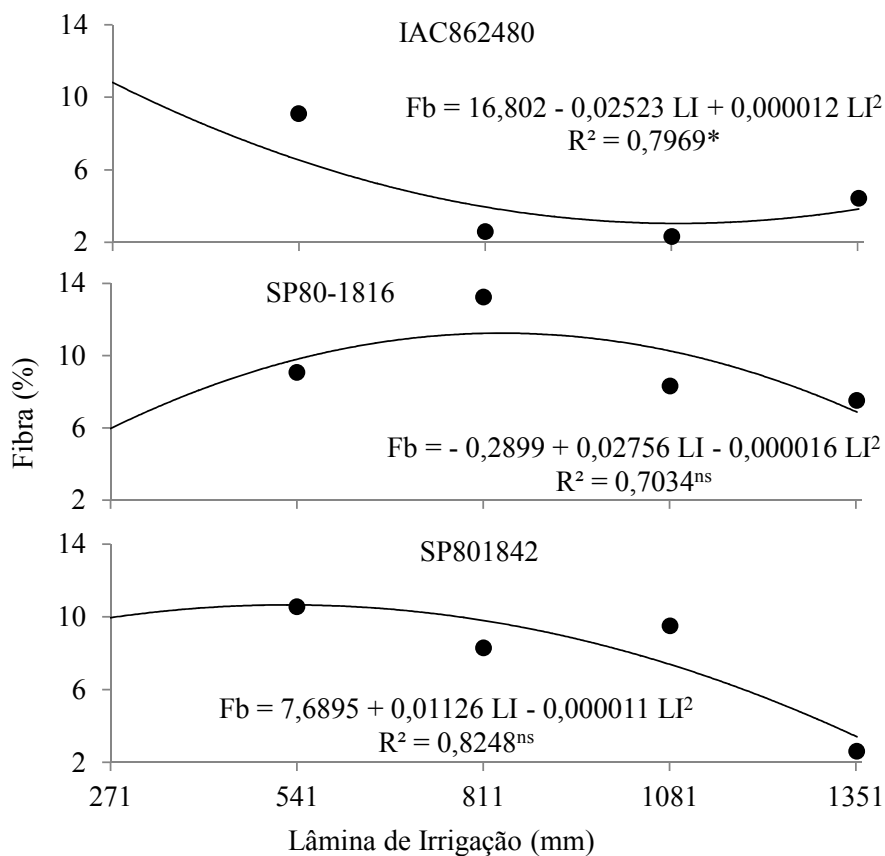


FIGURA 15. Fibra de seis variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob cinco lâminas de irrigação obtida no período de novembro/2009 a dezembro/2010 em Jaíba, MG. *Há diferença significativa entre lâminas de irrigação pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$); ^{ns}Não há diferença significativa pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade ($P \geq 0,05$).

Dias (2011), analisando três variedades e dois níveis de irrigação, encontrou resultados de percentual de fibra em média de 14,34% para a variedade SP80-1842, valor superior ao encontrado neste trabalho. Esse mesmo autor relata que o percentual de fibra em condição de sequeiro foi em média 7,43% superior à condição irrigada. Essa diferença no percentual de fibra pode ser explicada por Farias *et al.* (2009), que descreve que uma variedade em condição de restrição hídrica, tende a possuir o percentual de fibra superior, uma vez que o baixo potencial hídrico prejudica o acúmulo de sacarose nas células parenquimatosas dos colmos, sendo esse espaço ocupado por fibras.

5 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

As variedades SP80-1842 e SP80-1816 apresentam maiores valores em altura de colmo e produtividade. De modo geral, essas variedades mostraram tendência de melhor comportamento das demais características avaliadas.

No aspecto agrônômico, a lâmina de 1351 mm mostrou ser mais indicada para as condições do norte de minas.

A variedade RB83-5486 na lâmina de 1081 mm apresentou maior desempenho em qualidade tecnológica, mas apresentou baixa produtividade, podendo ser uma característica varietal ou não ser adaptada às condições edafoclimáticas da região.

Para as características fibra, AR e umidade, as menores lâminas são recomendadas.

As variedades SP80-1842 e SP80-1816 são promissoras para a região Norte-mineira, tendo boa adaptação às condições edafoclimáticas; obtendo-se melhores ganhos em produtividade associados a um bom desempenho em qualidade tecnológica, de acordo as exigências industriais, o que revela ser adequada para as condições da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R. R. *et al.* Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1. p.42-55.
- ANDRADE, A. L. B.; CARDOSO, M. B. **Cultura da Cana-de-açúcar**. LAVRAS: UFLA/FAEPE, 2004.
- 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 Fitotecnia)-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.
- BARBIERI, V. *et al.* Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1., 1979, Mossoró. **Anais...** Mossoró:[s.n], 1979. p.192-197.
- BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. **Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 245-276.
- BARBOSA, A. B. **Avaliação fitotécnica de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas - MG**. 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.
- BEGNINI, M.R. *et al.* Comparação das características morfológicas entre cultivares de cana-de-açúcar na baixada fluminense- RJ – **ZOOTEC**, Águas de Lindóia-SP, 4 p. 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. p. 625.

BISWAS, B. C. **Agroclimatology of the sugar cane crop**. **World meteorological organization**. Geneva Switzerland, [s.n],1988. (Technical note. 193 WMO. Nº 703)

BLACKBURN, F. **Sugar-cane**. Longman: New York. 1984. 414 p.

BODDEY, R. M. “Green”energy from sugar cane. **Chemistry & Industry**, London, n. 10, p. 355-358, May, 1993.

BONNETT, G. D. *et al.* Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes. **Australian Journal of Agricultural Research**, [s.n], v. 57, p. 1087-1095, 2006.

CALÇA, S. A. *et al.* Ciclo da cana-de-açúcar – um dos fatores da maior lucratividade da lavoura canavieira. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 6, n. 1, set/out, p. 9-10, 1983.

CAMPELO, E. A. P. Agronegócio da cachaça de alambique de Minas Gerais: panorama econômico e social. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 7-18, 2002.

CARLIN, S. D. **Impacto de tombamento na produtividade de diferentes variedades de cana-de-açúcar**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) Instituto agrônomo de Campinas, Campinas - IAC, Campinas, 2005.

CARVALHO, C. M. *et al.* Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 1, p. 72-77, 2009.

CARVALHO, C. M. de. *et al.* Resposta dos parâmetros tecnológicos da terceira folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, p. 337-342, 2008.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep, 1991. 157 p.

CASCUSO, L. C. da. **Prelúdio da cachaça: etnografia, história e sociologia da aguardente no Brasil**. Rio de Janeiro; [s.n], 1968. 291 p. (Coleção Canavieira, 1).

CAVICHIOLO, L. C. *et al.* **Comparação de cultivares de cana-de-açúcar em relação a teores de fibra e umidade**. Jaboticabal: Faculdade de Tecnologia - Bioenergia, 2010. p 3.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.

COELHO, M. B. *et al.* Manejo da irrigação na cana-soca no cerrado de Minas Gerais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 8., 2002 Recife-PE, **Anais...**Recife: STAB, 2002, p.591-598.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra de cana-de-açúcar 2011/2012: terceiro levantamento janeiro 2012**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 05 março 2012.

CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba: CONSECANA, 2006. 112 p.

CONSECANA. **Manual de instruções**. 4. ed. Piracicaba: Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo, 2003. 115 p.

COPERSUCAR. **Dados de produtividade safra 2010**. Disponível em:
<<http://www.copersucar.com.br>> Acesso em: 01 de maio de 2011.

COSTA, . L. *et al.* Variedades de cana-de-açúcar submetidas à irrigação no Norte de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO SEMI-ÁRIDO MINEIRO. UNIMONTES – NCA/UFMG – UFVJM, 1., 2007, Janaúba-MG. **Anais...** Janaúba:[s.n], 2007. CD ROM.

COSTA, M. C. G. **Distribuição e crescimento radicular em soqueiras de cana-de-açúcar: dois cultivares em solos com características distintas**. 2005. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, p. 516-524, 2008.

DALRI, A. B. Irrigação da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. PINTO, A. S. JENDIROBA, E. NÓBREGA, J. C M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Ceres, 2006. p. 157-169.

DANTAS NETO, J. *et al.* Resposta de cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2006.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, 1988, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 1997. 64 p. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

DIAS, W. O. B. **Comportamento de diferentes variedades de cana-de-açúcar no norte de Minas Gerais sob irrigação.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) -Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2006.

DIAS, F. L. F, *et al.* Produtividade de cana-de-açúcar em relação a clima e solos da região noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 23. p. 627-634, 1999.

DIAS, C. M. de. O. **Indicadores fisiológicos, fitotécnicos e agroindustriais de variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob duas condições hídricas.** 2011. 67 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG. 2011.

DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A. Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana. **Zanini S/A equipamentos pesados**, Sertãozinho, v. 1, 36 p. 1977.

DILLE WIJN, C. V. **Botany of sugarcane.** Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371p.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; *et al.* Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Maharva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 449-455, 2007.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water.** Rome: FAO, 1979. 212 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 33).

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água nos rendimentos das culturas.** Tradução de H. R. Gheyi. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 33).

DUARTE, A. M. A. **Avaliação do desempenho agrônômico de seis variedades de cana-de-açúcar, no primeiro corte, em condições de cultivo irrigado, em Jaíba-MG.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2007.

DUARTE, A. M. A.; **Crescimento e maturação de cana-de-açúcar, sob condições de cultivo irrigado, em Janaúba-MG.** 2009. 55 p. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal no Semiárido). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG. 2009.

DUARTE JÚNIOR, J.; COELHO, F. C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 576-583, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: SPI, 1999. 412 p.

EPAMIG. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Dados de Precipitação** Disponível em: <<http://www.epamig.br/>>. Acesso em: 29/11/2011.

FARIAS, C. H. de A. *et al.* Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em Tabuleiro Costeiro paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 2009.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar.** Piracicaba: STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2000. 193 p.

FERNANDES, O. W. B. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar para a produção de cachaça artesanal e a interferência dos resultados no comportamento do produtor na região de Salinas-MG.** 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

FERREIRA, J. R. A. **Crescimento de variedades RB de cana-de-açúcar irrigadas e fotossíntese modelada pela radiação solar**. 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Proteção de Plantas). Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2010.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M. de; LANDELL, M.G. de A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p.31-44.

FRANCO, A. **Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto e vinhaça: nitrogênio no sistema solo-planta, produtividade e características tecnológicas**. 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GALVÃO, L. S. *et al.* Discrimination of sugarcane varieties in southeastern Brazil with EO-1 Hyperion data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 94, n. 4, p. 523-534, 2005.

GAVA, G. J. C. *et al.* Produtividade e atributos tecnológicos de três cultivares de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento subsuperficial. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** Maceió: STAB, 2008. p. 751-755.

GHELLER, H.; UFSCAR. **Relatório de atividades , 1996.:** Araras Programa de cooperação técnico científica na área de melhoramento genético da cana-de-açúcar, 1997. 92 p.

GODINHO, A. M. M. **Parâmetros biométricos, tecnológicos e nutrientes foliares em cana-de-açúcar**. Presidente Prudente: Unoeste, 2007, 28 p.

GOMES, M. C. R. **Efeito da irrigação suplementar na produtividade da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes**. 1995. 51p. Dissertação

(Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense--Rio de Janeiro, 1999.

GONÇALVES, D. B. **Mar de Canal, Deserto Verde? Dilemas do Desenvolvimento Sustentável na Produção Canavieira Paulista**. 2005. Tese (Doutorado Engenharia de Produção) - UFSCAR/CCET, São Carlos:, 005.

GONÇALVES, E. R. **Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica**. 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, 2008.

GRAVOIS, K. A.; MILLIGAN, S. B. Genetic relationship between fiber and sugarcane yield components. **CropScience**, Madison, v. 32, p. 62-7, 1992.

HERMANN, P.H. *et al.* **Variedades RB de Cana-de-Açúcar**. São Carlos: UFSCar, 2008. 30p.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 185-202, 2005.

KORNDORFER, G. H. *et al.* **Cana-de-açúcar: sugestões de adubação para grandes culturas anuais ou perenes**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999b p. 285-288.

LANDELL, M. G. A. *et al.* **Novas variedades de cana de açúcar**. Campinas. Instituto Agrônomo, 1997. 28p. (Boletim Técnico 169).

LEÃO, R. M. **Álcool, energia verde**. São Paulo: IQUAL – Instituto de Qualificação Editora Ltda, 2002. 255 p.

LEITE, R. A. **Compostos fenólicos do colmo, bainha, folha e palmito da cana de açúcar**. 2000. Tese (Doutorado) Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LIMA, A. D. de. **Modelos matemáticos aplicados a problemas na cultura da cana-de-açúcar e no aproveitamento da energia da biomassa**. 2006. 83 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

LOPES, G. H. **Glossário de termos técnicos para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba:IAA/PLANALSUCAR, 1986. 32 p.

MACÊDO, G. A. R. *et al.* Avaliação da produção e qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar na região de Sete Lagoas MG, 2004.

MACÊDO, G. A. R. *et al.* Avaliação de variedades de cana-de-açúcar com cultivos intercalares no Norte de Minas Gerais. I SIMPÓSIO DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO SEMI-ÁRIDO MINEIRO. UNIMONTES – NCA/UFMG – UFVJM Janaúba. **Anais...** Janaúba: [s.n], 2007. CD ROM

MACHADO, E. C. *et al.* Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 9, p. 1323-1329, 1982.

MAGALHÃES, V. R. **Influências de doses de vinhaça nas características agrônomicas de variedades de cana-de-açúcar, cana planta e atributos químicos do solo**. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.

MAMEDE, de Q. *et al.* Potencial produtivo de clones RB de cana de açúcar no município de Nova Europa-SP. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 20, n. 3, p. 32-35, 2002.

MANTELATTO, P. E. **Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento.** 2005. 272 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São CarlosSão Carlos, 2005.

MARCIEL, M. L. *et al.* 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.

MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JÚNIOR, L. C. **Tecnologia do Açúcar. Produção e Industrialização da Cana-de-açúcar.** Jaboticabal Funep, 2001. 166p.

MARQUES, M. O. *et al.* Considerações sobre a qualidade da matériaprima. IN: _____ **Tecnologias na agroindústria canavieira.** Jaboticabal: FCAV, 2008. p. 9-16.

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.

MARTINS, N. G. S. **Os fosfatos na cana-de-açúcar.** 2004. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MATIOLI, C. S. *et al.* **Irrigação suplementar de cana-de-açúcar:** modelo de análise de decisão para a Região Norte do Estado de São Paulo. **STAB**, v. 17, n. 2, p. 42-45, nov.-dez. 1998.

MATSOUKA, S. **Guia das principais variedades RB.** Araras:[s.n.], 1999. 10p.

MAULE, R. *et al.* Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MELO, F. A. D. *et al.* Parâmetro tecnológico de cana-de-açúcar em diferentes agrícolas da região norte do estado de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 1998, Londrina. **Anais...** Piracicaba: STAB, 1998. p. 198-202.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar.** 2006. 46p. Dissertação (Mestrado) UFVViçosa. 2006.

MONTE, A. J.; **Produtor de cana-de-açúcar.** 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004. 64 p. Caderno Tecnológico.

MOURA, M.V. P. da S. *et al.* Doses de adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura da cana-de-açúcar, primeira soca, com e sem irrigação. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 753-760, jul./ago., 2005.

MOZAMBANI, A. E. *et al.* História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. *et al.* **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: Cadernos Planalsucar. 2006.p.11-18.

NEVES, Marcos Fava and CONEJERO, Marco Antonio. Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica. **Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, vol.11, n.4, pp. 587-604, 2007.

OLIVEIRA, F. M. de. *et al.* Crescimento e produção de variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes adubações e estresse hídrico. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha-MA, v. 5, n. 1, p. 56, 2011.

OLIVEIRA, F. M. de. **Avaliação das características agrotecnológicas de duas variedades de cana-de-açúcar influenciadas por diferentes épocas de supressão de irrigação e níveis de adubação.** 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) UNIMONTES, Janaúba-MG, 2011.

OLIVEIRA, R. A. de. *et al.* Área foliar de três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

OLIVEIRA, R. A. DE. *et al.* Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, Paraná, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargil 1987. v. 2. 856 p.

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.

QUINTANA, K. A. **Irrigação e fertirrigação por gotejamento para cana-de-açúcar na presença e ausência de boro.** 2010. p.47. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2010.

REICHARDT, K.; Timm, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** Barueri, SP Ed. Manole Ltda 2004. 478 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

ROBERTSON, M. J., DONALDSON, R. A. Changes in the components of cane and sucrose yield in response to drying off before harvest. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.55, p.201-208,1998.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências. 1995. 69 p.

ROSENFELD, U. E LEME, E. J. A. Produtividade da cana-de-açúcar irrigada por aspersão - estudo de épocas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 3, 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 1984. p.77-84.

SALLA, D. A. **Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho**. 2008. 168p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

SAMPAIO, E. V. S. B. *et al.* Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar: III. conteúdo de nutrientes e distribuição do sistema radicular no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 425-431, 1987.

SANTOS, D. **Distribuição do sistema radicular e produtividade de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) fertirrigada por gotejamento subsuperficial**. 2010. 95 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2010.

SATURNINO, H. M.; OLIVEIRA, C. L. G. de; CAETANO, F. de S. Culturas tradicionais e plantas úteis da região da caatinga de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 181, p. 86-94, 1994.

SCARDUA, R E ROSENFELD, V. Irrigação da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (coord.). **Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill, 1987, v.1, cap.3, p.373-431.

SEBRAE-MG. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais. **Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais**. Belo Horizonte: SEBRAE, 2001. 259 p.

SILVA, A. B. **Resposta da cana-de-açúcar irrigada sob diferentes níveis de Adubação**. 2002. 64p. Dissertação (Mestrado) UFCG Campina Grande 2002.

SILVA, L. C. **Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar na Região de Coruripe**. 2007. 127p. Dissertação (Mestrado) UFAL Maceió. 2007.

SILVA, M. de A. *et al.* Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. **Bragantia**, Campinas, v. 67, p. 656-661, 2008.

SILVA, M. A. *et al.* Perfilamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília v.43, n.8 p. 979-986 2008.

SILVEIRA, L. C. I. da; BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W. de. Níveis de variedades de cana-de-açúcar predominantes nas principais regiões produtoras de cachaça de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 25-32, 2002.

SOUSA, J. A. D. C. **Estudo da tensão da água no solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1976, 163p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Unicamp Limeira, 1976.

SOUZA, E. F. *et al.* Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.1, p.28-42, set. 1999.

SOUZA, Z. M. *et al.* Níveis de palhada do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1061-1068, 2005.

STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap. 7, p. 761-804.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3ª ed., 2004, 643 p.

TASSO JUNIOR, L. C. **Caracterização agrotecnológicas de cultivares de cana-de-açúcar (*Sccharum spp.*) na região centro-norte do estado de São Paulo**. 2007.167p. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, 2007

TAUPIER, L. O. G.; RODRÍGUES, G. G. A cana-de-açúcar. In: ICIDCA. **Manual dos Derivados da Cana-de-Açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia**. Brasília: ABIPTI, 1999. Cap. 2, p.21-27.

ÚNICA. União da Indústria da Cana-de-açúcar. Sítio eletrônico. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 20/09/2011.

VASCONCELOS, A. C. M. de. **Comportamento de clones IAC e variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) nas condições edafoclimáticas da região do Vale do Paranapanema**. 1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

WIEDENFELD, R. P. **Water stress during different sugarcane growth periods on yield and response to N fertilizer**. *Agricultural Water Management*, Elsevier, v.43 p.173–182, 2000.